



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA
DOUTORADO EM CIÊNCIA POLÍTICA**

WEMBLLEY LUCENA DE ARAÚJO

A AURORA SOLAR NO MUNDO EMERGENTE. Inovação e Energia Renovável na Transição Energética: análise comparada das políticas estatais de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica.

**Recife
2021**

WEMBLLEY LUCENA DE ARAÚJO

A AURORA SOLAR NO MUNDO EMERGENTE. Inovação e Energia Renovável na Transição Energética: análise comparada das políticas estatais de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Pernambuco – PPGCP-UFPE, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Política.

Área de Concentração: Relações Internacionais.

Orientador: Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima.

Coorientadora: Dr^a. Elia Elisa Cia Alves.

**Recife
2021**

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

A663a Araújo, Wembly Lucena de.

A aurora solar no mundo emergente : inovação e energia renovável na transição energética : análise comparada das políticas estatais de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica / Wembly Lucena de Araújo. – 2021.

304 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima.

Coorientadora: Profª. Drª. Elia Elisa Cia Alves.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Recife, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência Política. 2. Inovações tecnológicas. 3. Energia solar. 4. Brasil.
5. China. 6. Índia. I. Lima, Marcos Ferreira da Costa (Orientador). II. Alves, Elia Elisa Cia (Coorientadora). III. Título.

WEMBLLEY LUCENA DE ARAÚJO

A AURORA SOLAR NO MUNDO EMERGENTE. Inovação e Energia Renovável na Transição Energética: análise comparada das políticas estatais de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Pernambuco – PPGCP-UFPE, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Política.

Área de Concentração: Relações Internacionais.

Orientador: Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima.

Coorientadora: Dr^a. Elia Elisa Cia Alves.

Aprovada em: 14/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima. (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Andrea Quirino Steiner (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Profº. Dr. Henry Iure de Paiva Silva (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Prof^a. Dr^a Joyce Helena Ferreira da Silva (Examinadora Externa)
Faculdade Damas da Instrução Cristã - FADIC

Prof^a. Dr^a Matilde de Souza (Examinadora Externa)
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MG

**Recife
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e as universais energias que se renovam a cada dia.

À minha mãe, Rosário, e ao meu pai, Nilton, pelo amor e dedicação.

Aos meus avós, Henrique Lucena e Lia Carneiro.

A tod@s meus familiares que me incentivaram e estiveram presentes.

À minha Tia Radja Rejane, *in memoriam*.

Ao meu orientador, Marcos Costa Lima, pela sabedoria, ensinamentos, compreensão e suporte na orientação e concretização da tese.

À minha coorientadora, Elia Cia Alves, pela dedicação, profissionalismo e auxílio na realização desse trabalho.

Ao suporte dado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE, que possibilitou e contribuiu para a realização deste trabalho.

Agradeço aos amigos e pesquisadores do Instituto de Estudos Asia-IEASIA (UFPE).

Ao coordenador do PPGCP/UFPE, prof. Dalson Figueiredo.

Aos professores do PPGCP, em especial à Andrea Steiner, Dalson Figueiredo, Gabriela Tarouco, Marcelo Medeiros, Marcos Lima e Ricardo Borges.

Aos professores Andrea Steiner, Gustavo Rocha, Henry Iure, Joyce Helena, Matilde de Souza e Mikelli Ribeiro, pelo aceite em participar e contribuir na concretização deste trabalho.

Ao corpo técnico da UFPE, do DCP, à Alan e Daniel.

Ao GESEne (UFPB), em especial, ao coordenador Henry Iure. Agradeço pela disponibilidade de dados sobre os atos internacionais do Brasil no campo energético e pelas ricas contribuições para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores e especialistas, Aravind Yelery (Peking University); Cheng Jing (University of Hubei); Euler Macedo (UFPB); Flávio Lins (OSN-NE); Narendra Daley (UPES University. India) e Suprava Chakraborty (VIT. India).

Aos amigos que me acompanharam nessa trajetória, em especial, à Jeane Freitas, Nayanna Sabiá, Murilo Mesquita, Thalita Melo, Nathália Diniz e Vinícius Zucotolo.

Aos amigos Jeane Silva, Sócrates Chaves, Josilma Lima, Lídia Bruna, Fabrício Padilha, Damásio Barreto e Glaucilene Maria, pelo apoio nessa jornada.

A tod@s aquell@s que, de alguma forma, contribuíram com sua luz e positividade nessa caminhada.

RESUMO

Diante das transformações energéticas globais e das estratégias de promoção da sustentabilidade, as inovações no campo energético são uma das questões centrais que ocupam os espaços de poder no cenário internacional. Os países em desenvolvimento inclinaram esforços para a promoção de energias não poluentes de modo a contemplarem, tanto o desenvolvimento econômico, quanto mitigarem os desafios ambientais. Dessa forma, o debate em torno de novas tecnologias, direcionadas à promoção de energias renováveis, alcançou relevância nas discussões políticas. No âmbito dessas tecnologias, a energia solar fotovoltaica adquiriu lugar de destaque dentre as principais fontes de energias renováveis difundidas no século XXI. Nesse setor, a China e a Índia encenaram experiências referenciais no nível de capacidade instalada e no fomento de políticas direcionadas à energia solar fotovoltaica. Por outro lado, embora seja possível verificar relativo progresso no nível de sua capacidade instalada, o Brasil ainda apresenta um quadro político limitado comparando-se aos dois emergentes asiáticos. Diante dessas configurações, questionou-se quais fatores políticos explicam os diferentes níveis de desenvolvimento de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica? A hipótese considera que um maior nível de incentivo estatal correspondeu a um nível mais alto de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico. Dessa acepção, o propósito central desse trabalho consiste em investigar os fatores políticos que explicam os diferentes níveis de Brasil, China e Índia no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no período 2009-2019. Para tanto, calcando-se em uma perspectiva metodológica qualitativa e plural, os procedimentos adotados consistiram na realização de estudo exploratório, Análise Histórica Comparativa (AHC), análise documental, estudo de caso comparado fixado na estratégia *small-n*, complementados por seis entrevistas com especialistas. Dessa forma, com base em um Índice de Incentivo Estatal (IIE), uma métrica de comparação criada, concluiu-se que a China e a Índia promoveram políticas muito forte nas Dimensões do Planejamento (DP), na Dimensão dos Instrumentos de Apoio Políticos (DIAP) e na Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN), ao passo que o Brasil demonstrou um fraco nível político na DP, empreendeu uma política estatal forte na DIAP e moderado na DAIN.

Palavras-Chave: Inovação; Energia solar fotovoltaica; Brasil; China; Índia.

ABSTRACT

In the face of global energy transformations and strategies to promote sustainability, the innovations in the energy field are one of the central issues that occupy the spaces of power on the international stage. Developing countries have made efforts to encourage non-polluting energy to contemplate both economic development and mitigate environmental challenges. In this way, the debate around new technologies, aimed at promoting renewable energies, has reached relevance in political discussions. In the scope of these technologies, the photovoltaic solar energy has acquired an important place among the main renewable energy sources widespread in the 21st century. In this sector, China and India staged referential experiences in terms of installed capacity and in the promotion of policies aimed at photovoltaic solar energy. On the other hand, although it is possible to verify relative progress in the level of its installed capacity, Brazil still presents a limited political framework compared to the two emerging asian countries. In view these configurations, it was questioned which political factors explain the different levels of development of Brazil, China and India in the incentive to photovoltaic solar energy? The hypothesis considered that a higher level of state incentive policies corresponded to a higher level of development in the photovoltaic solar energy sector. From this understanding, the central objective of this work is to investigate the political factors that explain the different levels of Brazil, China and India in development of photovoltaic solar energy, in the period 2009-2019. Therefore, based on a qualitative and plural methodological perspective, the procedures adopted consisted of carrying out an exploratory study, the Comparative Historical Analysis (AHC), the documentary analysis, a comparative case study set in the small-n strategy, complemented by six interviews with experts. Thus, based on a State Incentive Index (IIE), a metric of comparison created, it was concluded that China and India promoted very strong incentive policies in the Dimensions of Planning (DP), in the Dimension of Support Instruments Politicians (DIAP) and the Dimension of International Acts (DAIN), while Brazil demonstrated a weak political level in DP, it undertook a strong state policy in DIAP and moderate in DAIN.

Keywords: Innovation; Photovoltaic Solar Energy; Brazil; China; India.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Top 10 dos países em capacidade instalada anual e acumulada em energia solar fotovoltaica, ano base 2018.	27
Figura 2 -	As seis ondas de inovação segundo Maxwell (2009).	39
Figura 3 -	Evolução da temperatura média global da superfície durante o período de observações instrumentais.	45
Figura 4 -	Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) no Brasil, ano base 2019	71
Figura 5 -	Capacidade em Energias Renováveis no Brasil, ano base 2019.	72
Figura 6 -	Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) na China, ano base 2019	74
Figura 7 -	Capacidade em Energias Renováveis na China, ano base 2019	75
Figura 8 -	Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) na Índia, ano base 2019	76
Figura 9 -	Capacidade em Energias Renováveis na Índia, ano base 2019	77
Figura 10 -	Capacidade de adição anual de energias renováveis, por tecnologia, 2013-2019.	81
Figura 11 -	Extrato da patente da primeira célula solar, registrada em março de 1954.	89
Figura 12 -	Célula Fotovoltaica.	91
Figura 13 -	Placas de células solares fotovoltaicas.	92
Figura 14 -	Fluxograma da cadeia solar fotovoltaica.	95
Figura 15 -	Capacidade Global de Energia Solar Fotovoltaica, por país e região, 2009-2019.	97
Figura 16 -	Preço global médio computado a partir dos preços dos leilões em eólica e solar fotovoltaico, 2010-2016.	98
Figura 17 -	Capacidade instalada global de energia solar fotovoltaica e adição anual, 2009-2019.	99
Figura 18 -	Das dimensões explicativas.	113
Figura 19 -	Dimensões Explicativas e Unidade de Análise da Pesquisa.	125
Figura 20 -	Energia solar em unidades habitacionais do PMCMV.	139

Figura 21 -	Visita de Xi Jinping a uma das filiais da indústria fotovoltaica chinesa.	150
Figura 22 -	Visita de Narendra Modi a parque solares em Gujarat.	159
Figura 23 -	Síntese das principais políticas que envolvem a energia solar (Brasil, China e Índia).	181
Figura 24 -	Sexta Reunião de Diálogo Estratégico Índia-China (SED).	212

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Nível de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico, 2009-2019. (Brasil, China e Índia).	28
Gráfico 2 -	Atos Internacionais entre Brasil-China e Brasil-Índia no Campo Energético (1990-2015)	83
Gráfico 3 -	Atos Internacionais entre Brasil-China e Brasil-Índia no Campo Energético, por ano (1990-2015).	84
Gráfico 4 -	Atos internacionais Brasil-China e Brasil-Índia por fonte energética (1990-2015).	85
Gráfico 5 -	Nível de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico no Brasil (2009-2019).	140
Gráfico 6 -	Nível de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na China (2009-2019).	151
Gráfico 7 -	Nível de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na Índia (2009-2019).	161
Gráfico 8 -	FIT Nacional em energia solar fotovoltaica (China).	189
Gráfico 9 -	Aplicação de FIT para energia solar fotovoltaica em Brasil, China e Índia, 2000-2019.	190
Gráfico 10 -	Despesas em P&D (% do PIB)	204
Gráfico 11 -	Despesas em P&D anuais dos 21 principais fabricantes fotovoltaicos, 2007-2018.	204
Gráfico 12 -	Patentes em Energia Solar Fotovoltaica (Brasil, China e Índia).	208
Gráfico 13 -	Patentes em Energia Solar Fotovoltaica por % (Brasil, China e Índia).	208
Gráfico 14 -	Número de publicações por país sobre a energia solar fotovoltaica, Web of Science, 2009-2019	209
Gráfico 15 -	Nível das políticas estatais na dimensão do planejamento (Brasil, China e Índia).	236
Gráfico 16 -	Nível de atuação estatal na DAIN (Brasil, China e Índia).	242

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Experiência humana do aquecimento global.	46
Mapa 2 -	Potencial de Poder Fotovoltaico. Recurso Solar, Mundo.	87
Mapa 3 -	Potencial de Poder Fotovoltaico. Recurso Solar, Brasil.	131
Mapa 4 -	Potencial de Poder Fotovoltaico. Recurso Solar, China.	142
Mapa 5 -	Potencial de Poder Fotovoltaico. Recurso Solar, Índia.	153
Mapa 6 -	Três regiões da China com adoção de FITs.	188

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Estrutura da tese por capítulos.	34
Quadro 2 -	Cinco Revoluções Tecnológicas Sucessivas, 1772-2000.	38
Quadro 3 -	Três tendências no desenvolvimento do campo energético.	40
Quadro 4 -	Principais ODS que favorecem uma Transição Energética.	50
Quadro 5 -	Estrutura Cronológica das principais Conferências sobre Mudanças Climáticas e Energias Renováveis.	52
Quadro 6 -	Tipos de Políticas de Inovação.	61
Quadro 7 -	Síntese das três gerações de tecnologias fotovoltaicas.	94
Quadro 8 -	Síntese da literatura sobre energia solar fotovoltaica (Brasil, China e Índia).	104
Quadro 9 -	As três dimensões explicativas a partir da literatura selecionada.	112
Quadro 10 -	Termos e plataformas de busca utilizados na pesquisa.	119
Quadro 11 -	Plataformas nacionais e internacionais utilizadas para coleta de dados.	124
Quadro 12 -	Índice de Incentivo Estatal (IIE)	127
Quadro 13 -	Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar no Brasil.	133
Quadro 14 -	Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar na China.	144
Quadro 15 -	Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar na Índia.	155
Quadro 16 -	Principais políticas que envolvem a energia solar em Brasil, China e Índia.	169
Quadro 17 -	Comparação na dimensão do planejamento (Brasil, China e Índia).	182
Quadro 18 -	Síntese dos Subsídios fotovoltaicos nas províncias chinesas.	183
Quadro 19 -	Principais subsídios aplicáveis à projetos de energia solar no Brasil.	184
Quadro 20 -	Alguns dos Estados indianos com subsídios em energia solar.	186
Quadro 21 -	Subsídios aplicados aos projetos de parques solares na Índia (Fases em %).	186
Quadro 22 -	Comparação em relação aos subsídios (Brasil, China e Índia).	187
Quadro 23 -	Comparação em relação às FITs (Brasil, China e Índia).	191
Quadro 24 -	Comparação em relação à adoção de <i>net metering</i> (Brasil, China e Índia).	192

Quadro 25 -	Comparação em relação aos CER's (Brasil, China e Índia).	194
Quadro 26 -	Comparação em relação aos leilões realizados (Brasil, China e Índia).	197
Quadro 27 -	Principais instituições públicas e intergovernamentais com linhas de financiamentos para desenvolvedores de projetos fotovoltaicos (Brasil, China e Índia).	201
Quadro 28 -	Comparação em relação ao Financiamento Público (Brasil, China e Índia).	203
Quadro 29 -	Comparação em relação ao Fomento à P&D (Brasil, China e Índia).	209
Quadro 30 -	Síntese dos principais atos internacionais em energias renováveis com a solar em destaque (Brasil, China e Índia).	215
Quadro 31 -	Comparação na dimensão dos atos internacionais.	235
Quadro 32 -	Figuras comparativas na DIAP à energia solar fotovoltaica (Brasil, China e Índia).	240
Quadro 33 -	Quadro síntese das políticas estatais de Brasil, China e Índia para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.	243
Quadro 34 -	Escalas de comparação do nível de incentivo estatal para o setor de energia solar fotovoltaico, Brasil, China e Índia	247

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características de velhos e novos projetos orientados para missão.	63
Tabela 2 -	O Most Similar Systems Design (MSSD) e o Most Different Systems Design (MDSD).	122
Tabela 3 -	Quantidades comercializadas e preços de venda a cada leilão.	195
Tabela 4 -	Leilões em energia solar na Índia.	196
Tabela 5 -	Leilões em energia solar na China.	197
Tabela 6 -	Síntese das dimensões analisadas (Brasil, China e Índia).	245

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.
ABSOLAR	Agência Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ABENS	Associação Brasileira de Energia Solar.
AGTIN	Agenda de Ação de Três anos da Índia.
AHC	Análise Histórica Comparativa.
AIE	Agência Internacional de Energia.
ALADI	Associação Latino-Americana de Integração.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
APEP	Asia Pacific Energy Portal.
ASEM	The Asia-Europe Meeting.
BASA	Banco da Amazônia.
BB	Banco do Brasil.
BNB	Banco do Nordeste do Brasil.
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
BIPV	Building Integrated PhotoVoltaics.
BRIP	Brightness Programme.
CAREC	Central Asia Regional Economic Cooperation Program.
CAS	Chinese Academy of Sciences.
CCEE	Câmera de Comercialização de Energia Elétrica.
CCRE	Comissão Central de Regulamentação de Eletricidade.
CDB	China Development Bank.

CDS	Comissão de Desenvolvimento Sustentável.
CERs	Certificados de Energias Renováveis.
CELAC	Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos.
CEF	Caixa Econômica Federal.
CIGRÉ	Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.
CIF	Climate Investment Funds.
CRESESB	Centro de Referência para as Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito.
CONFAZ	Comissão Nacional Fazendária.
COPs	Conferências entre as Partes.
CPP	Comitê Permanente do Politburo Central do Partido Comunista da China.
CRED	Centro de Desenvolvimento de Energias Renováveis da China.
DAIN	Dimensão dos Atos Internacionais.
DCA	Diálogo de Cooperação Asiática.
DDPS	Diretrizes para o Desenvolvimento de Parques Solares.
DISCOMS	Distribution Companies.
DIAP	Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político.
DP	Dimensão do Planejamento.
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos.
FIT	Feed-in-Tariff.
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste.
FNESI	Federação Nacional de Energia Solar da Índia.

FMI	Fundo Monetário Internacional.
GCAE	Gabinete de Comissão de Assuntos Econômicos.
GCSR	Grid Connect Solar Rooftop Programme.
GD	Geração Distribuída.
GEE	Gases Efeito Estufa.
GSP	Golden Sun Programm.
GW	GigaWatts.
HHDC	<i>Huanghe Hydropower Development Co.</i>
IDEAL	Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina.
IEC	<i>International Electrotechnical Commission.</i>
IEEFA	<i>Institute for Energy Economics and Financial Analysis.</i>
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura.
IIE	Índice de Incentivo Estatal.
INCT-ERREA	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia.
INCT-NAMITEC	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos.
INES	Instituto Nacional de Engenharia em Superfícies.
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual.
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano.
IRENA	Agência Internacional de Energias Renováveis.
IREDA	Agência Indiana de Desenvolvimento de Energias Renováveis.
ISA	International Solar Alliance.

ISSQN	Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza.
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis.
LEREN	Lei das Energias Renováveis.
LEI2003	Lei da Eletricidade.
MC2025	Made in China 2025.
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.
MDIC	Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços.
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpido.
MDSD	<i>Most Different Systems Design</i>
MIGDI	Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
MME	Ministério de Minas e Energia.
MNRE	Ministério de Novas e Energias Renováveis.
MOF	Ministry of Finance.
MOFCOM	Ministry of Commerce.
MOHURD	Ministry of Housing and Urban-Rural Development.
MOST	Ministry of Science and Technology.
MRE	Ministério das Relações Exteriores.
MSNIN	Missão Solar Nacional Jawaharlal Nehru.
MSSD	<i>Most Similar Systems Design.</i>
MW	<i>Megawatts.</i>
NDB	Novo Banco de Desenvolvimento.
NDRC	National Development and Reform Commission.
NEC	National Energy Commission.

NEA	National Energy Administration.
NFER	Novas Fontes de Energias Renováveis.
NISE	National Institute Solar Energy.
NITI	National Institution for Transforming India.
OCR	Obrigação de Compras de Renováveis.
OCX	Organização para Cooperação de Xangai.
OMC	Organização Mundial do Comércio.
OPEC	Organização dos Países Produtores de Petróleo.
PACE	Partnership to Advance Clean Energy.
PADIFI	Plano de Ação para o Desenvolvimento da Industria Fotovoltaica Inteligente.
PADIS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays.
PANMC	Plano de Ação Nacional sobre Mudanças Climáticas.
PDEE	Plano Decenal de Expansão Energética.
PDMLER	Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para Energias Renováveis.
PDTIC	Programa de P&D em Tecnologias-Chave.
PDTIER	Projeto da Política de Desenvolvimento de Tecnologia e Inovação para Novas Energias e Renováveis.
PEACE	Promoting Energy Through Clean Energy.
PECO	Países da Europa Central e Oriental.
PECRU	Política Econômica Rural.
PENER	Plano Estratégico para o Setor de Novas Energias e Renováveis para o período 2011-2017.

PENUR	Política Energética Rural.
PERV	Programa de Eletrificação em Vilas Remotas.
PERural	Política de Eletrificação Rural.
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento.
PG	Política Governamental.
PHMCMV	Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida.
PLpT	Programa Luz para Todos.
PNB	Punjab National Bank.
PNE	Plano Nacional de Energia 2030.
PNE2018	Plano Nacional de Eletricidade 2018.
PNEE	Plano Nacional de Eficiência Energética.
PNHES	Política Nacional Híbrida Eólica-Solar.
PNMC	Plano Nacional de Mudanças Climáticas.
PNMCC	Plano Nacional de Mudanças Climáticas da China.
PNP	Plano de Nacionalização Progressiva.
PNPB	Programa Nacional de Pesquisa Básica – 973.
PNP&D	Programa Nacional de P&D de alta tecnologia – 863.
PPP	Parceria Público-Privada.
PQDE	Plano Quinquenal de Desenvolvimento Energético.
PQDEE	Plano Quinquenal de Desenvolvimento de Energia Elétrica.
PQDER	Plano Quinquenal de Desenvolvimento de Energia Renovável.
PQDIEE	Plano Quinquenal de Desenvolvimento das Indústrias Emergentes Estratégicas.
PQDES	Plano Quinquenal de Desenvolvimento Econômico e Social.

PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Estratégico de Estados e Municípios.
ProGD	Programa de Desenvolvimento de Geração Distribuída de Energia Elétrica.
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.
PSRaj	Política Solar para a região de Rajasthan.
PTPFRP	Plano de Trabalho do Projeto Fotovoltaico de Redução da Pobreza.
PV	Photovoltaic.
QCA	Qualitative Comparative Analysis.
RE2030	Revolução Estratégica de Produção e Consumo Energético.
REIDI	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura.
RMB	Rimimbi.
REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
REEEP	Parceria para Energias Renováveis e Eficiência Energética.
RM2015	Resolução Ministerial para ampliação de energia solar conectada à rede.
RSP	Rooftop Solar Program.
SBI	State Bank of India.
SECI	Solar Energy Corporation of India Limited.
SIGFI	Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente.
SNI	Sistema Nacional de Inovação.
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia.
SUDECO	Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste.

SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.
TEP	Township Electrification Program.
TW	Terawatts.
UBHARA	Ujwal Bharat
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change.
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas.
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization.
WP2012	White Paper: Política Energética da China 2012.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	DA PAISAGEM CONTEXTUAL E TEÓRICA.....	35
2.1	INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.....	35
2.1.1	Das revoluções tecnológicas no campo energético.....	37
2.1.2	Do paradigma energético dos combustíveis fósseis ao conceito de segurança energética.....	41
2.1.3	Da crise ambiental, limites da natureza e a necessidade de transição energética....	42
2.1.4	Dos esforços internacionais em busca da transição energética.....	47
2.2	DA TEORIA À PRAXIS POLÍTICA: O ESTADO E AS POLÍTICAS DE INCENTIVO À INOVAÇÃO.....	58
2.2.1	Teoria e Estado nas políticas de incentivo à inovação.....	58
2.2.2	Das políticas de inovação orientadas para missão.....	62
2.2.3	O debate sobre as políticas estatais de incentivo à inovação.....	64
3	NO HORIZONTE, O MUNDO EMERGENTE: CENÁRIOS DE BRASIL, CHINA E ÍNDIA E O DEBATE SOBRE AS ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	69
3.1	DO CENÁRIO ENERGÉTICO DO BRASIL.....	70
3.2	DO CENÁRIO ENERGÉTICO DA CHINA.....	72
3.3	DO CENÁRIO ENERGÉTICO DA ÍNDIA.....	75
3.4	DO DEBATE EM ÓRBITA DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA NOVA REVOLUÇÃO ENERGÉTICA?.....	78
4	O CENÁRIO GLOBAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	86
4.1	HISTÓRICO SOBRE A EVOLUÇÃO DA ENERGIA SOLAR.....	88
4.2	DAS TECNOLOGIAS DE ENERGIA SOLAR: TIPOLOGIAS, GERAÇÕES E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	90
4.2.1	Das tecnologias de energia solar.....	90
4.2.2	Das gerações de energia solar.....	92
4.2.3	Dos sistemas fotovoltaicos.....	94
4.3	DO CONTEXTO GLOBAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	96
5	DOS ESTUDOS DAS POLÍTICAS DE INCENTIVO À ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: BRASIL, CHINA E ÍNDIA.....	100

5.1 DOS INSTRUMENTOS DE APOIO POLÍTICO À ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	114
5.1.1 Dos Subsídios (S).....	114
5.1.2 Das Feed in Tariffs (FITs).....	115
5.1.3 Da Net Metering (N)/Autoconsumo (AC).....	115
5.1.4 Dos Certificados de Energias Renováveis (CERs) / Obrigação de Compra de Renováveis (OCRs).....	116
5.1.5 Dos Leilões (L).....	116
5.1.6 Do Financiamento Público (FP).....	117
5.1.7 Do Fomento à P&D (P&D).....	117
6 DA PAISAGEM METODOLÓGICA.....	119
6.1 DAS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	119
6.2 DAS FONTES E COLETAS DE DADOS.....	123
6.3 DO ÍNDICE DE INCENTIVO ESTATAL (IIE).....	124
7 A AURORA SOLAR NO MUNDO EMERGENTE: BRASIL, CHINA E ÍNDIA EM PAISAGENS FOTOVOLTAICAS.....	129
7.1 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL.....	130
7.1.1 Do potencial solar fotovoltaico no Brasil.....	130
7.1.2 Dos atores do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil.....	132
7.1.3 Da trajetória de desenvolvimento do setor fotovoltaico no Brasil.....	134
7.2 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA.....	141
7.2.1 Do potencial solar fotovoltaico na China.....	141
7.2.2 Dos atores do setor de energia solar fotovoltaica chinês.....	143
7.2.3 Da trajetória de desenvolvimento do setor fotovoltaico na China.....	145
7.3 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NA ÍNDIA.....	152
7.3.1 Do potencial solar fotovoltaico na Índia.....	152
7.3.2 Dos atores do setor fotovoltaico indiano.....	154
7.3.3 Da trajetória de desenvolvimento do setor fotovoltaico na Índia.....	155
8 DAS POLÍTICAS DE INCENTIVO ESTATAIS DE BRASIL, CHINA E ÍNDIA: ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	162
8.1 DAS DIMENSÕES EXPLICATIVAS DAS POLÍTICAS ESTATAIS EM PERSPECTIVA COMPARADA.....	163
8.1.1 Dimensão do Planejamento (DP).....	163
8.1.2 Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP).....	182

8.1.2.1 Dos Subsídios (S).....	182
8.1.2.2 Das Feed in Tariffs (FITs).....	187
8.1.2.3 Da <i>Net Metering</i> (N)/Autoconsumo (AC).....	191
8.1.2.4 Dos Certificados de Energias Renováveis (CERs)/Obrigação de Compra de Renováveis (OCRs).....	193
8.1.2.5 Dos Leilões (L).....	194
8.1.2.6 Do Financiamento Público (FP).....	198
8.1.2.7 Do Fomento à P&D (P&D)	203
8.1.3 Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN).....	210
8.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	235
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	248
REFERÊNCIAS.....	254

1 INTRODUÇÃO

No cenário de elevada demanda por energia, dos desafios ao meio ambiente e das necessidades de transformações no setor energético, desenvolver políticas de incentivo às energias renováveis configura em uma das estratégias centrais para os diversos Estados nacionais. Nessa conjuntura, avulta-se a premência de os países assegurarem o fornecimento de energia, reduzirem as imprevisibilidades quanto aos custos, decorrentes das instabilidades nos mercados energéticos, enquanto elevaram-se as discussões sobre a adoção de políticas de incentivo direcionadas às energias oriundas de fontes renováveis (REN21, 2017; IRENA, 2018; REN21, 2018a; REN21, 2018b; IRENA, et. al., 2018).

No início do século XXI, conforme apontou Fuser, aflorou um cenário de aumento nos preços da energia. Os Estados passaram a atuar, acentuadamente, na gestão de seus recursos energéticos, no estabelecimento de novos acordos políticos e nas trocas de experiências no campo tecnológico. Em vista disto, necessitaram ampliar a gama de incentivos políticos visando promover o processo de transição energética (FUSER, 2013). Dessa forma, diversos foram os países que, gradativamente, tentaram diversificar suas matrizes energéticas por meio da integração de fontes renováveis localmente disponíveis, além de reduzir as dependências das importações, com olhar para seus processos de desenvolvimento econômico (IRENA, 2015).

Em busca de novos modelos de crescimento, as tecnologias de energias renováveis representam uma área em alto relevo nos debates políticos, especialmente, sobre as possibilidades de mitigação das emissões de CO₂ e promoção da sustentabilidade, ancorada na perspectiva do desenvolvimento sustentável. Dentro desse debate, com base na construção de um cenário de transição energética para baixo carbono, Losekann e Hallack (2017) apontaram que a elevação das energias renováveis no cenário global se deve, sobretudo, ao surgimento de tecnologias emergentes, com destaque para as tecnologias de energia eólica e solar. Nesse panorama, Teles da Silva *et. al.* (2018) ressaltam que a energia solar é considerada uma modalidade energética sustentável e que o processo de produção de painéis solares, seu principal componente, é considerado ambientalmente gerenciável.

Dentro dessa compreensão, estrategicamente, as decisões relacionadas ao setor de energia se colocaram como forças motrizes para as discussões sobre os desafios climáticos (SCHAEFFER et. al., 2018). De tal modo que as políticas dedicadas ao desenvolvimento de energia solar fotovoltaica se inseriram, gradativamente, nos projetos estatais de países distintos. Emerge-se, nesse sentido, o reconhecimento do potencial da energia solar fotovoltaica e sua incorporação, como uma fonte de energia renovável, na formulação e implementação de

políticas energéticas nacionais (SOLANGI et. al., 2011; SAHU, 2015; CIF, 2018; REN21, 2018a; REN21, 2018b; PALAGE et. al., 2019; REN21, 2019a).

Diante do avanço da indústria moderna, os combustíveis provenientes de fontes poluentes passaram a ser utilizados como principais fontes energéticas. No entanto, as crises econômicas, influenciadas pela escassez dos combustíveis fósseis, estimularam o desenvolvimento de novas tecnologias e a ampliação de pesquisas direcionadas às fontes de energias renováveis (REBOLLAR; RODRIGUES, 2011). Dessa forma, com base em uma perspectiva histórica e política, delineia-se os principais elementos que possibilitaram a arquitetura contextual desse processo.

A maneira como cada país conduz e direciona sua política energética pode evidenciar a estratégia adotada frente aos potenciais cenários de crises energéticas, com reflexos ao seu modelo de desenvolvimento econômico. Portanto, entende-se que há distinções nas trajetórias de cada país. Enquanto os países desenvolvidos figuraram entre os pioneiros, apenas no início do século XXI, os países emergentes¹ intensificaram iniciativas para a promoção de políticas de incentivo às energias renováveis (REN21, 2014; IRENA et. al., 2018).

Diante de uma conjuntura econômica global, reverberada nos moldes de superexploração dos recursos naturais e dos padrões de consumo insustentáveis, alguns países compartilham do entendimento de que suas políticas precisam ser moldadas. Dessa maneira, as políticas estatais dedicadas à inovação são recursos triviais para o sucesso de soluções frente os atuais desafios socioambientais (FAGERBERG, 2018; 2016). Nesse debate público, reconhece-se que Brasil, China e Índia, enquanto países emergentes, se qualificaram como promotores de políticas de incentivos às energias renováveis (AZUELA et. al, 2014). O Brasil, apesar de apresentar uma das matrizes elétricas mais limpas, influenciada pela presença da hidrelétrica, apenas nas últimas décadas tem promovido, consistentemente, políticas de incentivo às energias renováveis. No entanto, no horizonte das novas fontes de energias renováveis (LOSEKANN, HALLACK, 2017), o país ainda figura na retaguarda de outras economias em desenvolvimento, como por exemplo, China e Índia (REN21, 2018a; REN21, 2018b).

No universo das fontes renováveis, a energia solar fotovoltaica se tornou, na última década, uma das principais tecnologias adotadas pelos países (REN21, 2020). A figura 01

¹ Para fins analíticos, conforme elucidou Huelsz (2009), países emergentes são aqueles reconhecidos com uma significativa identidade e visão definida da realidade internacional; situam-se em distintos contextos estruturais de economias industrializadas, porém dotados de capacidades materiais que permitem relativa influência no meio internacional. Tendem, por sua vez, de diferentes formas, instigar a agenda global em relação aos poderes tradicionais; apresentam estratégias políticas com caráter reformista e, além disso, são admitidos na qualidade de potências regionais.

apresenta os 10 principais países e a União Europeia referente ao setor solar fotovoltaico, considerando a capacidade instalada anual e acumulada, com base no ano de 2018.

Figura 1 – Top 10 dos países em capacidade instalada anual e acumulada em energia solar fotovoltaica, ano base 2018².

FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY			FOR CUMULATIVE CAPACITY		
1		China	45,0 GW	1	
2		India	10,8 GW	2	
3		USA	10,6 GW	3	
4		Japan	6,5 GW	4	
5		Australia	3,8 GW	5	
6		Germany	3,0 GW	6	
7		Mexico	2,7 GW	7	
8		Korea	2,0 GW	8	
9		Turkey	1,6 GW	9	
10		Netherlands	1,3 GW	10	
			EU*	8,3 GW	
			EU*	115,0 GW	

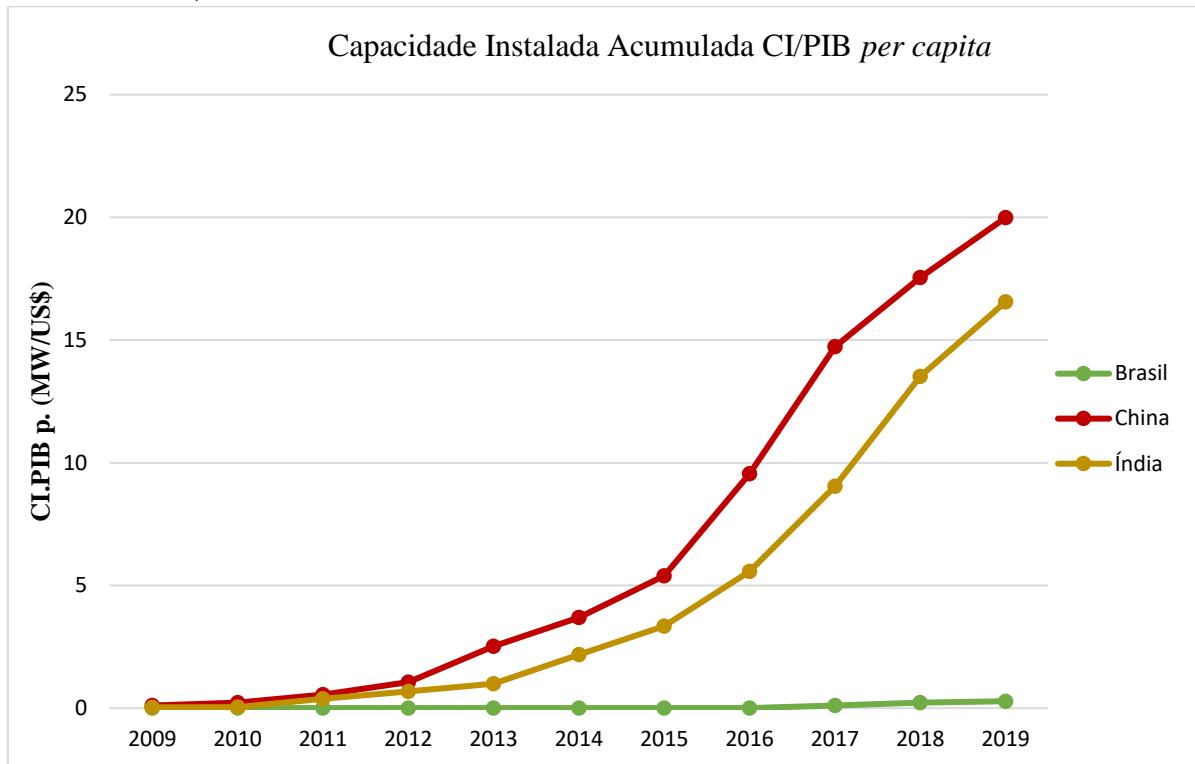
*A União Europeia figuraria no quarto lugar em capacidade instalada anual e em segundo em capacidade acumulada.

Fonte: IEA.PVPS, 2019, p. 7.

Diante desse cenário, no campo do setor de energia solar fotovoltaica, entre os países emergentes, China e Índia encenaram experiências em destaque, ao passo que o Brasil ficou na retaguarda (IRENA, 2019a, 2020a; WORLD BANK DATA, 2020a). Para esse diagnóstico, observaram-se, no período 2009-2019, os níveis de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico de Brasil, China e Índia. Para tanto, ponderou-se o nível da capacidade instalada acumulada pelo PIB/per capita (MW/US\$), conforme está ilustrado no gráfico 01 a seguir.

² Dados da IEA.PVPS (2021), ano base 2020, sinalizam a China (1^a posição/48,2 GW), Índia (6^a/4,4GW) e Brasil (9^a/3,1 GW) em capacidade instalada adicionada e China (1^a/253,4 GW) e Índia (5^a/47,4), mas sem a presença do Brasil no top 10 em capacidade instalada acumulada em energia solar fotovoltaica.

Gráfico 1 – Nível de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico, 2009-2019. (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaboração própria com base em IRENA (2019a, 2020a) e World Bank Data (2020a).

Diante desse ambiente, sinaliza-se que as políticas de incentivo empreendidas pelo Estado chinês (ZHANG; HE, 2013; KOK, 2015; GANG, 2015; LIU et. al., 2018) e pelo Estado indiano (ALTENBURG; ENGELMEIE, 2013; KOK, 2015; AKOIJAM; KRISHNA, 2017) foram significativas para a promoção do setor de energia solar fotovoltaico. Enquanto isso, as políticas implementadas pelo Brasil apresentaram-se ainda limitadas para um desenvolvimento mais expressivo do setor (HELD, 2017; MONTEIRO et. al., 2017; FERREIRA et. al., 2018; GARLET et. al., 2019; RIGO et. al., 2019). Diante dessas considerações, questionou-se quais fatores políticos explicam os diferentes níveis de desenvolvimento de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica? Em face dessa questão, elencou-se algumas indagações secundárias: a saber: i) Como as políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica foram inseridas nas agendas estatais de Brasil, China e Índia? (ii) Quais dimensões políticas explicam os diferentes níveis de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica?

O objetivo geral do presente trabalho consiste em investigar os fatores políticos que explicam os diferentes níveis de Brasil, China e Índia no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no período 2009-2019. Especificamente, pretende-se (i) identificar as distintas trajetórias de Brasil, China e Índia em suas políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica e

(ii) analisar comparativamente as políticas estatais de incentivo ao setor de energia solar fotovoltaica a partir da Dimensão do Planejamento (DP), da Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP) e da Dimensão dos Atos Internacionais (DIAP). Dessa forma, a hipótese de pesquisa, por sua vez, considerou que um maior nível de incentivo estatal correspondeu a um nível mais alto de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica durante o período 2009-2019.

Das justificativas da pesquisa para o campo de estudo da Ciência Política e Relações Internacionais, cumpre ressaltar que, conforme sustentou Rifkin (2011 *apud* BARBOSA, 2014), tratar da questão energética, sob a perspectiva da política, é requisito vital para um país, pois, comprehende-se que os regimes de energia delineiam a conjuntura das sociedades. Assim, ergue-se a necessidade de entender como as políticas são estruturadas, como o poder político é conduzido e como as relações econômicas e sociais podem ser afetadas nesse contexto.

Diante dessa atmosfera, ao considerar os desafios globais, decorrentes do aumento de gases poluentes, Losekann e Hallack (2017) compartilham do entendimento de que a atual matriz energética global, principalmente ancorada em combustíveis fósseis, gerou desafios ambientais emergentes na agenda política dos países, de modo a sinalizar como suas posturas, nacionais e internacionais, foram construídas.

Dessa forma, o objeto desse estudo motivou-se também pelo comprometimento com a produção de conhecimento que atende a questionamentos em face dos desafios socioambientais. Nesse terreno, a pesquisa contribui para a elaboração de políticas públicas, proporcionando, sobretudo, a elevação do debate sobre energias renováveis, políticas de incentivo à fonte solar fotovoltaica, com reflexos na construção de processos de desenvolvimento econômico sustentáveis.

Nesse ambiente, considera-se que, no contexto da inevitabilidade do esgotamento dos recursos fósseis, os Estados necessitam desenvolver mudanças em suas matrizes energéticas, por meio de novas fontes de energias de caráter renovável. Eleva-se, a partir dessa conjuntura, a percepção de que há uma nítida relação entre as políticas estatais, busca da segurança energética, sustentabilidade e desenvolvimento econômico. Assim, o presente trabalho contempla tanto as discussões sobre transição energética e políticas de inovação, como os cenários de energias renováveis em países emergentes, com foco específico nas políticas estatais de incentivo ao setor da energia solar fotovoltaico de Brasil, China e Índia.

Ressalta-se, contudo, que as tecnologias de inovação exercem um papel fundamental no desenvolvimento de fontes de energias renováveis (GENG; JI, 2016). Nesse espectro, a energia solar fotovoltaica vem apresentando significativos índices de crescimento (MARTINS et. al.,

2008; SANTOS, 2017; REN21, 2018a; REN21, 2018b; REN21, 2019a). Além disso, acolhe-se o argumento de Sahu (2015) ao ressaltar que “entre todas as fontes de energia renováveis, a energia solar é uma das fontes de energia mais abundantes e mais limpas” (p. 621). Sendo a tecnologia fotovoltaica a mais difundida no mercado (KHAN; ARSALAN, 2016).

Dessa forma, entende-se que a energia solar fotovoltaica é uma das principais tecnologias a desempenhar um papel fulcral, com um olhar para o longo prazo, no âmbito das energias renováveis (SUBTIL LACERDA; BERGH, 2016). Nesses termos, assinala-se que a seleção pela energia fotovoltaica se justifica por ser considerada a tecnologia solar mais utilizada no cenário global (ZHANG; HE, 2013). Além disso, é uma tecnologia potencialmente relevante no processo de transição energética em cada um dos países em estudo. Portanto, conforme assinalou Santos (2017), os trabalhos que contemplem estudo aprofundado com base nessa fonte de energia devem ser compreendidos como necessários e meritórios.

A China e a Índia foram selecionadas por serem países com experiências relevantes no desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico. Por outro lado, ambos os países compartilham de características similares. Brasil, China e Índia (1) são considerados países em desenvolvimento, (2) são dotados de peso relativo em seus contextos regionais, (3) apresentam desafios energéticos comuns, tais como conciliar a produção energética e crescimento da demanda doméstica e (4) situam-se no cenário de discussões de economias emergentes do sul global. Nasceu, desse contexto, uma investigação dedicada a compreender o processo em que se desenvolveu “a aurora solar no mundo emergente”, com foco específico nos casos de Brasil, China e Índia.

Inclui-se, ainda como justificativa, a observação de que ainda há poucos trabalhos que tratam da temática, envolvendo países emergentes, sob a ótica da política comparada. Especificamente, considerando Brasil, China e Índia, circunscritos ao contexto das políticas estatais de incentivo à energia solar fotovoltaica.

O presente estudo adota o recorte temporal 2009-2019. Entende-se que, a partir de 2009, o cenário internacional pós-crise financeira levou muitos países a repensarem suas estratégias energéticas (FRITZ-MORGENTHAL, 2009). Houve, portanto, um relativo aumento de políticas de incentivo ao setor de energia solar fotovoltaico, evidenciados na China (ZHANG; HE, 2013; ANDREWS-SPEED; ZHANG, 2015) e na Índia (RAINA; SINHA, 2019; ROHANKAR et. al., 2016); além disso, ainda em 2009, ocorre a institucionalização da Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), organização internacional que passou a publicar dados sobre energias renováveis, incluindo o nível de capacidade instalada de energia solar fotovoltaica por país. O recorte superior justifica-se pelo limite temporal da pesquisa em

função da disponibilidade das fontes de dados utilizados neste trabalho. No entanto, salienta-se ainda que, por se tratarem de realidades complexas, fez-se necessário calcar-se em uma perspectiva histórica, o que levou a uma investigação mais atenta a contextos políticos anteriores que, por sua vez, possibilitou uma compreensão mais nítida das trajetórias das políticas estatais de cada um dos países referentes à área da política energética em estudo.

Nos casos da China e da Índia, vale salientar que as políticas de energia solar fotovoltaica estão inseridas numa plataforma que contempla o desenvolvimento econômico e sustentável. Dessa constatação, nota-se que as posturas desses países se coadunam com os compromissos políticos direcionados às mitigações das mudanças climáticas, redução das taxas de pobreza, bem como a elevação de esforços de redução da dependência de combustíveis fósseis (KOK, 2015). No campo da energia solar, a China é um ator-chave no mercado global, principalmente como ator influenciador na diminuição dos custos dos painéis solares fotovoltaicos e, como consequência, na difusão da tecnologia para os demais países (CUNHA, 2017). Ressalta-se ainda que, desde 2008, a China se qualificou como a maior produtora em painéis fotovoltaicos (ZHANG; HE, 2013).

Situada na mesma região asiática, emerge outro gigante, a Índia, que por sua vez, se posicionou em um lugar de destaque no setor fotovoltaico. A política indiana de energia solar fotovoltaica posiciona o país entre os principais no processo de expansão dessa fonte energética, considerando seu nível de geração e elevada demanda doméstica pela eletricidade (NASCIMENTO, 2017). Diante desse cenário, a Índia se traduz em um exemplo relevante no processo de aprendizado sobre políticas de energia solar (ALTENBURG; ENGELMEIER, 2013). Para Hayashi (2019), os avanços tecnológicos em energia solar protagonizados por China e Índia resultam, principalmente, do apoio das políticas estatais. Em vista disso, ambos os casos são laboratórios úteis para uma investigação orientada à transição energética, a partir das políticas de incentivo ao setor solar fotovoltaico. Dessa forma, as experiências chinesas e indianas, no campo solar fotovoltaico, serviram como parâmetros comparativos em relação ao caso brasileiro.

Quanto aos procedimentos metodológicos, fez-se necessário compreender as abordagens, formas de análises, fontes e coletas de dados. Para seu desenvolvimento, a pesquisa revestiu-se de uma metodologia qualitativa. Nesses termos, para a construção dos aspectos conceituais e teóricos utilizou-se de um estudo exploratório por meio da revisão da literatura especializada e estudo documental. Para tanto, ancorou-se no aporte teórico sobre políticas de inovação, energias renováveis e energia solar. Na abordagem das políticas de inovação centrou-se no papel do Estado como promotor das políticas de inovação. Ressalta-se, a efeito de

demarcação teórica, as políticas de inovação orientadas para missão e o papel estatal como indutor da inovação.

Para o estabelecimento da perspectiva comparada, utilizou-se da estratégia de análise de estudo de caso comparado. Para tanto, partiu-se do argumento de Rezende (2011) ao considerar que é possível utilizar da estratégia do *small-n* quando se tem um pequeno número de casos – (Brasil, China e Índia) – como método válido para se alcançar inferências causais. Uma vez que, conforme Yin (2001, p. 32), o estudo de caso consiste em uma investigação empírica que, ao lidar com as condições contextuais de fenômenos contemporâneos, permite clarificar os delineamentos entre o fenômeno estudado e o contexto no qual está inserido.

Assim, diante da complexidade de cada um dos países, conforme mencionado, fez-se necessário se debruçar nas bases de uma perspectiva histórica. Segundo Marconi e Lakatos (2003), o método histórico consiste em uma investigação dos acontecimentos e processos ocorridos no passado, que influenciaram as sociedades, e que possibilita a recuperação de elementos para a compreensão de suas mudanças ao longo do tempo. Nesse terreno, utilizou-se de instrumentais da Análise Histórica Comparativa (AHC), isso significa a identificação de padrões e regularidades presentes na trajetória histórica em cada um dos casos selecionados e, em seguida, avaliados por um Índice de Incentivo Estatal (IIE). Ademais, a pesquisa utilizou-se da análise de conteúdo documental, complementadas com seis entrevistas realizadas com especialistas.

Em sua estrutura, a presente tese encontra-se organizada, além da presente parte introdutória, em sete capítulos. O primeiro capítulo dedica-se ao quadro contextual e teórico. A abordagem parte das temáticas da sustentabilidade e da inovação na transição energética. Adentra-se às discussões em torno da crise ambiental e a necessidade de transição energética. Em seguida, resgata-se da era das revoluções tecnológicas no campo energético à construção do paradigma dos combustíveis fósseis. Além de observar a arquitetura internacional em direção à economia de baixo carbono. Do ponto de vista da teoria à práxis das políticas, evidencia-se as teorias orientadas para missão e o papel do Estado no incentivo à inovação.

No segundo capítulo, apresentar-se-á sobre o horizonte do cenário energético no mundo das economias emergentes, especificamente, com foco em Brasil, China e Índia. Discutir-se-á acerca do debate em órbita das energias renováveis.

O terceiro capítulo descreve o cenário global da energia solar fotovoltaica. No que tange a esse panorama, contemplou-se desde o processo histórico em que se desenvolveu a fonte solar fotovoltaica, suas principais modalidades, gerações e os sistemas de tecnologias fotovoltaicas.

O quarto capítulo envereda para uma revisão da literatura sobre energia solar fotovoltaica, contando com 50 trabalhos de área selecionados, através dos quais identificaram-se as principais variáveis e/ou estratégias políticas adotadas em cada um dos casos selecionados. Em seguida, no quinto capítulo, clarificam-se os aspectos metodológicos utilizados para a realização do estudo comparativo, a abordagem metodológica utilizada, os principais dados coletados e as estratégias de análise.

O desenho das políticas implementadas em cada um dos países em estudo está presente no sexto capítulo. Nesse momento, é possível observar como cada um dos países construíram suas trajetórias políticas de incentivo ao desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica. Parte-se, nessa esteira, da visualização do potencial fotovoltaico, específico de cada país, os principais atores envolvidos no setor solar fotovoltaico e como as políticas foram incorporadas na agenda estatal de Brasil, China e Índia.

O sétimo capítulo concentra-se na análise comparativa e discussão dos resultados. Dada a construção do quadro das políticas de Brasil, China e Índia, a análise comparativa se deu com base no IIE em função de três dimensões explicativas: Dimensão do Planejamento (DP), Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP) – para essa dimensão considerou-se os principais instrumentos políticos diagnosticados com base nos casos selecionados – foram eles: Subsídios (S); Feed-in-tariff (Fit); Leilões (L); Financiamento Público (FP); Certificados de Energias Renováveis (CERs) / Obrigação de Compras de Renováveis (OCRs); *Net metering* (N)/autoconsumo (AC) e Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN). As discussões dos resultados foram desenvolvidas logo em seguida. E, por fim, o trabalho espelha suas considerações finais.

Em síntese, o quadro 01, exposto na página seguinte, resume a abordagem adotada e os principais elementos empreendidos nas discussões em cada um dos capítulos que compõem a estrutura da presente tese.

Quadro 1 – Estrutura da tese por capítulos.

ESTRUTURA DA TESE		
Capítulo 1	Teórico Histórico Descritivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica os principais aspectos conceituais e teóricos sobre inovação, sustentabilidade e transição energética; ▪ Historiciza o processo de desenvolvimento das evoluções tecnológicas no campo energético; ▪ Explana sobre as teorias da inovação; teorias da inovação orientadas para missão e o papel do Estado nesse contexto.
Capítulo 2	Exploratório Descritivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demarca os cenários energéticos de Brasil, China e Índia no contexto de suas matrizes elétricas e energias renováveis; ▪ Discute o papel das energias renováveis no processo de transição energética dos países.
Capítulo 3	Histórico Descritivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconhece o cenário global da promoção da energia solar fotovoltaica, contemplando desde a parte histórica às gerações e sistemas fotovoltaicos.
Capítulo 4	Teórico Exploratório	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explora o quadro teórico específico sobre energia solar que contemplaram Brasil, China e Índia; ▪ Identifica as principais dimensões explicativas que delinearam a condução das políticas empreendidas por cada um dos países supracitados. ▪ Apresenta os principais instrumentos de apoio político ao setor de energia solar fotovoltaico.
Capítulo 5	Metodológico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no presente trabalho. ▪ Evidencia as estratégias metodológicas utilizadas na tese e suas fontes de pesquisa. ▪ Clarifica o Índice de Incentivo Estatal (IIE).
Capítulo 6	Analítico-Histórico Descritivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstica o potencial do recurso solar fotovoltaico em Brasil, China e Índia; ▪ Identifica os principais atores do setor fotovoltaico; ▪ Compreende a trajetória das políticas que contemplaram o setor solar fotovoltaico em cada um dos países.
Capítulo 7	Analítico-Comparativo e Reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compara as principais políticas estatais de Brasil, China e Índia com base nas três dimensões explicativas: planejamento, instrumentos de apoio político e atos internacionais. ▪ Discute os principais resultados alcançados; ▪ Apresenta uma escala comparativa com base nos resultados encontrados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

2 DA PAISAGEM CONTEXTUAL E TEÓRICA

2.1 INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A história da humanidade pode ser sintetizada com a história da produção e alocação do excedente econômico, ritmada por revoluções energéticas sucessivas. Todas elas ocorreram graças à identificação de uma nova fonte de energia com qualidades superiores e custos inferiores (SACHS, 2007, p. 22).

As palavras de Sachs (2007) reconhecem que, ao longo da trajetória histórica do homem em sociedade, o surgimento de novas fontes energéticas demarcou a caracterização de contínuas revoluções energéticas. Entre os diversos contextos em que se desenvolveram, algumas concepções são relevantes e devem ser observadas. Inicialmente, entende-se que, na atual conjuntura de demandas energéticas e dos desafios socioambientais, os conceitos de “inovação”, “sustentabilidade” e “transição energética” são bases essenciais para a compreensão do quadro da política energética na contemporaneidade.

Dentro do aporte teórico sobre inovação, diversos são os conceitos que podem ser empregados à título de compreensão. De tal modo que, não há uma definição consensual que demarca a complexidade da nomenclatura. No entanto, o primeiro caminho a ser percorrido para a seleção de uma conceituação consiste em realizar uma diferenciação entre os termos de ‘invenção’ e ‘inovação’ (WENDLER, 2013; FAGERBERG, 2005). De acordo com Fagerberg (2005, p. 4) a invenção trata-se da “primeira ocorrência de uma ideia”, por outro lado a ‘inovação’ é compreendida como uma “primeira tentativa de aplicar a ideia à prática”.

Em Rogers (1995, p. 11), “uma inovação é uma ideia, prática ou objeto que é percebido como novo por um indivíduo ou outra unidade de adoção”³. Complementarmente, Rattner (1978) advoga que a inovação técnica engloba desde o surgimento de novas matérias-primas, passando pelas mudanças dos meios de produção, pela descoberta de novos produtos, bem como pela substituição de equipamentos. Enquanto, na concepção de Taylor, a ‘inovação’ refere-se a “descoberta, introdução e/ou desenvolvimento de novas tecnologias, ou a adaptação da tecnologia estabelecida a um novo uso ou a um novo ambiente físico ou social”⁴ (TAYLOR, 2016, p. 29).

³ No texto original: “an innovation is an idea, practice, or object that is perceived as new by an individual or other unit of adoption” (ROGERS, 1995, p. 11).

⁴ No texto original: “as the discovery, introduction, and/or development of new technology, or the adaptation of established technology to a new use or to a new physical or social environment” (TAYLOR, 2016, p. 29).

Quando o conceito de inovação é orientado para a sustentabilidade, observa-se na literatura a ocorrência de algumas denominações – tais como ‘inovação sustentável’, ‘inovação verde’, ‘ecoinovação’ ou ‘inovação ambiental’ (PINSKY; KRUGLIANSKAS, 2017). Nesse espectro, uma parte significativa da literatura, ao relacionar os termos ‘inovação’ e ‘sustentabilidade’, se inserem nos quadros de debates sobre desenvolvimento sustentável (NASCIMENTO et al., 2012). Vale ressaltar que, embora parte da literatura especializada utilize o termo sustentabilidade como sinônimo de desenvolvimento sustentável, há uma outra corrente que propõe separações analíticas entre ambos os termos (SARTORI et. al., 2014).

No presente trabalho, adota-se a primeira perspectiva. Especificamente, o conceito de sustentabilidade ancorado nas discussões sobre desenvolvimento sustentável, ou seja, aquele introduzido pelo relatório ‘Nosso Futuro Comum’ proposto em Brundtland, 1987⁵. Além disso, Schlör et al (2012) argumentam que a nomenclatura ‘sustentabilidade’ é decorrente das crises energéticas enfrentadas desde o século XVIII – com a crise energética aplicada à agricultura e aos demais desafios já enfrentados no século XX – com o fato da finitude da exploração dos combustíveis fósseis.

Dentro desse contexto, recorre-se ao processo de “transição energética”, caracterizado como a passagem de um regime energético (consolidado pelos combustíveis fósseis) para um regime de energia menos poluente (fundamentado no uso de tecnologias de energias renováveis). Nesse quadro, atenta-se para a parcela de energia renovável incorporada na matriz energética, encontrada em níveis superiores quando comparada à adoção das demais fontes de energias não renováveis (ISOAHO et. al., 2017).

Sgouridis e Csala (2014, p. 2609) utilizam o termo ‘transição energética sustentável’ como “um processo controlado que leva uma sociedade técnica avançada a substituir todos os seus principais insumos de energia primária de combustíveis fósseis por recursos renováveis sustentáveis, mantendo um nível suficiente de serviço final de energia per capita”⁶. Da noção de “sociedade técnica avançada” recorre-se à discussão sobre as políticas da inovação. Em termos gerais, os seres humanos devem ser impelidos a manter seu ambiente natural sustentável,

⁵ De acordo com o Relatório de *Brundtland*, “o desenvolvimento sustentável procura atender às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro. Longe de querer que cesse o crescimento econômico, reconhece que os problemas ligados à pobreza e ao subdesenvolvimento só podem ser resolvidos se houver uma nova era de crescimento no qual os países em desenvolvimento desempenhem um papel importante e colham grandes benefícios” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 44).

⁶ No texto original: “a controlled process that leads an advanced, technical society to replace all major fossil fuel primary energy inputs with sustainably renewable resources while maintaining a sufficient final energy service level per capita” (SGOURIDIS; CSALA, 2014, p. 2609).

ao mesmo tempo em que, considerando suas necessidades, buscam o bem-estar social e econômico, sedimentados numa perspectiva de longo prazo (DIBIE, 2014).

No interior dessa atmosfera, munido dos conceitos ancorados na inovação e sustentabilidade, com base em uma perspectiva histórica, o presente capítulo envereda para uma compreensão dos processos em que se desenvolveram as eras das revoluções tecnológicas e suas relações no campo energético, desencadeando no cenário sustentado pelos combustíveis fósseis. Em consequência dessa conjuntura, insere-se o debate sobre as crises ambientais e a necessidade de caminhos em direção à transição energética. Em seguida, empreende-se uma discussão em órbita da necessidade de reformulação do entendimento da segurança energética e dos esforços internacionais em busca de processos políticos frente às mudanças do clima em direção à transição energética. Posteriormente, considera-se o aporte teórico sobre inovação, com fulcro nas políticas de inovação orientadas para missão e, nessa perspectiva, um olhar ancorado no papel do Estado como promotor das políticas de incentivo à inovação.

2.1.1 Das revoluções tecnológicas no campo energético

Diversas foram as revoluções tecnológicas que modificaram as relações econômicas da vida em sociedade. Por definição, uma revolução tecnológica consiste em uma profunda transformação metodológica de um conjunto de técnicas, produtos e novas sinergias industriais capazes de provocar uma visível alteração em toda a engenharia econômica, obtendo, consequentemente, uma elevação no nível de desenvolvimento em um período de longo prazo (PEREZ, 2002). No desenho dessas arquiteturas, as revoluções tecnológicas foram as bases das transformações ocorridas no setor energético (ZOU et al., 2016).

Desde que os seres humanos começaram a usar o fogo, a energia se tornou um artifício fundamental à sobrevivência humana. De tal forma que, com o passar dos anos, o progresso tecnológico possibilitou a emergência de transformações energéticas. Historicamente, a Primeira Revolução Industrial, considerada o marco inicial das revoluções tecnológicas, se desenrolou em um cenário demarcado pela emergência da Inglaterra como potência hegemônica e se caracterizou pelo processo de mecanização, uso da força hidráulica e surgimento das grandes fábricas (PEREZ, 2016).

A segunda revolução tecnológica foi caracterizada, a partir de 1829, pela emergência do carvão, do vapor e das ferrovias, que se difundiram por demais países europeus e EUA (PEREZ, 2016). Naquele contexto, pontua-se que, com a invenção do motor a vapor, por Watt (1769), e a construção das primeiras usinas de carvão, pelos franceses (1875), a humanidade

experimentou uma significativa transformação da indústria de carvão – representando, sobretudo, uma transição da madeira para o uso do carvão (ZOU et. al., 2016).

Já a terceira revolução tecnológica foi delineada, a partir de 1875, pelo surgimento do aço, da engenharia pesada e da energia elétrica. Nesse cenário, observou-se a proliferação de navios e ferrovias, com possibilidade de elevação das trocas comerciais, a nível internacional, coincidindo, naquele momento, com a emergência da Alemanha e dos EUA no jogo da política internacional em face da hegemonia britânica (PEREZ, 2016).

No campo dos avanços tecnológicos, conforme pontuaram Zou et. al., com a criação do motor de combustão interna, em 1886, acentuou-se a demanda por petróleo e gás, fato resultante, principalmente, dos efeitos produzidos pelos progressos tecnológicos decorrente das pesquisas geológicas e de perfuração, complementados pelo refino dessas produções. Para se ter uma ideia, em 1965, elevou-se, em mais de 50%, a parcela de gás e petróleo no mix de energia primária dos países (ZOU et. al., 2016).

No entanto, conforme registrou Perez (2016), a quarta revolução tecnológica é caracterizada pela descoberta do petróleo como fonte de energia principal e pela produção em massa de automóveis. Dessa maneira, em 1908, com o surgimento do Modelo T da Ford, ocorre a difusão das rodovias, do petróleo e do plástico, quando é possível observar uma transformação nos padrões do mundo trabalho. Tais métodos foram liderados pelos norte-americanos e rivalizados pelos alemães, com projeção em zonas industriais por toda a Europa. Em síntese, o quadro 2 reúne as principais características das cinco revoluções tecnológicas mencionadas.

Quadro 2 - Cinco Revoluções Tecnológicas Sucessivas, 1772-2000.

REVOLUÇÃO	NOME	PAÍS NÚCLEO	ANO
Primeira	Revolução Industrial	Inglaterra	1771
Segunda	Era do Vapor e das Ferrovias	Inglaterra – Difusão para Europa e EUA.	1829
Terceira	Era do Aço, energia elétrica e engenharia pesada.	EUA e Alemanha ultrapassando a Inglaterra	1875
Quarta	Era do petróleo, produção de automóveis em massa	EUA e Alemanha (rivalizando com o início de uma liderança mundial) Difusão para Europa.	1908
Quinta	Era da Informática e das Telecomunicações	EUA (Espalhando-se pela Europa e Ásia)	1971

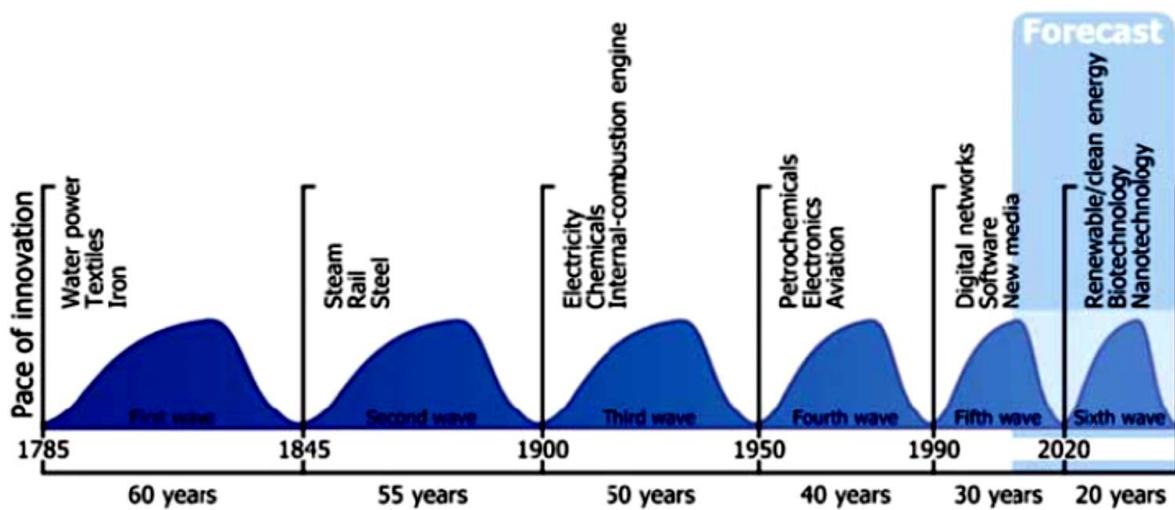
Fonte: Elaborado por Silva (2017) a partir de Perez (2004) com adaptação do autor (2021).

Na década de 1970, em conformidade com o quadro 2, tem-se a quinta revolução tecnológica, compreendida como a era da informática e das telecomunicações. O ano de 1971 é considerado, naquele contexto, um ponto de inflexão, pois com o lançamento do microprocessador da Intel, mergulha-se na era da informação. A liderança desse processo ocorreu nos EUA, porém com difusão para demais partes do globo, principalmente para as regiões da Europa e Ásia (PEREZ, 2016).

Na perspectiva do processo de evolução tecnológica, proposta por Maxwell (2009), esquematiza-se seis as ondas de inovação. Parte-se de uma primeira onda, demarcada pelos potenciais das águas, da produção têxtil e do ferro (1785-1845); a segunda onda, caracterizada pela era do vapor, do aço e da produção de trilhos (1845-1900); uma terceira, consubstanciada pela era da produção de eletricidade, dos produtos químicos e da engenharia de combustão interna (1900-1950); a quarta onda, pela indústria petroquímica, dos eletrônicos e da aviação (1950-1990); seguida da quinta onda, tracejada pelo cenário de rede digitais, softwares e o desenvolvimento de novas mídias (1990-2020); enquanto, mais recentemente, projeta-se um cenário de perspectivas para a ascensão das energias renováveis, das biotecnologias e das nanotecnologias (dos anos 2020-por aproximadamente 20 anos seguintes) (MAXWELL, 2009).

A figura 2 ilustra as seis ondas de inovação identificadas por Maxwell (2009).

Figura 2 – As seis ondas de inovação segundo Maxwell (2009).



Fonte: Maxwell, 2009, p. 141.

Nesse processo, Clark II e Cook (2015) compartilham do raciocínio de que está em curso uma terceira revolução industrial. Na visão dos autores, se na primeira se destacavam o motor a vapor e a prensa como forma de impressão e, na segunda revolução industrial, evidenciava o

motor movido à combustão interna e as trocas de mensagens por meio analógico. O desenvolvimento de uma terceira revolução se caracteriza por uma revolução verde, ou seja, pelas indústrias de energias renováveis, combinada com as tecnologias da informação no mundo digital (CLARK II; COOK, 2015).

Nesse contexto, Zou et al. (2016) identificaram três tendências no processo de transição energética que passam a influenciar no desenvolvimento do setor. De uma perspectiva histórica, segundo os autores, há em curso uma passagem das fontes de energia de elevado teor de carbono à baixa taxa desse elemento, em outras palavras, uma transição dos combustíveis fósseis para não fósseis. Nesse aspecto, comparando o nível de Unidades de CO₂, as fontes de energias renováveis são apontadas como referenciais de fontes energéticas de baixo carbono.

Percebe-se, também, nesse panorama, uma modificação nos métodos de produção de energia, ou seja, se antes observa-se a produção original, com a queima da madeira, hodiernamente, a tecnologia é percebida como fator essencial em qualquer modo de produção energético. O quadro é demarcado, nesse sentido, por aperfeiçoamentos técnicos na produção de energia eólica, solar, hidráulica e nuclear, além da perfuração de poços para a produção de petróleos, óleos e gás xisto (ZOU et. al., 2016). Em síntese, o quadro 3 reúne as três tendências do desenvolvimento do campo energético, apontado por Zou et al. (2016).

Quadro 3 – Três tendências no desenvolvimento do campo energético.

CARACTERÍSTICAS		EXEMPLOS
Tipos de Energia	Das fontes de energia de elevado à baixa taxa de carbono ou dos combustíveis fósseis para não fósseis.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carvão: 26,1 t/TJ de Unidade de CO₂; ▪ Combustível: 20,1 t/TJ de Unidade de CO₂; ▪ Gás Natural: 20,1 t/TJ de Unidade de CO₂; ▪ Energias Hidrelétrica, Solar, Eólica e Nuclear quase são livres de Carbono.
Métodos de Produção	Da produção original (queima da madeira) à produção tecnológica. A tecnologia é percebida como essencial em qualquer modo de produção energético.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas intensivas na produção de energia eólica, solar, hidráulica e nuclear; ▪ Perfuração de poços na produção de petróleos, óleos e gás xisto.
Utilização da Energia	Do uso direto ao uso das transformações energéticas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antes da Revolução Industrial: uso para aquecimento; ▪ Motor a vapor e combustão: Energia para gerar energia; ▪ Com a indução eletromagnética: a energia passou a ser usada para geração de eletricidade.

Fonte: Elaboração própria com base em Zou et al. (2016).

Conforme se observa na última tendência energética, sinalizada no quadro 3, ocorreu uma transição do uso direto da energia para um processo sedimentado nas transformações energéticas. Dessa forma, atesta-se que no período anterior à Primeira Revolução Industrial, a energia era utilizada essencialmente para o aquecimento, já com a emergência do motor a vapor e à combustão, a energia passou a ser utilizada para geração de energia. Ao passo que, com a indução da emergência da indústria eletromagnética, a energia moveu-se para a geração de eletricidade (ZOU et. al., 2016). Em face do processo histórico, em suas distintas fases, delineado pelas revoluções tecnológicas e considerando as tendências de transformação no desenvolvimento do campo energético, é mister compreender que, ainda com relevante predominância dos combustíveis fósseis, o atual cenário exige, sobretudo, uma sinergia de esforços em busca de uma transição energética e, para tal, uma reformulação do entendimento da segurança energética.

2.1.2 Do paradigma dos combustíveis fósseis e a busca por segurança energética

Os recursos energéticos são fontes vitais para o desenvolvimento de toda sociedade, potencializando os aspectos econômicos e de segurança dos diversos Estados em âmbito nacional e internacional (PRONINSKA, 2006; PINTO Jr. et. al., 2007; FUSER, 2013). Sob esse prisma, Morgenthau (2003) reconheceu o papel dos recursos naturais como um dos elementos necessários à produtividade industrial, principalmente na formação do poder militar do Estado. O autor ainda sublinha que “o poder nacional torna-se cada vez mais dependente do controle das matérias-primas, tanto na paz quanto na guerra” (MORGENTHAU, 2003, p. 131 *apud* FUSER, 2013, p. 14).

Ao longo do século XX, uma das principais preocupações estatais residiu em assegurar o suprimento de combustível necessário às operações militares, observado como requisito central para a segurança energética. Nas duas grandes guerras mundiais, por exemplo, o cálculo das diferentes rotas de abastecimentos e toda a infraestrutura, que possibilitou o suprimento do petróleo, figuraram no desenho de cenários estratégicos de diversos países (FUSER, 2013; YERGIN, 2006).

Dessa forma, considera-se que o lastro da gênese conceitual referente a noção da segurança energética pode ser percebido no ponto histórico da crise do petróleo, em 1973, decorrente do embargo do petróleo implementado pelos países árabes membro da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), o que levou a uma significativa elevação nos preços praticados internacionalmente para este recurso (FUSER, 2013; YERGIN, 2006).

Pimentel (2011) e Gilpin (2002, 1981) argumentam que, o caótico cenário político, oriundo das crises do petróleo, durante a década de 1970, desencadeou numa crise para os países importadores, de um lado, e no oportunismo dos países exportadores, de outro. Consequentemente, o turbulento posto produziu instabilidades nas economias dos países dependentes desses recursos energéticos.

Das inflexões que marcaram o cenário energético, na década de 1970, até uma concepção mais hodierna, a segurança energética foi inserida em diversos debates e adquiriu novos contornos interpretativos. Se naquele contexto, atrelava-se apenas a necessidade de assegurar a aquisição dos meios energéticos necessários em atendimento a demanda, afastando qualquer possibilidade de escassez, mais recentemente, incorpora distintas dimensões analíticas, incluindo aspectos direcionados à sustentabilidade e ao uso de fontes de energias renováveis (PARAVANTIS; KONTOULIS, 2020).

Diante dessa paisagem, com os desafios ambientais diagnosticados no novo milênio, os paradigmas tradicionais da “segurança” e “meio ambiente” exigiram uma atualização em suas percepções. Assim, já que as análises tradicionais julgaram as questões ambientais como desprezíveis para a segurança nacional, em uma outra interface, a reformulada concepção da segurança energética tende a considerar os efeitos provocados no meio ambiente e suas consequências nos projetos nacionais dos países (CHASEK et al., 2018).

Nesse pêndulo, Yergin (2006) ressalta que o modelo tradicional de segurança energética se concentrou, principalmente, em como solucionar qualquer potencial ameaça ao suprimento do petróleo proveniente dos países produtores. Por outro lado, Falk (2012) sustenta que o tradicional conceito de segurança energética deve ser compelido a se distanciar dos combustíveis fósseis. Dessa forma, o entendimento da segurança energética passa a ser dilatado, ou seja, envolvendo um processo de complexas mudanças sociais e em uma perspectiva fixada no longo prazo.

Koulouri e Mouraviev propõem, portanto, uma atualização conceitual da segurança energética. Para os autores, a segurança energética consiste em um processo promotor da ampliação de fontes oriundas de energias renováveis aliada a uma perspectiva de racionalidade da energia utilizada, traduzida em termos de eficiência dos recursos energéticos (KOULOURI; MOURAVIEV, 2019). Já Symons (2012) sinaliza que a segurança energética pode, nesse aspecto, ser entendida como um processo de aquisição dos suprimentos de energia necessários e por meio de padrões conscientes, de modo que, esse processo ambientalize um cenário de qualidade de vida para todos os seres na terra.

Salienta-se, nesse sentido, que a depender dos objetivos de cada país, a concepção de segurança energética pode ser distinta. Assim, nos casos da China e da Índia, por exemplo, alcançar a segurança energética não se limita apenas à capacidade de resposta às volatilidades dos mercados globais – com metas de auto-suficiência, elevação da produção interna e busca de novas fontes de importações, mas se traduz nos esforços de explorar novas fontes de energias renováveis. Adota-se assim, portanto, uma política ancorada em responsabilidades no controle das emissões de carbono no meio ambiente (SHARMA, 2019).

Em suma, observado a trajetória histórica em que se desenvolveram as revoluções no campo energético, a construção do modelo tradicional energético, sobretudo, ancorado nos combustíveis fósseis, revelou-se a necessidade de busca pela segurança energética dos países. O resultado desse processo desencadeou discussões em torno da crise ambiental, questionamentos sobre quais os limites da natureza e a necessidade de se planejar uma transição energética.

2.1.3 Da crise ambiental, limites da natureza e a necessidade de transição energética

A natureza voltou a levantar questões ao invés de solucioná-las. Em outras palavras, as “questões” da natureza não têm relação com a exterioridade, com a selvageria, mas com a extensão da intervenção humana sobre o não-humano, intervenção explicitamente política e não mais dissimulada como antigamente (BRUNO LATOUR, 2001 [1990], p. 33).

As palavras proferidas por Bruno Latour, em 1990, na Conferência dos “Jardins Planetários”, evidenciaram a responsabilidade dos seres humanos em suas escolhas políticas. De lá para cá, acentuaram-se ainda mais os desafios que a humanidade enfrenta em solucionar o modo de como suas ações impactam o meio ambiente. Ao longo dos séculos, a atividade humana gerou significativos processos inflamatórios sobre os recursos naturais presentes em nosso planeta. Consequentemente, a atual crise se desenvolveu nas bases de condições históricas que demarcaram os limites da “*Cheap Nature*” (MOORE, 2016). Dessa forma, compreender as circunstâncias históricas e as escolhas políticas são bases fundantes para se enveredar em busca de uma relação mais harmônica entre o homem e a natureza.

Diante dessa concepção, ressalta-se que em função dos danos da ação humana causados ao meio ambiente, Löwy (2013) chama a atenção para o modo de produção capitalista que, ancorado nas bases dos combustíveis fósseis – com destaque para carvão e petróleo – deve assumir a responsabilidade pelos danos ao clima. Nesse sentido, Chasek et al. (2018) alertam

que se o estilo de crescimento do Japão, EUA e Europa, observado nas últimas décadas, for perseguido pelos países em desenvolvimento, (a exemplo das economias emergentes tais como – China, Índia, Brasil, Indonésia, Rússia e África do Sul) – aumentará ainda mais o processo de aceleração do comprometimento dos recursos ambientais. Depreende-se, nesse sentido, a necessidade de repensar o caminho e o método a serem trilhados, considerando o desenvolvimento social, econômico e ambiental.

O ambiente caracterizado pela intensificação do uso de combustíveis fósseis, aumento nos índices da poluição do ar e da água, geração de resíduos perigosos (produtos químicos tóxicos) e a redução da cobertura vegetal são oriundos de um modo de produção que, além de não se sustentar no longo prazo, ameaça à saúde dos seres humanos e o bem-estar econômico dos países (CHASEK et. al., 2018). Além disso, conforme salientou Löwy (2013), só através de um processo de transição – sedimentado em mudanças dos comportamentos sociais e na substituição por energias renováveis, é possível desacelerar a atual rota rumo a um colapso ambiental.

Inserida nesse debate, Klein (2014) destaca que a lógica econômica fixada na austeridade, na privatização de bens públicos, na redução da renda da população e na desregulamentação dos setores corporativos são óbices aos modelos de investimentos públicos por parte do Estado. Além disso, tais receituários tendem a desfavorecer o desenvolvimento da infraestrutura necessária à uma transição para uma economia sustentada em energias de baixo carbono (KLEIN, 2014).

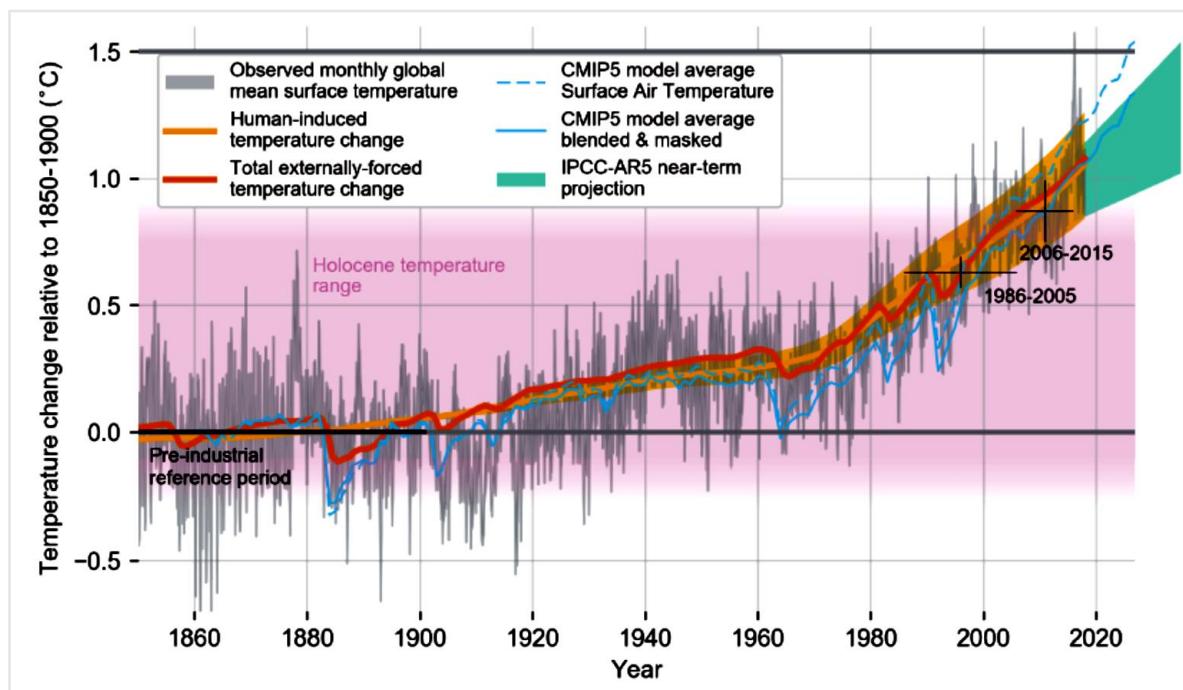
Sobre esse aspecto, Streeck (2016) argumenta que há uma preocupação com a disseminação das práticas capitalistas numa percepção de crescimento infinito, de um lado, e a disponibilidade finita dos recursos naturais, de outro. Como resultante dessa discussão, conectam-se em uma via, a necessidade de preservação ambiental, em função do esgotamento da natureza, com uma outra, onde as crescentes assimilações de que as inovações tecnológicas devem ser orientadas a prevenir e recuperar os déficits ambientais, em contraposição à degradação dos recursos naturais.

Nesse panorama, Falk (2012) ressalta que, tendo em vista a capacidade humana de prever as consequências que podem o afetar é um atributo único entre as espécies da natureza, ou seja, é possível desenvolver ações preventivas de modo a não sofrer as consequências previstas. Trata-se, nesse sentido, de não aceitar a atual estrutura, ancorada nos combustíveis fósseis, mas encaminhar-se em esforços para um processo adaptativo de transição energética.

O cenário sobre o esgotamento do modelo tradicional energético – orientado pelos combustíveis fósseis e os limites ambientais, apresenta-se, de fato, caótico. Compartilha-se do

entendimento de que, nesse aspecto, a ação humana tem sido a principal força motriz de mudanças no planeta. De suas distintas eras geológicas, recentemente, o mundo transitou do Holoceno – um período estável, para uma nova era geológica - reconhecida como Antropoceno (IPCC, 2018). Essa transição é demarcada por mudanças na temperatura na terra. Para efeito de visualização, a figura 3 ilustra a evolução da temperatura média da superfície global, de 1850 à uma projeção para o ano de 2035.

Figura 3 – Evolução da temperatura média global da superfície durante o período de observações instrumentais.



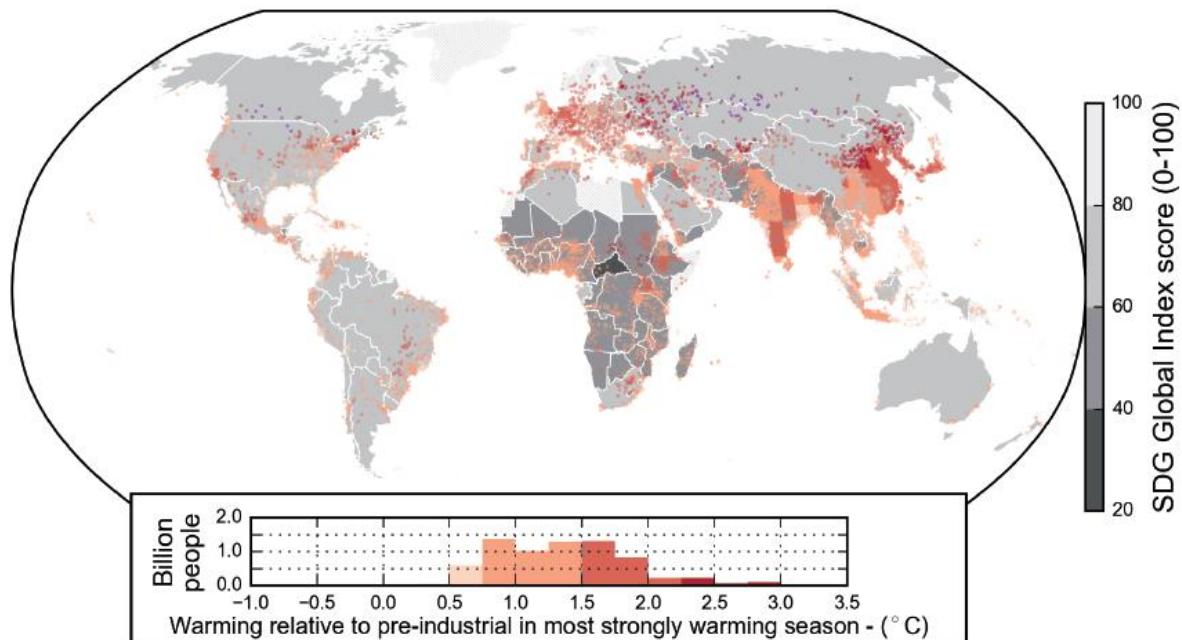
Fonte: IPCC, 2018, p. 57.

Como se pode observar, no período 1850-1960, há uma variação menor quando comparada ao período seguinte, 1960-2035 (IPCC, 2018). A zona cinza corresponde a variação mensal dos níveis de temperatura na superfície na terra; já a parte laranja, por sua vez, evidencia as alterações climáticas decorrentes dos impactos diretos causados pela ação humana. A linha vermelha se traduz nas externalidades provocadas, enquanto as linhas azuis (tracejadas) referem-se as temperaturas médias do ar na superfície terrestre, ao passo que, a combinação das temperaturas médias do mar e do ar, detectados pelo *Coupled Model Intercomparison Project* 5 (CMIP5), está representado pela linha azul (contínua); já o sombreamento em cor verde refere-se a uma projeção até 2035 (IPCC, 2018). Em termos gerais, constata-se uma elevação nas temperaturas médias da superfície da terra no século XX, com maior intensidade a partir das décadas de 1960 e 1970.

Em consequência disso, o processo de mudanças climáticas demarca significativas alterações nas condições de sobrevivência do homem na terra, registra-se, nesse sentido, diversas ocorrências de inundações, escassez alimentar, perda da biodiversidade, dentre outros dilemas em distintas partes do planeta (IPCC, 2018). Perceptivelmente, à medida em que ocorre o crescimento populacional, os efeitos do clima se acentuam sobre a qualidade de vida na terra.

Nesse aspecto, o mapa 01 ilustra os níveis das experiências humanas diante do aquecimento global, considerando, nesse sentido, os pontos de concentração populacional em distintas partes do globo.

Mapa 1 – Experiência humana do aquecimento global.



Fonte: IPCC, 2018, p. 53.

Perceptivelmente, as regiões de maior densidade demográfica são também aquelas em que há uma elevação de temperatura quando comparadas ao nível pré-industrial em seus períodos mais quentes. De tal maneira que, pode-se chamar a atenção para regiões de parte da Ásia – com destaque para China, Índia, Japão e Indonésia, grande parte da Europa – incluindo a parte russa europeia, ambos os lados costeiros dos EUA e demais pontos de incidência nas Américas Central e do Sul (IPCC, 2018). Diante desse diagnóstico, o significado da avaliação revela que ninguém está imune, ou seja, embora Europa e a Ásia sulista sejam as regiões mais comprometidas, todas as demais regiões do planeta são afetadas.

2.1.4 Dos esforços internacionais em busca da sustentabilidade na transição energética

A humanidade caminha, celeremente, para uma deterioração ampla e generalizada dos ativos ambientais presentes na terra. Em contrapartida, decorrente das pesquisas científicas e das relativas ponderações políticas, nas últimas décadas emergiram diversos atores internacionais que, embora expressem pesos distintos, se mobilizaram na promoção de mecanismos em apoio à redução das mudanças do clima e defesa ambiental (SPETH, 2002).

Diante desse propósito, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada na cidade de Estocolmo, em 1972, é considerada como um marco das discussões ambientais na agenda internacional (VOGLE, 2016; SOUZA, 2017). Resultante de suas negociações foi criado, com a finalidade de coordenar as discussões ambientais, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (SOUZA, 2017).

Já em 1987, com a publicação do Relatório da Comissão de Brundtland, ‘Nosso Futuro Comum’, a comunidade científica sinalizou a existência do ‘buraco na camada de ozônio’ (BODANSKY, 2001). É importante destacar que, até os anos 1980, os governos dos países não consideravam a agenda ambiental um problema central nas relações internacionais, principalmente quando os interesses dos Estados estavam em jogo nesse processo. No entanto, com a proliferação de movimentos ambientalistas nos principais países industrializados, impulsionados, principalmente, pela emergência da percepção de que os dilemas ambientais eram transfronteiriços e atingiam seriamente o bem-estar humano, a concepção dedicada à agenda começou a mudar (CHASEK et al., 2018). Dessa maneira, a partir do final da década de 1980 e início da década seguinte, observa-se um processo de institucionalização mais acurado, dedicado a promover uma agenda ambiental global.

No campo do processo de mitigação das mudanças climáticas, por exemplo, a atuação da Organização das Nações Unidas (ONU) instrumentalizou, em 1988, a criação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC-sigla em inglês) que se materializou nos trabalhos de dois organismos – a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o PNUMA (BOWEN et. al., 2014). As atividades desenvolvidas por esses organismos foram cruciais no que se tange ao planejamento, organização e implementação dos debates posteriores. Nesse cenário, Bodansky e Rajamani (2013) consideram o período 1988-1990 como uma transição para maior atuação dos Estados na formação de quadros intergovernamentais, embora, se deve ressaltar que, os atores não governamentais exerceram significativas influências nesse debate.

Posteriormente, a Cúpula da Terra, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, demarcou um ponto de inflexão nos avanços das discussões sobre a redução das emissões de

gases poluentes e mudanças climáticas. Decorrentes das negociações empreendidas na RIO 92, também conhecida como Eco-92, resultaram em três documentos principais: a Declaração do Rio e o Plano de Desenvolvimento Sustentável – amplamente conhecida como Agenda 21, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e Convenção da Diversidade Biológica (CDB), além da formalização da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) incumbida do propósito de implementar e acompanhar os trabalhos desenvolvidos para a efetivação da Agenda 21 (BIERMANN, 2007; LAGO, 2006).

Em mais um passo adiante, o processo ganhou corpo com a institucionalização das Conferências entre as Partes (COPs), que em perspectiva anual assumiu o objetivo de sedimentar uma arena de debates, discussões políticas e técnicas, processos de negociações em perspectiva temática transversal, projetadas tanto nacionalmente, quanto em redes internacionais, de modo a contemplar, em seu escopo, questões éticas, sociais, ambientais e econômicas (BOWEN *et. al.*, 2014).

Decorrente desse cenário, em Berlim, na Alemanha, em 1995, de prima forma, ocorreu a Conferência das Partes (COP1) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). Assim, como resultante das discussões sobressaiu o Mandato de Berlim, que entendeu que os países incluídos no Anexo I deveriam, individualmente, adotar medidas próprias para reduzir as emissões de CO₂ (CHAN *et. al.*, 2018). Outro destaque refere-se à 3^a COP da UNFCCC, realizada em 1997, no qual se instituiu, naquela ocasião, o Protocolo de Quioto. Dessa forma, no rol de suas prescrições, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), um dos instrumentos estabelecidos pelo documento, possibilitou que as economias desenvolvidas realizassem distintos projetos direcionados à mitigação das mudanças climáticas em países em desenvolvimento (BOYD *et. al.*, 2008).

Naquele contexto, países em desenvolvimento já se contrapunham às propostas dos países desenvolvidos. Brasil, China e Índia, por exemplo, questionavam as medidas estabelecidas para a mitigação das mudanças climáticas, insistiam na tese de que não poderiam ser afetados em sua soberania, nem comprometer seu desenvolvimento econômico, algo já alcançado pelos países desenvolvidos (BODANSKY; RAJAMANI, 2013).

Depois da década de 1990, com os avanços da diplomacia multilateral ambiental e as delimitações estabelecidas pelo Protocolo de Quioto, elevaram-se as pressões sobre a relevância da participação de diversos Estados. Assim, vários projetos foram desenvolvidos com o propósito de incentivar a diversificação das matrizes energéticas com a ampliação da participação das energias renováveis – dentre as quais, por exemplo, o aumento da demanda

impulsionou pela aplicação de incentivos às tecnologias fotovoltaicas solares (JANG et al., 2013).

Em 2002, com a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +10), realizada em Johannesburg, África do Sul, evidenciou-se a necessidade de ampliação das energias renováveis na matriz energética dos países. No entanto, a pesar de não ocorrido um acordo sobre as metas de energias renováveis, a EU lançou a ‘Coalizão da vontade’, ou seja, países dispostos em cumprir suas metas; além disso, criou-se a Parceria para Energias Renováveis e Eficiência Energética (REEEP), direcionada à propositura de fomentar o financiamento para países em desenvolvimento na área de energias renováveis (CAVALCANTE, 2018).

Nessa arquitetura política, Hochstetler e Milkoreit (2014) destacaram o protagonismo exercido por Brasil, China e Índia no regime internacional de mudanças climáticas. A ascensão de uma nova coalizão política nas negociações da Conferência de Copenhague, em 2009 e Cancún, em 2010, evidenciou a emergência dos países integrantes do BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China), qualificando assim, o debate da política internacional na questão climática, a partir do Sul Global.

Em 2012, durante os encontros preparatórios para a realização da Rio+20, o termo ‘economia verde’ ganhou força na órbita das principais discussões ambientais desencadeadas naquele momento. Para Chasek et al. (2018), uma *economia verde* deve ser aquela orientada para a promoção do bem-estar do ser humano, garantindo a equidade social de modo que, amiúde, ao desenvolver as práticas da atividade econômica, reduza os riscos de impactos negativos ao meio ambiente. Por conseguinte, é mister considerar que, na perspectiva de planejamento e implementação dessa visão econômica, as atividades produtivas, além de serem impulsionadas por investimentos públicos e privados, devem se comprometer com a diminuição dos gases poluentes, incentivar a melhoria dos serviços energéticos e preservar a biodiversidade (CHASEK et. al., 2018).

Em setembro de 2015, ao direcionar um processo de intensificação dos esforços internacionais, a ONU anunciou a implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS foram ampliados com base no retrospectivo Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) – implementados na Cúpula do Milênio, realizada em 2000 (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019). Nesse contexto, cumpre destacar alguns aspectos relevantes indicados nos ODS.

Quadro 4 - Principais ODS que favorecem uma Transição Energética.

META	OBJETIVO	DESCRIÇÃO
Meta 07	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.	“7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global” (s.n.). “7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa” (s.n.).
Meta 12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis	“12.c Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circunstâncias nacionais, inclusive por meio da reestruturação fiscal e a eliminação gradual desses subsídios prejudiciais, caso existam, para refletir os seus impactos ambientais, tendo plenamente em conta as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas” (s.n.).
Meta 13	Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.	“13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais” (s.n.).
Meta 17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.	“17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado” (s.n.).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019 e UNFCCC (2019c).

Três meses após o anúncio dos ODS, em dezembro de 2015, resultado dos sistemáticos esforços da diplomacia internacional, se deu a aprovação do Acordo de Paris no qual, sucedendo o Protocolo de Quioto, se projetou como o principal instrumento multilateral na contenção das emissões de CO₂ (NASIRITOUSHI; BÄCKSTRAND, 2018). De acordo com a UNFCCC (2015), o propósito central do acordo consiste em “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais (...)” (p. 26). Outrossim,

considera “promover fluxos financeiros consistentes com um caminho de baixas emissões de gases de efeito estufa e de desenvolvimento resiliente com o clima” (p. 26). Além disso, entende que “acelerar, encorajar e possibilitar a inovação é fundamental para uma resposta eficaz, global e de longo prazo às mudanças climáticas e para promover o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável” (p. 34).

Posteriormente, em novembro de 2016, ao entrar em vigor, o Acordo de Paris passou a representar um dos significativos marcos na diplomacia da política climática internacional. No entanto, embora se reconheça, por um lado, o expressivo avanço em termos das ambições climáticas acordados pela maioria dos Estados membros, em outra face, dois elementos fatuais ameaçam a estabilidade do acordo – o primeiro episódio consistiu nas instabilidades políticas geradas pelo anúncio da retirada dos Estados Unidos, sinalizada pelo governo Trump; o segundo ponto reside nos impasses entre os Estados colocarem as diretrizes de Paris em prática (NASIRTOUSI; BÄCKSTRAND, 2018). Nesses termos, ao considerar a trajetória dos esforços internacionais, o quadro 5, exposto a seguir, apresenta a estrutura cronológica das principais conferências sobre mudanças climáticas e energias renováveis.

Quadro 5 - Estrutura Cronológica das principais Conferências sobre Mudanças Climáticas e Energias Renováveis.

ANO	CONFERÊNCIAS	LOCAL	PRINCIPAIS RESULTADOS	FONTE
1961	Conferência da ONU sobre Novos Recursos de Energia	Roma Itália	<ul style="list-style-type: none"> Realização de debates em torno da utilização de energias renováveis, principalmente para os considerados países em desenvolvimento. 	Cavalcante (2018)
1972	Conferência da ONU sobre Meio Ambiente Humano	Estocolmo Suécia	<ul style="list-style-type: none"> Propositura de coleta, mensuração, análise e publicação dos dados referente ao uso e produção de energia. 	Cavalcante (2018)
1981	Conferência da ONU sobre Novos Recursos de Energia Renováveis	Nairobi Quênia	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento do Plano de Ação de Nairóbi – Elaboração de um relatório sobre o papel das novas energias e energias renováveis; O relatório final não apresentou ferramentas específicas para o alcance de seus objetivos. 	Cavalcante (2018)
1988	Conferência de Toronto	Toronto Canadá	<ul style="list-style-type: none"> Reducir as emissões em 20% até 2005 Criação do IPCC 	Camilleri (2012)
1992	Rio 92 Conferência da Terra	Rio de Janeiro Brasil	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento da Agenda 21; Instituição e abertura de assinaturas da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) Instituição e abertura de assinaturas para a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima; 	UN (2019) Camilleri (2012) e Lago (2006)
1995	COP 1	Berlin Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> Decide realizar mecanismos de fomento às políticas públicas ancoradas na perspectiva de desenvolvimento sustentável; Decide revisar os mecanismos adotados anualmente e estabelece um processo de programação para a elaboração de relatórios e orientações. 	UNFCCC (1995)
1996	COP 2	Genebra Suíça	<ul style="list-style-type: none"> Adotou um Fundo Global para o Meio Ambiente direcionado, principalmente, para o fomento de aporte financeiro para que os países em desenvolvimento executem suas políticas de mitigação das mudanças climáticas; Fornece mecanismos de capacitação aos países em desenvolvimento. 	UNFCCC (1996)

1997	COP 3	Quioto Japão	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento do Protocolo de Quioto; • Criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); • Solicita que as partes aprofundem suas pesquisas e desenvolvimento científico em novas tecnologias de energias renováveis. 	UNFCCC (1997)
1998	COP 4	Buenos Aires Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Adota o Plano Ação de Buenos Aires; • Solicita às partes o acompanhamento dos países em desenvolvimento na implementação de políticas de eficiência energética e adoção de energias renováveis por meio da capacitação e fortalecimento dos acordos bilaterais e multilaterais. 	UNFCCC (1998)
1999	COP 5	Bonn Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> • Decide implementar o Plano de Ação de Buenos Aires Estabelecido na sessão anterior (COP4); • Decide manter os programas de capacitação dos países menos desenvolvidos na implementação de políticas compatíveis com as diretrizes do Protocolo de Quioto. 	UNFCCC (1999)
2000	COP 6 A COP 6 B	Haia Países Baixo Bonn Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> • Decide manter os programas de investimento para fomentar a capacitação de países em desenvolvimento e menos desenvolvidos; • Instigou as partes a fomentarem o desenvolvimento de pesquisas e inovações tecnológicas compatíveis com os processos de mitigação das mudanças climáticas; • Exortou as partes a estimularem o financiamento para a promoção de tecnologias eficientes, principalmente as energias renováveis. 	UNFCCC (2000)
2001	COP 7	Marrakesh Marrocos	<ul style="list-style-type: none"> • Decide adotar uma estrutura que permita executar as diretrizes estabelecidas pelo Protocolo de Quioto e pelo Plano de Ação de Buenos Aires; • Solicita às partes que estabeleçam metas nacionais e apresentem os dados das reduções de emissão de gases poluentes resultantes da adoção de energias renováveis. 	UNFCCC (2001)

2002	COP 8 Cúpula do Desenvolvimento Sustentável – Rio+10	Nova Deli Índia Johanesburgo África do Sul	<ul style="list-style-type: none"> Solicitou que cada uma das partes designasse uma autoridade nacional apta a incorporar as diretrizes estabelecidas para a implementação dos MDL. Não ocorreu acordo sobre as metas de energias renováveis; A União Europeia lançou a ‘Coalizão da vontade’; Criou-se a Parceria para Energias Renováveis e Eficiência Energética (REEEP). 	UNFCCC (2002) Cavalcante (2018)
2003	COP 9	Milão Itália	<ul style="list-style-type: none"> Decide que <i>Global Environment Facility</i> acompanhe de perto a implementação dos mecanismos de redução dos gases poluentes, principalmente nos países do não Anexo I, cujas iniciativas não estavam inclusas no pacto global; Insta ao <i>Global Environment Facility</i> desenvolver um processo de diminuição das barreiras financeiras a fim de promover a eficiência energética e a adoção de energias renováveis. 	UNFCCC (2003)
2004	COP 10 Conferência Internacional “Renováveis 2004”	Bonn Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> Protocolo de Quioto ratificado pela Rússia; 154 países participaram das discussões em Bonn, incluindo também, nesse contexto, atores do setor não governamental. Ambos discutiram a implementação de políticas para a ampliação das energias renováveis; Um dos produtos resultantes das discussões consistiu na criação da Renewable Energy Policy Network for 21st Century (REN21). 	Camilleri (2012) e Cavalcante (2018)
2005	COP 11	Montreal Canadá	<ul style="list-style-type: none"> Decide adotar uma nova metodologia para mensurar a efetividade do Protocolo de Quioto; Decide que cada uma das Partes inseridas no Anexo I deve adotar os quadros formulados pelo UNFCCC a fim de padronizar a compilação dos dados. 	UNFCCC (2005)
2006	COP 12	Nairobi Quênia	<ul style="list-style-type: none"> Decide que os fundos levantados para a mitigação das mudanças climáticas serão destinados a capacitação nacional dos países, eficiência energética, adoção de tecnologias inovadoras, assistência técnica e investimentos em residências verdes. 	UNFCCC (2006)
			<ul style="list-style-type: none"> Estabelece o Plano de Ação de Bali (2007); 	UNFCCC

2007	COP 13	Bali Indonésia	<ul style="list-style-type: none"> Decide estreitar os processos de cooperação entre as parcerias públicas e privadas a fim de fomentar as transferências de tecnologias inovadoras e eficiência energética em energias renováveis. Insta as partes a fomentarem P&D e a redução dos custos de tecnologias inovadoras. 	(2007)
2008	COP 14	Poznan Polônia	<ul style="list-style-type: none"> Decidiu manter e fomentar a continuidade do fundo global para proteção do meio ambiente e mitigação das mudanças climáticas; Instigou a comunidade internacional a manter os aportes de financiamentos para o alcance das metas pré-estabelecidas, principalmente, fornecendo apoio aos países menos desenvolvidos e em desenvolvimento; 	UNFCCC (2008)
2009	COP 15 Conferencia de Copenhagen	Copenhagen Dinamarca	<ul style="list-style-type: none"> Os países não conseguiram fechar um acordo sobre as reduções das tarifas de energias renováveis; Entretanto, a União Europeia (UE) estabeleceu metas de redução para as tarifas de energias renováveis compatíveis com a demanda; A Alemanha passou a liderar as energias renováveis e teve a iniciativa de fundar a IRENA. 	Cavalcante (2018)
2010	COP 16	Cancun México	<ul style="list-style-type: none"> Decidiu que todas as partes devem ampliar sua transparência e acesso à informação dos dados relacionados a implementação das políticas de redução dos gases poluentes, bem como suas lições e aprendizados; Promover a capacitação, apoio financeiro e técnico especializado e necessários aos países não desenvolvidos. Além disso, instigou que países desenvolvidos desenvolvam planos mais robustos de redução dos gases poluentes; Decide estabelecer um Fundo Verde para o Clima com o propósito de financiar futuras propostas, projetos e programas de apoio em diversas áreas temáticas voltadas para o clima. 	UNFCCC (2010)
		Durban	<ul style="list-style-type: none"> Decide elaborar um plano de trabalho para detectar lacunas e falhas no processo de mitigação das mudanças climáticas; 	UNFCCC (2011)

2011	COP 17	África do Sul	<ul style="list-style-type: none"> Decide estabelecer um amplo programa de revisão para fortalecer o grupo técnico e científico para melhorar a eficiência na produção de relatórios e análises nacionais; Estabelecimento da Plataforma de Durban – segundo período do protocolo de Quioto. 	Wang et al (2014)
2012	COP 18 Conferência da ONU para o Desenvolvimento Sustentável – Rio+20	Doha Qatar Rio de Janeiro Brasil	<ul style="list-style-type: none"> Decide que as Partes negociarão conjuntamente para efetivar a redução de pelo menos 2°C comparado aos níveis pré-industriais; Decide estabelecer orientações iniciais para a efetivação do Fundo Verde para o Clima; O Secretário Geral das Nações Unidas anunciou o plano “<i>International Year of Sustainable Energy for all</i>” fundamentado na promoção do desenvolvimento sustentável. 	UNFCCC (2012) Cavalcante (2018)
2013	COP 19	Varsóvia Polônia	<ul style="list-style-type: none"> Decide estabelecer uma plataforma on-line, com website específico das atividades realizadas pela UNFCCC; Decide acelerar o processo de implementação das diretrizes estabelecidas pelo Plano de Ação de Bali (2007), principalmente na capacitação, financiamento e avanço tecnológico dos países em desenvolvimento. 	UNFCCC (2013)
2014	COP 20	Lima Peru	<ul style="list-style-type: none"> Insta os países desenvolvidos a contribuírem financeiramente para países em desenvolvimento em seus programas de mitigação e adaptação das mudanças climáticas; Destacou o compromisso em desenvolver um ambicioso acordo em 2015, com as Partes, a fim de construir responsabilidades comuns em distintos processos políticos nacionais. 	UNFCCC (2014)
2015	COP 21	Paris França	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento do Acordo de Paris (2015); Insta fomentar a inovação como meio de promover a redução das mudanças climáticas, elevar o desenvolvimento sustentável e assegurar o crescimento econômico; Indica “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e buscar 	UNFCCC (2015)

			esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais” (p. 26).	
2016	COP 22	Marrakesh Marrocos	<ul style="list-style-type: none"> • Decidiu atualizar as diretrizes dos mecanismos financeiros destinado ao fomento das reduções das mudanças climáticas, promoção da eficiência energética e apoio às energias renováveis; • Decide instigar as partes para a implementação das metas e diretrizes estabelecidas pelo Acordo de Paris realizado na reunião anterior. 	UNFCCC (2016)
2017	COP 23	Bonn Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> • Decide revisar o mecanismo de ajuda financeiro promovido pelas Partes; • Decide implementar um processo de avaliação das metas estabelecidas e alcançadas no período pré-2020; • “Estabeleceu o teto 2°C máximos de aquecimento global até 2100, analisando medidas para se alcançar tal meta. Como por exemplo, políticas de transição energética” (p. 35). 	UNFCCC (2017) Cabral da Silva (2018)
2018	COP 24	Katowice Polônia	<ul style="list-style-type: none"> • Decide analisar os dados técnicos e as metodologias de avaliação dos mecanismos e diretrizes políticas estabelecidas pelo Acordo de Paris, em 2015; • Decide implementar uma Plataforma de Grupos de Trabalhos Locais com propósito de reunir os diversos conhecimentos, tecnologias e intercâmbios fomentando o compartilhamento de experiências. 	UNFCCC (2018)
2019	COP 25	Madri Espanha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reenfatiza as metas estabelecidas na Cop. 21 (2015). ▪ Decide reafirmar o compromisso de reforçar maiores contribuições por parte dos países desenvolvidos, com o objetivo de mobilizar, conjuntamente, 100 milhões de dólares até 2020. 	UNFCCC (2019b)

Fontes: Elaborado a partir de UNFCCC (1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019a, 2019b), Bodansky (2001); Lago (2006); Camilleri (2012); Wang et. al (2014); Vogle (2016); Cavalcante (2018); Cabral da Silva (2018) e Chan et. al. (2018) com complementação do autor (2019).

Diante dos esforços internacionais em busca de movimentos políticos para a transição energética, sublinha-se as distintas trajetórias percorridas pelos diferentes Estados. Nesse contexto, evidencia-se o papel dos Estados na mobilização de políticas de incentivo à inovação de tecnologias em energias renováveis. Para revestir-se de um arsenal teórico que esclareça essas questões, a próxima seção será dedicada a uma discussão com foco nos atributos das teorias da inovação, contemplando desde suas interfaces teóricas mais gerais a práxis política, centrado no fenômeno da atuação dos Estados como promotor das políticas de incentivo à inovação. Dentro desse quadro, ressalta-se as políticas de inovação orientadas para missão, pois ao compreenderem o Estado como indutor do processo de desenvolvimento, fornecem subsídios conceituais e interpretativos da atuação estatal, através das políticas de incentivo à inovação orientadas para missão.

2.2 DA TEORIA À PRÁXIS POLÍTICA: O ESTADO E AS POLÍTICAS DE INCENTIVO À INOVAÇÃO

2.2.1 Teoria e Estado nas políticas de incentivo à inovação

Emergiram da literatura distintas correntes teóricas que tentam compreender o papel da inovação nas sociedades. Desde os primeiros teóricos, já se percebia amplas discussões a respeito das mudanças econômicas ao longo da história. Os constructos intelectuais recepcionaram, em seus postulados, a influência dos avanços tecnológicos na dinâmica do processo de formação do desenvolvimento econômico (NELSON; WINTER, 2005).

Diversos são os países que passariam a implementar políticas de incentivo à inovação. Diante desse panorama, o uso das tecnologias possibilitou, sobretudo, o alcance de distintos interesses e múltiplas perspectivas. De Adam Smith e David Ricardo à uma abordagem crítica em Karl Marx, as interações entre inovação e desenvolvimento econômico demandaram esforços intelectuais acerca do papel da inovação no progresso e evolução das trajetórias sociais (COSTA, 2016; DUBEUX, 2015). Nesses termos, Smith (1996) advogou que o progresso das sociedades é condicionado às habilidades de cada indivíduo que, especializadas, impactam no aumento do progresso científico. Para Ricardo (1996), a incorporação das novas tecnologias altera as relações entre o capital e o valor do trabalho nas economias das sociedades.

Em Marx, o progresso tecnológico é entendido como produto das forças produtivas que estão a serviço do acúmulo de capital e encontram sustentação social nas forças produtivas que apoiam e propagam as práticas do capitalismo (SILVEIRA, 2001). Além disso, Marx (1965 *apud* MALDANER, 2004) reconhece que as inovações tecnológicas deveriam estar a serviço da atividade humana, ou seja, os instrumentais tecnológicos substituiriam a força do exercício braçal, liberando o homem para o exercício de atividades voltadas à reflexão, pensamentos e ideias, não o condicionando, portanto, à busca do lucro permanente.

Enquanto campo de estudo, a temática da inovação surge no segundo lustro da década de 1950, com os trabalhos de diversos cientistas sociais. Economistas, historiadores, sociólogos e estudiosos de gestão passaram a sistematizar seus conhecimentos promovendo uma interligação entre os campos da inovação, tecnologia e ciência. O conjunto desses grupos deu início, a partir da década seguinte, a uma rede de interações uns com os outros e diagnosticaram que haviam insights em comum, mesmo que reconhecessem distinções em suas abordagens metodológicas (MARTIN, 2012).

Nesse contexto, as pesquisas e estudos de inovação, enquanto área de conhecimento, ganharam força a partir da década de 1960, com um crescimento mais acelerado nos anos 1990s. Depois da Guerra-Fria, o reavivamento dos estudos de inovação se deu, principalmente, devido à percepção dos EUA de que a tecnologia era a base de sua supremacia no mundo globalizado que, naquele momento, se redesenhou (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009)⁷.

Uma das primeiras questões elencadas consistiu em entender como surge uma inovação. Sobre esse aspecto, Schumpeter considera o surgimento de uma inovação quando se contempla ao menos um dos cinco seguintes casos. A inovação surge decorrente da criação de um novo bem ou uma nova qualidade que foi agregada a um bem; da implementação de um método de produção inovador, de modo ainda não utilizado pela indústria de transformação do setor; do surgimento de um novo modelo de mercado em que modifique a indústria daquele setor específico da economia; da possibilidade de uso de uma nova matéria-prima ou uma outra fonte de oferta de bem semimanufaturados; além do surgimento de um novo modelo de organização industrial, a exemplo da criação de um novo monopólio no mercado ou uma nova subdivisão dos arranjos de mercado (SCHUMPETER, 1997).

De acordo com Guerreiro (2013), a abordagem schumpeteriana foi a que mais relacionou “o desenvolvimento econômico à inovação e a difusão de inovação, principalmente

⁷ Cumpre considerar que “Os programas de apoio às atividades de P&D governamentais têm, desde a Segunda Guerra Mundial, fornecido aproximadamente metade dos fundos totais para a pesquisa e desenvolvimento” (NELSON, WINTER, 2005, p. 525).

tecnológica e institucional” (p. 31). Com base nesse quadro, ao incorporar os aspectos teóricos desenvolvidos por Schumpeter, Lundvall (2007) acrescenta o entendimento de que a inovação consiste em um processo ao qual é possível introduzir, de forma pioneira, a identificação e difusão de uma nova tecnologia no mercado.

Dentro da perspectiva evolucionária, os neoschumpeterianos, Nelson e Winter (2005) sustentam que o crescimento econômico das sociedades é demarcado por um processo evolutivo decorrente, sobretudo, das mudanças tecnológicas vivenciadas pelos países. Nesse panorama, diagnostica-se a ocorrência de distintas combinações tecnológicas, o que os diferenciam em seus respectivos *status*. Para os autores:

Nos países mais desenvolvidos, as novas tecnologias passam a participar das combinações na medida em que as invenções acontecem. Nos países menos desenvolvidos as tecnologias passam a participar das combinações na medida em que as tecnologias dos países de alta renda passam a ser adotadas. A qualquer tempo, as diferenças entre os países podem ser explicadas pelas diferenças das combinações tecnológicas utilizadas, assim como pelas proporções de fatores (NELSON; WINTER, 2005, p. 344).

Dessa asserção, sinaliza-se, portanto, para um desnívelamento no processo de desenvolvimento tecnológico entre os países. Essa diferença é resultante, dentre alguns fatores, da inexistência de um aporte de capital renovado, da ausência de profissionais habilitados, de atrasos no acesso à informação e na defasagem no processo de avaliação das formas de aprendizagem e adaptação de novas tecnologias (NELSON; WINTER, 2005).

A aproximação entre os postulados de Schumpeter aos da teoria geral de Keynes, onde enfatiza o papel dos investimentos do Estado no controle das instabilidades nas economias capitalistas, revelou a necessidade de que os instrumentos públicos de apoio à inovação eram parte nuclear das políticas macroeconômicas que possibilitaram, por sua vez, a superação de crises econômicas no período pós-guerra (GUIMARÃES, 2000). Evidencia-se, assim, o argumento de que as políticas estatais são mecanismos essenciais na promoção de incentivos à inovação e geram, consequentemente, dividendos ao desenvolvimento econômico dos países.

Nesse quadro teórico, Edler e Fagerberg (2017) distinguem três tipos de políticas de inovação, são elas: (1) as políticas de inovação orientadas para invenção/inovação; (2) as políticas de inovação orientadas para o sistema; e (3) as políticas de inovação orientadas para a missão. Nesses termos, o quadro a seguir sistematiza as principais características de cada uma das abordagens mencionadas.

Quadro 6 - Tipos de Políticas de Inovação.

	Políticas orientadas para invenção	Políticas orientadas para o sistema	Políticas orientadas para missão
<i>Abordagem</i>	Restrita	Ampla	Ampla
<i>Principal Foco</i>	Promoção dos Programas de P&D	Considera as interações entre os atores dentro do sistema	Novas soluções práticas para os desafios concretos
<i>Perspectiva Temporal</i>	Curto Prazo	Longo Prazo	Longo Prazo

Fonte: Elaboração própria com base em Edler e Fagerberg (2017).

Diante das tipologias sistematizadas a partir dos argumentos de Edler e Fagerberg (2017), observa-se que, dependendo das diretrizes adotadas pelas decisões políticas de cada um dos países, diversos caminhos e ênfases podem ser estabelecidos. A primeira tipologia, na qual considera a dimensão do progresso tecnológico como meio a ser perseguido por meio da promoção dos programas de P&D orientados para a inovação.

Dentro dessa discussão, um dos elementos a serem investigados consiste na observação do quantitativo das patentes de cada país. As patentes são indicadores essenciais para se perceber o nível de desenvolvimento tecnológico (FARIA *et. al.*, 2014)⁸. Países mais desenvolvidos, tecnologicamente, serão detentores de um maior número de patentes e, consequentemente, demarcam reflexos em seu processo de desenvolvimento econômico por serem detentores de alta tecnologia⁹. Dentro desse contexto, Mir-Artigues e Del Río (2016) afirmam que as políticas de públicas de incentivo à P&D em energia solar fotovoltaica, por exemplo, devem se realizar nos estágios iniciais da inovação, pois devido às falhas de mercado, o setor privado tende a apoiar as fases finais - considerando a (pré)comercialização e difusão em massa da inovação.

Nessa linha de raciocínio, Bosetti *et. al.* (2012 *apud* Mir-Artigues; Del Río, 2016) observaram que, embora se ainda se tenha um baixo nível de investimentos públicos em P&D, há poucas evidências de que investimentos do setor privado contribuam para a promoção de

⁸ Uma patente é um direito de propriedade sobre uma invenção, concedido por departamentos nacionais de patentes. Uma patente dá a seu detentor um monopólio (de duração limitada) sobre a exploração da invenção patenteada como contrapartida da divulgação (com o que se pretende permitir uma utilização social mais ampla da descoberta) (MANUAL DE OSLO, 1997, p. 27).

⁹ O conceito de alta tecnologia consiste em “um padrão tecnológico baseado numa combinação de diferentes tecnologias para o alcance de diferentes objetivos. O seu caráter sistêmico se deve aos esforços de inovação que integram várias atividades: educação, P&D em diversas disciplinas interligadas, produção, marketing, distribuição, consumo e as inter-relações entre esses elementos” (TACHINARDI, 1993, p. 61).

energia solar fotovoltaica. Por outro lado, ao considerar a essencialidade da pesquisa básica à aplicada em P&D, Mir-Artigues e Del Río (2016) concordam que há uma complementaridade entre os investimentos públicos – focada para o longo prazo - e privados – direcionada ao curto prazo, quanto ao processo de inovação da energia solar fotovoltaica.

Frisa-se o argumento de Albuquerque (1998), ao defender que a função da prática da ciência, em países não desenvolvidos, não se trata de uma resultante ‘natural’ do desenvolvimento da indústria ou da tecnologia. Decorre, essencialmente, de uma pré-condição ao processo de desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico. Assim, a ciência é, nesse sentido, pedra angular para qualquer processo que vise o aprimoramento do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

A perspectiva do SNI surgiu na década de 1980 em função das discussões promovidas por Freemam (TENÓRIO *et. al.*, 2017). A concepção freemamiana se tornou paradigmática ao considerar os diversos processos de identificação de linhas de regularidades e circunstâncias históricas, que permitem as distintas interações entre os atores institucionais inseridos no processo de inovação (BITTENCOURT; CARIO, 2016).

Dentro desse quadro, a abordagem do SNI emerge nas discussões que envolvem o desenvolvimento econômico a partir das abordagens (neo)schumpeterianas (CASSIOLATO *et. al.*; 2005) e evoluiu em sua compreensão para distintos desdobramentos das economias contemporâneas (FREEMAN, 1995; 1996; CONCEIÇÃO, 2000; CONCEIÇÃO; FARIA, 2003). Ressalta-se, nessa direção, que o conceito de SNI é elástico e ajustável às singularidades de cada processo de desenvolvimento. Orienta-se, portanto, pela organização de um quadro que deve reunir as distintas formas de atividades especializadas decorrentes das pesquisas em inovações e dos processos de aprendizagens (LUNDVALL, 2007). Em uma outra perspectiva teórica das políticas de inovação, fundamenta-se nas políticas de inovação orientadas para missão, conforme discutir-se-á, com um melhor destaque, na próxima seção deste trabalho.

2.2.2 Das políticas de inovação orientadas para missão

As políticas orientadas para missão foram definidas, conforme Ergas (1987), como políticas públicas de caráter sistêmica que, fundamentadas no conhecimento de ponta, buscam alcançar objetivos específicos, ou seja, se utilizam de sofisticados recursos científicos para a superação dos problemas mais desafiadores das sociedades (*apud* MAZZUCATO, 2018c). Esses dilemas são definidores e estratégicos para o desenvolvimento dos países e vão desde questões de segurança aos dilemas energéticos e mudanças climáticas (MAZZUCATO, 2018c).

As missões devem ser agregadoras de atores, desde que esses se percebam envolvidos em um propósito central. Dessa forma, engajam-se agentes de distintos setores, atrai-se a participação de investimentos públicos e privados e ampliam-se os estudos interdisciplinares comprometidos em solucionar os potenciais dilemas societais (MAZZUCATO, 2018d).

No contexto dessa perspectiva, Mazzucato (2018c), em uma atualização da sistematização elaborada por Soete e Arundel (1993), apresenta uma diferenciação paradigmática entre os antigos e novos projetos de políticas de inovação orientados para missão. No antigo paradigma, os Estados centraram-se nas questões direcionadas à defesa, planejamentos na área nuclear e programas aeroespaciais. No novo paradigma acolhe desafios globais contemporâneos. Incorpora-se uma ampla gama de agentes, resguarda-se a viabilidade econômica da missão e assegura-se o propósito de promover novas tecnologias a fim de solucionar desafios ambientais e sociais (*apud* MAZZUCATO, 2018c). No quadro dessas considerações, a tabela a seguir sintetiza as diferenças entre as principais características desses paradigmas.

Tabela 1 - Características de velhos e novos projetos orientados para missão.

Defesa, nuclear e aeroespacial	Novo: tecnologias ambientais e desafios societais.
A difusão dos resultados fora do núcleo dos participantes é de menor importância ou ativamente desencorajada.	A difusão dos resultados é um objetivo central e é ativamente encorajada.
A missão é definida em termos do número de realizações técnicas, com pouca atenção à sua viabilidade econômica.	A missão é definida em termos de tecnologia economicamente viável com soluções jurídicas para problemas sociais particulares.
Os objetivos e a direção do desenvolvimento tecnológico são definidos previamente por um pequeno grupo de especialistas.	A direção da mudança técnica é influenciada por uma ampla gama de atores, incluindo governo, empresas privadas e grupos de consumidores.
Controle centralizado dentro de uma administração governamental.	Controle descentralizado com um grande número de agentes envolvidos.
A participação é limitada a um pequeno grupo de empresas devido à ênfase em um pequeno número de tecnologias radicais.	Ênfase no desenvolvimento de métodos tanto de inovações radicais quanto incrementais para permitir que um grande número de empresas participe.
Projetos autônomos com pouca necessidade de políticas complementares e pouca atenção à coerência.	Políticas vitais complementares para o sucesso e atenção direcionada à coerência com outros objetivos.

Fonte: Mazzucato (2018c, p. 805) versão modificada da tabela 5 em Soete e Arundel (1993, p. 51). Tradução livre (2021).

Dentro dessa percepção, ressalta-se o papel do Estado como agente promotor das políticas de inovação, pois calca-se no entendimento de que, ao considerar a pluralidade de

atores, o Estado deve coordenar os distintos interesses envolvidos no processo. Apenas nesses moldes, o Estado torna-se o ente capaz de desenvolver o “intelecto” necessário à condução do planejamento estratégico da política a ser empreendida. Ademais, sublinha-se a inafastabilidade da capacidade do Estado em realizar seu próprio aprendizado, mediante constantes monitoramentos e avaliações, no processo de execução das políticas orientadas para missão (MAZZUCATO; PENNA, 2015).

Do ponto de vista analítico, ancorar-se-á no conceito de Estado Empreendedor (MAZZUCATO, 2014; MAZZUCATO; PENNA, 2015). Dessa forma, em face da necessidade de se compreender o papel das políticas estatais no nível de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica. Entende-se que o Estado empreendedor é aquele que assume as responsabilidades cruciais, exerce a liderança e define objetivos e metas específicas no processo, mobilizando diversos atores no constructo do processo da política de inovação orientada para missão (MAZZUCATO, 2014; MAZZUCATO; PENNA, 2015).

2.2.3 O debate sobre o papel das políticas estatais no incentivo à inovação

Diversos são os países que intencionam alcançar o desenvolvimento econômico sustentável e inteligente (via as políticas de inovação). Para que esse intuito seja, na prática, atingido é preciso repensar o papel dos governos e das políticas públicas promovidas pelo Estado (MAZZUCATO; PENNA, 2015). Emerge, nesse sentido, as discussões em torno do papel das políticas estatais no incentivo à inovação. Nesses termos, cumpre considerar que, embora se admita que as empresas privadas preenchem um papel relevante no desenvolvimento de novas tecnologias, as políticas públicas são promotoras de conjunturas propícias ao processo de promoção e facilitação das próprias tecnologias desenvolvidas pelo setor empresarial (SILVA, 2017). Sendo assim, reconhece-se que, além de serem facilitadoras da disseminação das novas tecnologias, as políticas públicas são também catalisadoras da própria inovação (NELSON; WINTER, 2005).

Ao adotar a inovação como uma estratégia de desenvolvimento, Haana (2018) sustenta que o Estado deve incentivar os primeiros adotantes, incentivando a aquisição da nova tecnologia, além de promover políticas complementares, tais como testes de absorção e a efetividade da tecnologia no processo de acomodação local.

Sinaliza-se, conforme apontou Gadelha, para a capacidade de mediação e arbitragem exercida pelo Estado nos vínculos e relações entre os diversos atores, inseridos no processo de

aprendizagem, atributo que o possibilita produzir, modificar e reorientar os caminhos necessários para o alcance do desenvolvimento de suas economias. Esse ponto é basilar, pois explica o modo como o desenvolvimento das economias foi guiado pela forte presença do Estado em suas articulações estratégicas, o posicionando em direção ao progresso tecnológico (GADELHA, 2002). Dessa forma, conforme delinearam Edler et. al (2016), a política de inovação pode ser entendida como:

(...) uma intervenção pública de apoio a geração e difusão de inovações, por meio das quais uma inovação é um novo produto, serviço ou modelo de negócio que pode ser colocado comercialmente ou não. (...) é uma intervenção projetada e gerida pelo governo, incluindo as diversas agências em vários níveis espaciais [tradução livre] (EDLER et. al., 2016, p. 3).

Ressalta-se que as políticas de inovação são caracterizadas pela multidisciplinariedade e, fundamentalmente, são aplicadas aos novos mecanismos, instituições e instrumentais e, na medida em que diferentes atores são conectados, evidencia-se uma forte interação entre os setores público e privado (ARBIX, 2017).

Por outro lado, Cassiolato e Lastres (2014) argumentam que o apoio dado ao desenvolvimento de novas tecnologias depende das trajetórias históricas percorridas pelos países, de modo a considerar suas singularidades regionais e locais. O aspecto internacional também é uma dimensão relevante, pois conforme ressaltou Conceição (2014, p. 4), “a partir das observações históricas, as revoluções tecnológicas surgem nos países industrializados e se difundem tardivamente para os países mais atrasados”.

Sob o prisma das estratégias históricas, Ha-Joon Chang argumentou que o desenvolvimento tecnológico dos países decorreu da centralidade das políticas estatais. Houve, portanto uma “multiplicidade de instrumentos de políticas usados com esse propósito, pelos diversos países, em consequência das diferenças em seus relativos atrasos tecnológicos, na situação internacional, na disponibilidade de recursos humanos etc.” (CHANG, 2004, p. 210). Para as economias em desenvolvimento, ainda segundo o autor, as transferências de tecnologias só teriam relevância se incidissem em suas capacidades tecnológicas. Nessa linha, dever-se-ia adotar uma política estatal que possibilitasse a edificação de instituições de ensino e pesquisa direcionadas a sofisticação e a divulgação de alta tecnologia (CHANG, 2004).

Para países retardatários, conforme sublinhou Lopes, o *catching up* se traduz em explorar as janelas de oportunidades que se erguem em cada processo de mudança tecnológica. Dessa forma, o desempenho de cada país depende, tanto do estágio em que se desenha o

processo, como da trajetória tecnológica que se exerce quando emergem novas tecnologias (LOPES, 2018).

Por outro lado, Chaminade e Edquist (2010) advertem que, a incerteza (quanto ao resultado das inovações), impropriabilidade (as empresas não detêm do controle que as permitam se apropriarem de todos os dividendos decorrentes da inovação) e indivisibilidade (apenas com a aplicação de um investimento inicial mínimo dedicado à geração de conhecimento é possível a criação de conhecimentos considerados inovadores) – são características que afastam a incidência de investimentos por parte do setor privado, assim, os investimentos públicos em pesquisas são fundamentais devido a ocorrência das falhas de mercado. Mazzucato (2018a), para além dessa linha de raciocínio, ou seja, das soluções que incidem meramente na concepção das falhas de mercado, que criticam apenas os pontos – da diminuição do aparelho estatal, dos estímulos promovidos via mercado e da separação entre o setor público e o setor privado, advoga que as políticas estatais detêm de um nevrálgico papel no movimento de transformação de mudanças tecnológicas, contribuindo e orientando todo o processo de geração e delineamentos de mercados (MAZZUCATO, 2018a).

Nessa atmosfera, o pensamento político fundamentado numa perspectiva de longo prazo é elemento essencial para o desenvolvimento das economias. Alicerça-se, nesse sentido, em estabelecer diretrizes em cadeia que orientam toda a trajetória de desenvolvimento tecnológico, pois a:

Inovação raramente ocorre em isolamento. Pelo contrário, é por natureza profundamente cumulativa: a inovação hoje é muitas vezes o resultado do investimento pré-existente. A inovação é, além disso, coletivo, com longos prazos de entrega: o que pode parecer uma descoberta radical hoje é realmente o fruto de décadas de trabalho duro de diferentes pesquisadores (MAZZUCATO, 2018b, p. 180).

Devido à necessidade de disciplinarização das políticas de inovação, pautadas na perspectiva de longo prazo, entende-se que o país adote uma postura de Estado Empreendedor (MAZZUCATO, 2014). Para a autora, o Estado Empreendedor é aquele capaz de ser proativo e determinado a gerenciar e incentivar um ambiente que envolve, o melhor que setor privado tem a oferecer, com medidas de promoção direcionadas ao bem-estar nacional. O Estado deve, portanto, atuar como protagonista em investimentos nos setores da ciência e difusão do conhecimento (MAZZUCATO, 2014). Reconhecer o Estado, como um agente atuante no processo de desenvolvimento da inovação, requer admitir o exercício dos atores públicos no direcionamento necessários dos investimentos e, em decorrência, assume-se a qualidade de coparticipar na socialização dos riscos e recompensas dessa atuação (MAZZUCATO, 2018d).

O desenho desse quadro teórico permite a compreensão de como as políticas estatais atuarão em direção ao incentivo à inovação, ao mesmo tempo em que contempla o desenho das configurações do mercado como um dos elementos essenciais no planejamento de políticas públicas. No âmbito do planejamento, Guimarães (2000) aponta que as políticas de inovação devem ter objetivos definidos e especificados, elaboração governamental de planos com metas, previsibilidade na emissão regular de planos plurianuais e a proposição de uma regulamentação que favoreça o estabelecimento de instrumentos de apoio políticos.

Ressalta-se, nesse aspecto, a necessidade de se estabelecer uma coordenação da política, pois há uma constante necessidade de organizar as atividades a serem alcançadas, em função dos objetivos pré-estabelecidos. No âmbito das políticas públicas, a coordenação política é elemento angular para o desenvolvimento eficaz de projetos políticos, podendo ocorrer tanto no nível dos atores e agências, em um mesmo nível da burocracia (coordenação horizontal), como manifestar-se também em distintos níveis governamentais (coordenação vertical) (SOUZA, 2018). Em suma, conforme asseverou Maldaner (2004), o planejamento estratégico, delineados pelos governos, é ponto central no desenvolvimento do processo tecnológico, pois direcionam o comportamento dos agentes no nível setorial.

China, Índia e Coreia do Sul, por exemplo, são os países que apresentam os maiores parques tecnológicos, em distintos setores da inovação. Esse cenário é resultado de um forte engajamento dos governos nacionais, pois, de maneira estratégica, encontraram na inovação um mecanismo benéfico à promoção do crescimento econômico e desenvolvimento de suas sociedades (AUDY, 2017).

Pamplona e Penha (2018) advogam que a existência de uma perspectiva da inovação na economia pode contribuir para a superação de desafios socioeconômicos, seja por meio de mecanismos mais inclusivos, pelo aperfeiçoamento das práticas de trabalho e promoção de um cenário sustentável. Uma das atuações das políticas estatais, de acordo com Santos (2016), por exemplo, reside na criação da infraestrutura de pesquisa, de modo que viabilize o aprendizado industrial para o desenvolvimento das tecnologias em energias renováveis.

Nesses termos, em países de industrialização tardia, como Brasil, China e Índia, a inovação tecnológica nacional é um recurso crucial ao desenvolvimento econômico, pois, como pontuou Guimarães (2000), os instrumentos de incentivo à inovação se traduzem na possibilidade de diversificação de caminhos que favorecem a superação do hiato tecnológico ou do crescimento do domínio nacional de uma determinada tecnologia. Para De Negri (2017), por exemplo, o Brasil apresenta alguns instrumentos políticos de incentivo à inovação e são aplicadas em diversas áreas. Por outro lado, Silva (2017) sinalizou que os índices da

performance chinesa, no campo do desenvolvimento tecnológico, se sedimentam, como alicerce principal, nas bases da atuação das políticas estatais na execução de um planejamento estratégico calcado no longo prazo.

De uma perspectiva mais abrangente, Perez argumentou que não é prudente para China, para Índia e demais países em desenvolvimento ancorar seu crescimento nas bases do antigo modelo de consumo de massas. Urge-se, nesse panorama, a necessidade de se promover uma economia alicerçada na sustentabilidade, tendo em consideração a finitude dos recursos disponíveis. Salienta-se que, com desenvolvimento de uma economia de baixo carbono, elevam-se as possibilidades de ampliação da geração de emprego, contribuindo, por sua vez, para diminuição das desigualdades entre as classes sociais (PEREZ, 2016). Diante desse panorama, conforme argumentou Furtado (1977, p. 93), “o desenvolvimento é ao mesmo tempo um problema de acumulação e progresso técnico, e um problema de expressão de valores de uma coletividade”. Sustenta-se, com base nessa acepção, que o desenvolvimento de cada país, principalmente, aqueles marcados por uma industrialização tardia, deve ser ancorado, trivialmente, na ênfase da participação do Estado em pesquisa e inovação, congruente com a superação dos anseios e desafios das sociedades.

3 NO HORIZONTE, O MUNDO EMERGENTE: CENÁRIOS ENERGÉTICOS DE BRASIL, CHINA E ÍNDIA E O DEBATE SOBRE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Atualmente, as tecnologias de energia renovável são vistas não apenas como ferramentas para melhorar a segurança energética e mitigar e adaptar às mudanças climáticas, mas também são cada vez mais reconhecidas como investimentos que podem proporcionar vantagens econômicas diretas e indiretas ao reduzir a dependência de combustíveis importados; melhorar a segurança e a qualidade do ar local; avançando o acesso à energia e segurança; impulsionando o desenvolvimento econômico; e criando empregos [tradução livre] (REN21, 2014, p. 5)¹⁰.

No novo milênio, o mundo emergente é caracterizado pelos países que expressaram relativos crescimentos econômicos e se tornaram atores relevantes, decorrente de suas posições políticas, em resposta aos diversos desafios globais, como a crise financeira pós-2008 (BIOS; GUILHON, 2014) e das adversidades climáticas (HOCHSTETLER; MILKOREIT, 2015). Em face desse ambiente, o desenho do quadro das políticas energéticas, dentro de cada um desses países, desempenha um papel central no processo de construção de uma transição energética.

Considera-se, portanto, que as transformações socioeconômicas, os aportes financeiros, as mudanças na infraestrutura e as capacidades tecnológicas empreendidas são aspectos que demarcam a relevância das economias emergentes no movimento em direção à transição energética (KHOSLA et. al., 2020). Salienta-se que, conforme pontuaram Gómes et. al. (2012), as discussões em órbita das matrizes energéticas são essenciais na arena do debate entre os processos de desenvolvimento e a necessidade de sustentabilidade em economias emergentes.

Diante desse panorama, considerável parte desses países orientaram suas políticas para incluir a adoção de energias renováveis em suas matrizes energéticas. Este direcionamento foi dado, principalmente, com o objetivo de garantir a segurança no fornecimento de energia, por meio da diversificação das fontes e pela necessidade de redução das taxas de emissão de carbono (MATHEWS; TAN, 2015). Brasil, China e Índia foram países visualizados em destaque, pois além de apresentarem taxas de crescimento relevantes, adquirirem peso relativo

¹⁰ “Today, renewable energy technologies are viewed not only as tools for improving energy security and mitigating and adapting to climate change, but are also increasingly recognised as investments that can provide direct and indirect economic advantages by reducing dependence on imported fuels; improving local air quality and safety; advancing energy access and security; propelling economic development; and creating jobs (REN21, 2014, p. 5).

no dinamismo das negociações internacionais, buscaram diversificar suas matrizes energéticas. Em vista disso, esses três grandes emergentes são casos considerados relevantes no desenho de políticas orientadas à adoção de energias renováveis.

Para melhor compreensão desse processo, evidenciar-se-á, em seguida, algumas caracterizações do cenário energético nos quadros específicos de Brasil, China e Índia.

3.1 DO CENÁRIO ENERGÉTICO NO BRASIL

O cenário energético brasileiro foi delineado, sobretudo, pelas políticas estatais em relação às fontes utilizadas em sua matriz elétrica. Dessa forma, em um cenário caracterizado pela abundância de recursos naturais, o Brasil mantém, de um lado, uma posição favorável em termos de disponibilidade recursos, e de outro lado, óbices ao desenvolvimento de um planejamento e gestão eficaz de como utilizar esses recursos de forma sustentável (PEREIRA Jr. et. al., 2011). Internacionalmente, desde a Cúpula da Terra, em 1992, o Brasil tinha adotado uma postura em defesa das questões ambientais e, nesse sentido, contribuiu para os avanços dos acordos climáticos internacionais – a exemplo da elaboração do Protocolo de Quioto (GONÇALVES; SARRO, 2015).

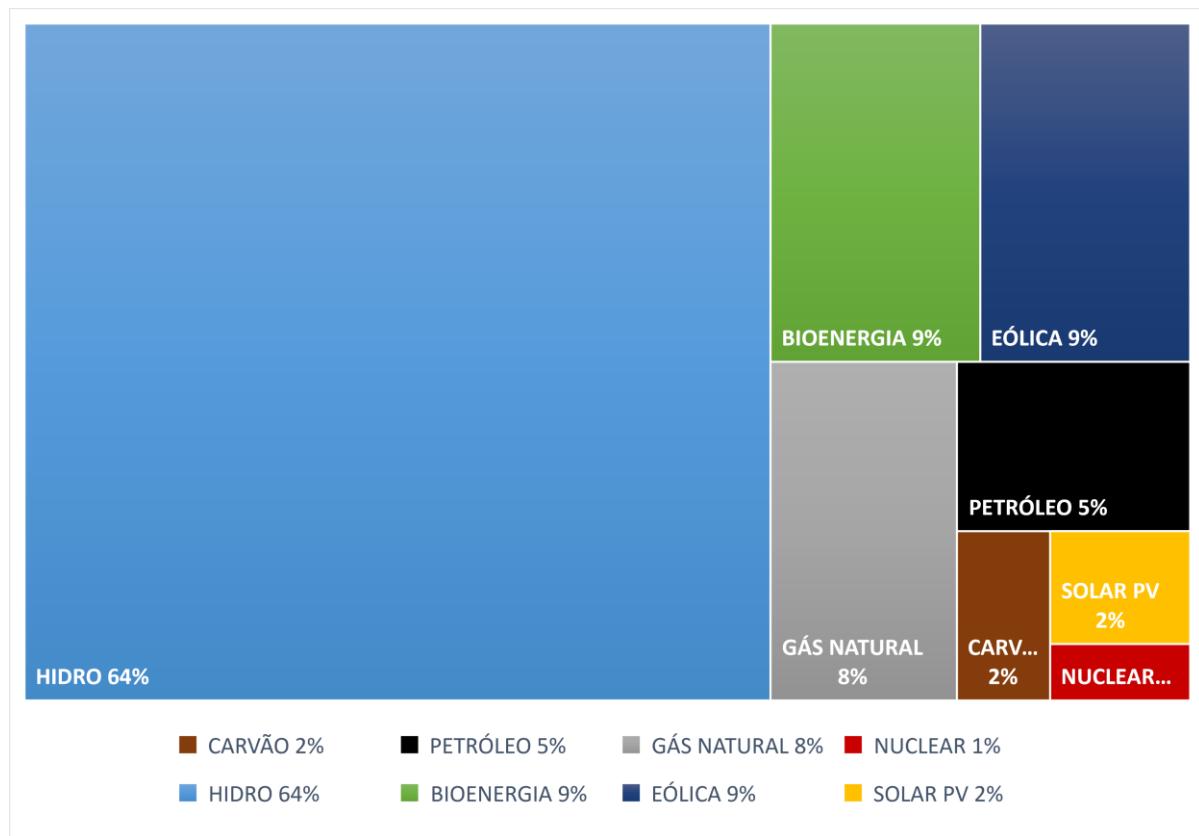
No plano nacional, o Brasil implementou políticas de fomento à utilização de energias renováveis, principalmente por meio de incentivos políticos. Nesse processo, é pertinente destacar a participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), um banco público fundamental no fomento às energias renováveis no país (LOSEKANN; HALLACK, 2018). Em 2007, por exemplo, o Ministério do Meio Ambiente institucionalizou a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental – SMCQ, munida do propósito de desenvolver projetos e atividades direcionados à redução das emissões de gases poluentes (UNTERSTELL, 2017). Naquele mesmo ano, apresentou-se o *Plano Nacional de Energia 2030*, por meio do qual o país reconheceu que um dos determinantes para a seleção das fontes de energia, a serem incorporadas, com maior intensidade, à matriz energética brasileira, estaria relacionada ao desenvolvimento tecnológico (PNE, 2007). Além disso, adotou uma política nacional para o clima, estabelecida pela lei 12.187/2009 e a criação do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), em 2009 (GONÇALVES; SARRO, 2015).

Dessa forma, o Brasil se constituiu como um ator, relativamente, relevante nas negociações do regime de mudanças climáticas, principalmente, no estabelecimento de novos marcos institucionais para o período pós-2020, não apenas pelo significativo quantitativo de suas emissões de gases poluentes, como por ser detentor do maior território da Amazônia,

considerada maior floresta do mundo tropical (REI; CUNHA, 2015). Acrescenta-se ainda que, conforme sinalizaram Gonçalves e Sarro (2015), China, Índia e Brasil foram, respectivamente, os três países que mais aprovaram projetos no Conselho Executivo de MDL. Diante dessas configurações políticas, o cenário energético brasileiro se desenvolveu, sobretudo, fixado em uma matriz energética relativamente renovável, com ênfase na fonte hídrica.

Depois de uma relativa ampliação das políticas de incentivo às energias renováveis observaram-se um processo de diversificação entre as demais fontes renováveis. Em termos de capacidade elétrica, ao considerar o ano base 2019, o cenário energético brasileiro pode ser estimado, percentualmente, em 64% em hidrelétrica, 9% em bioenergia, 9% em energia eólica, 8% em gás natural, 5% oriunda do petróleo, 2%, respectivamente, em energia solar fotovoltaica e carvão, e 1% em energia nuclear, conforme estampa a figura 5 a seguir.

Figura 5 – Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) no Brasil, ano base 2019¹¹.

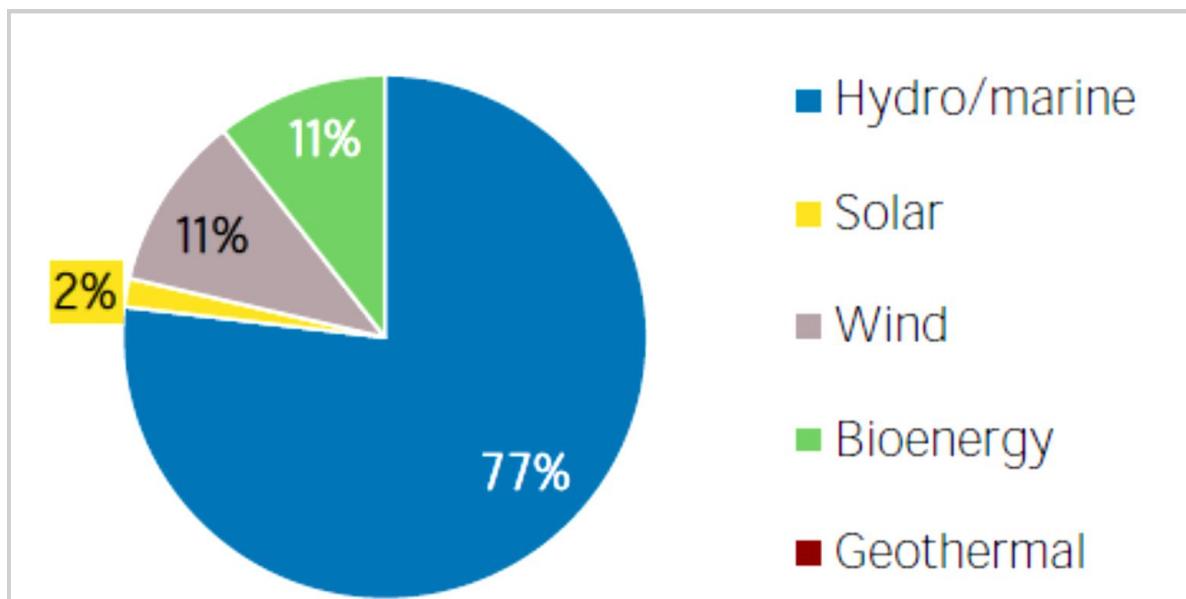


Fonte: Elaborado pelo autor com base em IEA.WEO, 2020, p. 360.

¹¹ Os dados consistem em percentuais estimados e podem ocorrer imprecisões em relação ao seu percentual total. Além disso, vale salientar que sua compilação ocorreu com base em uma ampla coleta em relatórios de agências governamentais e internacionais (IEA.WEA, 2020).

Diante dessa configuração, apesar dos recentes retrocessos no âmbito das políticas climáticas, assinala-se que o país ainda apresenta uma matriz energética ancorada, relativamente, em fontes renováveis. Para o ano de 2019, por exemplo, em termos percentuais, a capacidade elétrica em energias renováveis fora evidenciada pela utilização da energia hidrelétrica/marinha (77%), seguida da energia eólica (11%), bioenergia (11%) e, de maneira mais incipiente, a energia solar (2%) conforme ilustra na figura 6 a seguir.

Figura 6 – Capacidade elétrica em Energias Renováveis no Brasil, ano base 2019.



Fonte: IRENA, 2020b, s.n.

Diferentemente do caso brasileiro, a China ainda apresenta uma matriz energética caracterizada, predominantemente, por fontes não renováveis. Em vista dessa acepção, observado os aspectos gerais do cenário energético brasileiro, em seguida, passar-se-á à compreensão do cenário energético chinês.

3.2 DO CENÁRIO ENERGÉTICO NA CHINA

Do lado da China, percebe-se que desde o final da década de 1980, o governo chinês dedicou mais atenção ao processo de mudanças climáticas, orientando sua economia para uma visão fundamentada no alargamento do mix energético, redução da poluição industrial e o estabelecimento de políticas direcionadas ao alcance desse propósito (CHINA, 2007). A China reconheceu, portanto, a centralidade do papel da inovação e dos avanços tecnológicos no processo de mitigação das mudanças climáticas e redução dos índices de gases poluentes,

compatibilizando as intenções das políticas de enfrentamento aos desafios internos, robustecendo esforços ao incentivo das tecnologias de energias renováveis em direção ao desenvolvimento de economia sustentável (CHINA, 2007).

Nesse cenário, há diversos desafios enfrentados pela China, exemplo disso consiste na busca pela segurança energética, superação dos baixos níveis quanto à qualidade do ar, que por sua vez, comprometem a saúde do povo chinês e, consequentemente, o desenvolvimento de uma economia sustentável. Registra-se, nesses termos, a ênfase demarcada pelo governo chinês em projetar seu desenvolvimento para uma economia de baixo carbono e, nesse sentido, reconhece a importância das tecnologias de energias renováveis como meios pelos quais pode-se alcançar esse objetivo (ENGELS, 2018).

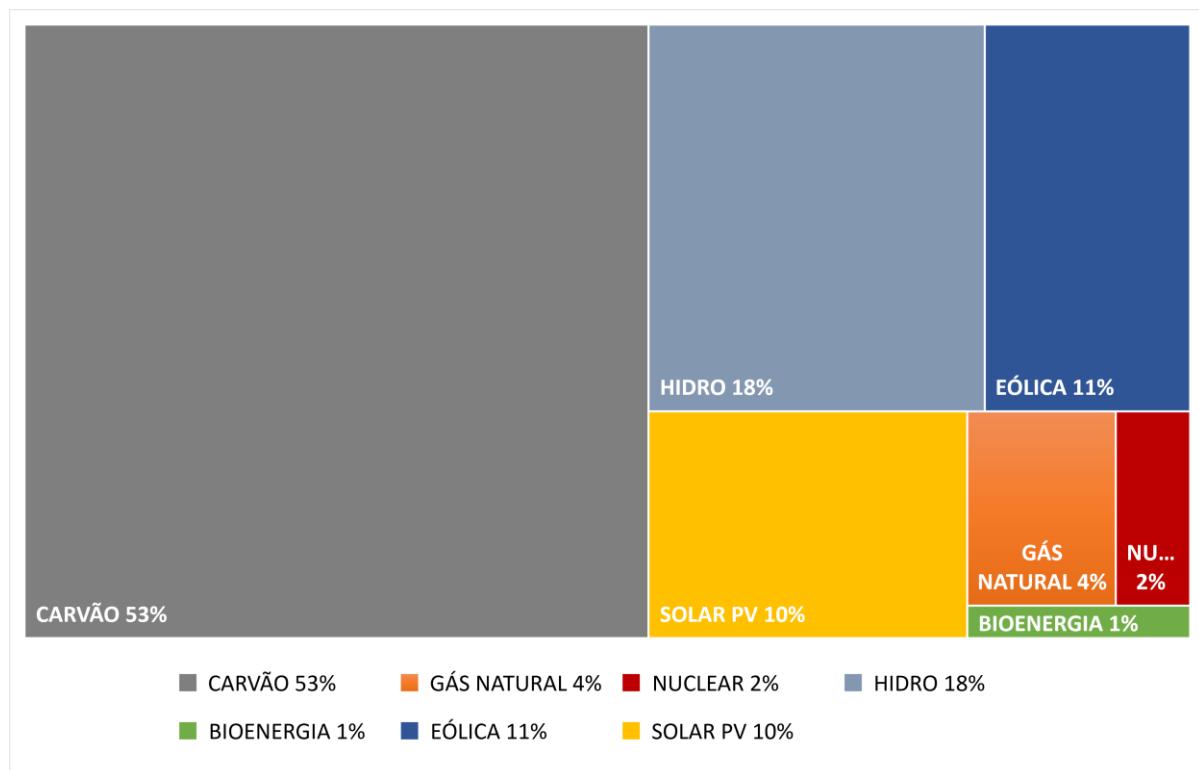
Em 2005, através da Lei das Energias Renováveis, a China adotou uma série de políticas de incentivo às energias renováveis. Por meio desse dispositivo, instituiu-se a possibilidade de obrigações do próprio governo, usuários e empresas a perseguirem a ampliação dessas fontes energéticas – incluindo regras para o preço, conexão à rede e ênfase no gerenciamento (CHINA, 2007). Congruente com essa política, em 2008, a China intensificou sua posição em formação de uma liderança global no regime de mudanças climáticas. Sua postura calcou-se, principalmente, a busca da eficiência energética, construção de uma rota para desaceleração do uso fontes que elevam os Gases do Efeito Estufa (GEE) e amplo destaque a necessidade de crescimento ancorado no uso de energias renováveis (ENGELS, 2018).

Portanto, observa-se que a atuação chinesa no âmbito das negociações internacionais se fundamenta no fortalecimento dos processos de cooperação, transferência de tecnologias e financiamento de projetos direcionados à mitigação das mudanças climáticas, sobretudo com países em desenvolvimento e outros do G-77 (MOREIRA; RIBEIRO, 2016). Por outro lado, cristalizaram-se, seus interesses, na construção da iniciativa *One Belt, One Road* – um Cinturão Econômico da Nova Rota da Seda. Dados da IEEFA (2018) revelam que a China já empregou US\$ 8 bilhões de dólares, considerando, dentre outros bens e serviços, a exportação de painéis solares, além de outras tecnologias dedicadas às demais fontes renováveis, chegando a superar, nesse aspecto, países como EUA e Alemanha.

Em outras duas arquiteturas institucionais, nas quais a China é um ator relevante, h referem-se ao Banco Asiático de Investimento e Infraestrutura (AIIB) e o Novo Banco de Desenvolvimento (NDB). Ambos empreendimentos apresentam em suas diretrizes a promoção de projetos endereçados ao fomento de tecnologias de energias renováveis. Em suma, os propósitos se enquadram numa perspectiva que beneficie o desenvolvimento de economias alicerçadas na baixa emissão de GEE (IEEFA, 2019).

No que tange a disponibilidade dos recursos naturais, a China apresenta um abundante potencial para o desenvolvimento de energias renováveis (solar, eólica, dentre outras). No entanto, apesar de todos esses esforços, significativa parte da matriz energética chinesa ainda é constituída, sobretudo, por fontes poluentes. De acordo com dados da IEA.WEO (2020), ano base 2019, em torno de 53% da capacidade elétrica chinesa advém do carvão, seguidas de hidro (18%), eólica (11%), solar fotovoltaica (10%), gás natural (4%), nuclear (2%) e bioenergia (1%) conforme ilustra a figura 7 a seguir.

Figura 7 – Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) na China, ano base 2019¹².

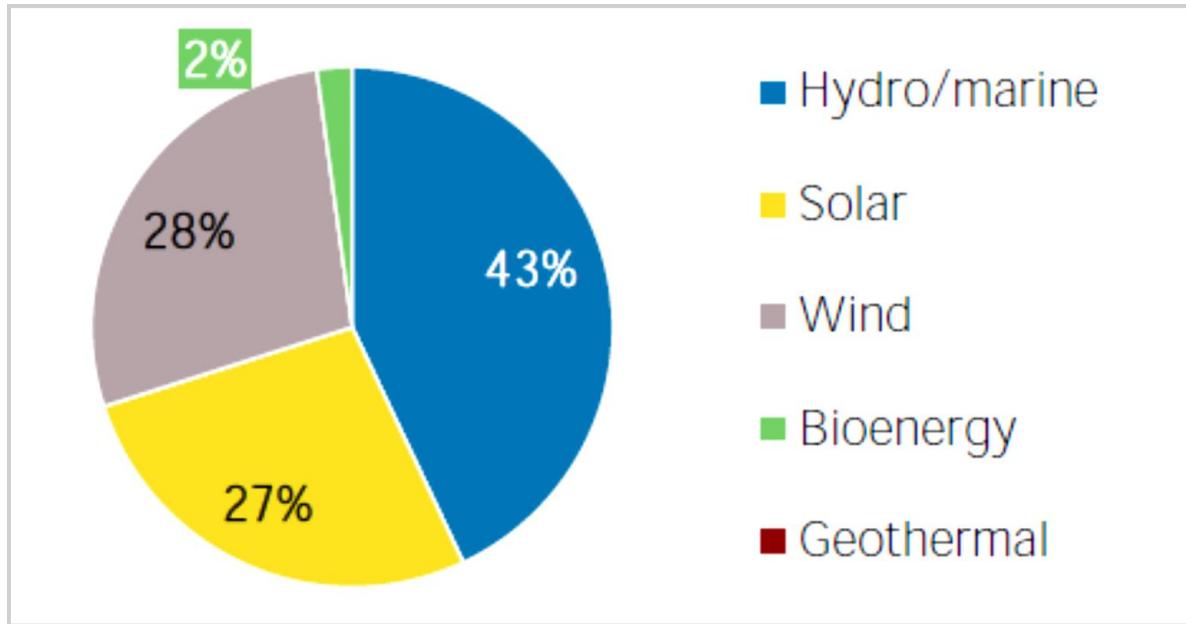


Fonte: Elaborado pelo autor com base em IEA. WEO, 2020, p. 396.

Diante desse cenário, considerando o quadro energético apresentado, percebe-se que a China tenta diversificar sua matriz energética. Considerando apenas as fontes renováveis, a figura 8 posta em seguida, estampa a capacidade elétrica em energias renováveis chinesa que, com base no ano de 2019, se distribuiu em hidrelétrica/marinha (43%), eólica (28%), solar (27%) e bioenergia (2%).

¹² Reafirma-se que os dados consistem em percentuais estimados e podem ser passíveis de imprecisões em relação ao seu percentual total. Adicionalmente, sinaliza-se que sua compilação ocorreu com base em uma ampla coleta em relatórios de agências governamentais e internacionais (IEA.WEA, 2020).

Figura 8 – Capacidade elétrica em energias renováveis na China, ano base 2019.



Fonte: IRENA, 2020c, s.n.

A paisagem energética da China é bem próxima da indiana, pois ambos países asiáticos apresentam em suas matrizes elétricas o uso do carvão, acima de 50%, como fonte predominante (IEA. WEO, 2020). Nesse cenário, demonstrado o quadro energético da China, em seguida, visualizar-se-á o panorama energético da Índia.

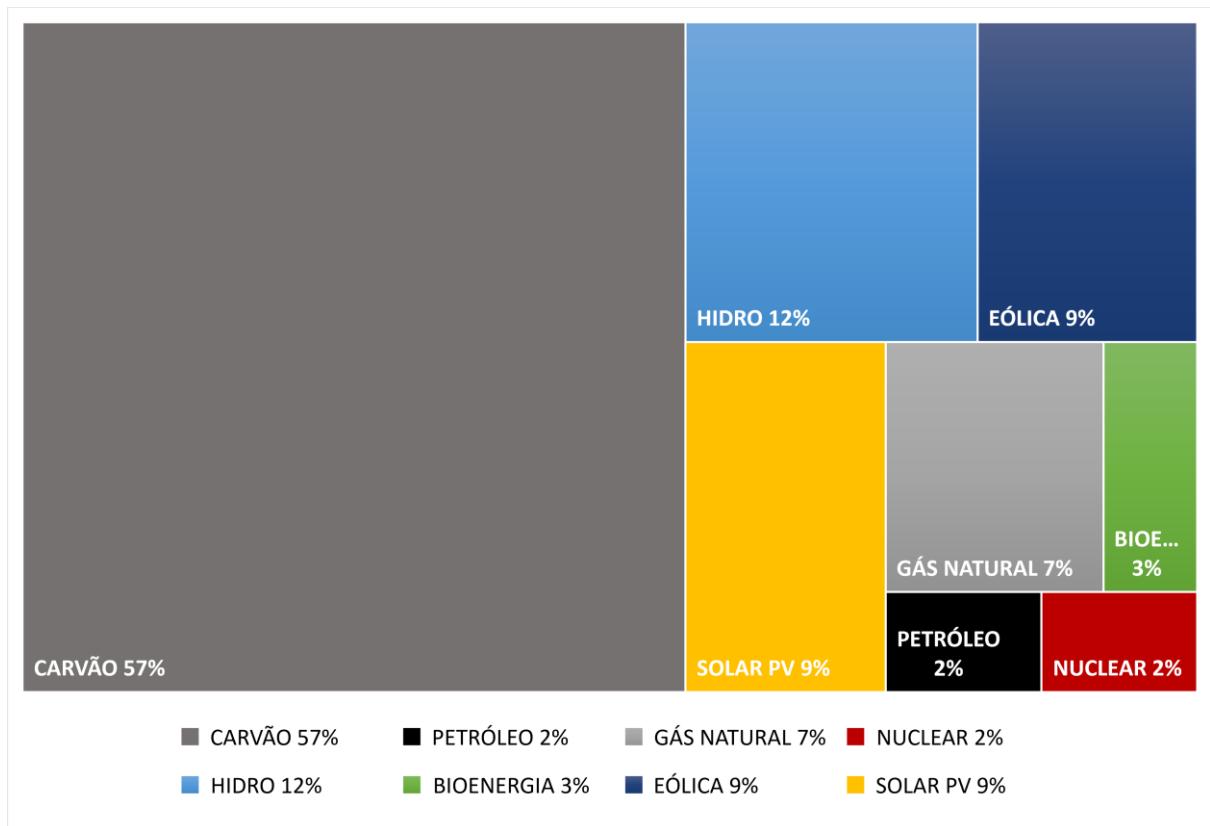
3.3 DO CENÁRIO ENERGÉTICO NA ÍNDIA

O cenário energético da Índia é delineado em face dos óbices nacionais e de sua capacidade de resolução perante esses desafios. Os desafios para o Estado indiano, se traduzem na constatação de que grande parte de sua população reside na parte costeira, além disso, a Índia apresenta grande dependência do abastecimento de água proveniente do Himalaia e sua fronteira ao Norte a coloca diante de países populosos (KATTUMURI; RAVINDRANATHA, 2014). Nesse ambiente, o panorama energético indiano é caracterizado pela elevada dependência de combustíveis fósseis. No entanto, o desgaste com a excessiva exploração desses recursos e o comprometimento de seus recursos naturais, além da percepção desses impactos a nível nacional e global, impulsionou o governo indiano no desenvolvimento de esforços em direção às energias renováveis (SINGH; SRIVASTAVA, 2016).

Não obstante, cumpre reputar que a maior parte da capacidade elétrica da Índia ainda é proveniente de fontes poluentes, com destaque para o carvão (57%), seguidos de hidro (12%),

solar fotovoltaica (9%), gás natural (7%), bioenergia (3%), petróleo (2%) e nuclear (2%), conforme ilustra a figura 9 a seguir.

Figura 9 – Capacidade elétrica por fonte de energia em (%) na Índia, ano base 2019¹³.



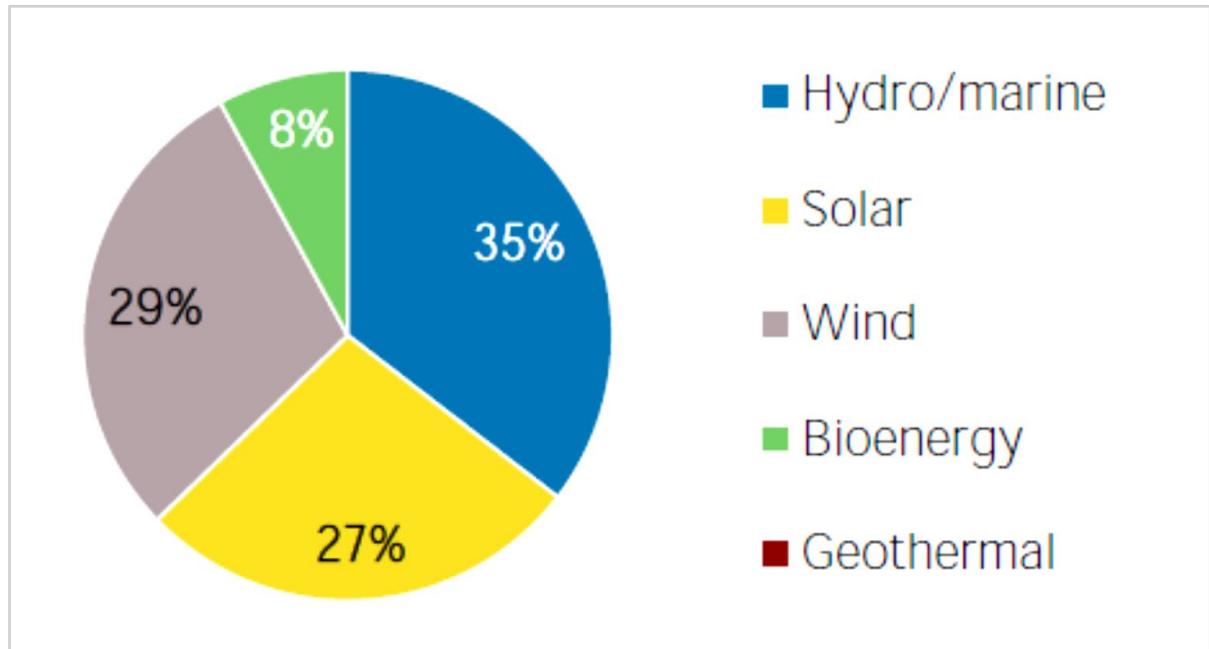
No plano internacional, ao apresentar esses desafios, o país é considerado um ator-chave na política climática global (KATTUMURI; RAVINDRANATHA, 2014; MOHAN, 2017). Em relação ao regime de mudanças climáticas, ao longo dos anos, a Índia transitou de uma nação que questionava os acordos estabelecidos nos quadros do IPCC - adotando posturas às margens da política global - para um país com peso relativo nas negociações do clima, moldando assim, as discussões políticas para a efetivação das metas acordadas (MOHAN, 2017). Uma estratégia fundamental à emergência da Índia decorreu da iniciativa de formalização, em janeiro de 2015, da Aliança Solar Internacional (ISA – sigla em inglês) com o propósito de fomentar, sobretudo, a mobilização de recursos em combate às mudanças climáticas (SARANGI, 2018).

¹³ Conforme evidenciado, cumpre ressaltar que os dados consistem em percentuais estimados e podem ocorrer imprecisões em relação ao seu percentual total. Revela-se, nesse sentido, que a coleta desses dados incidiu nas bases de relatórios de agências governamentais e internacionais (IEA.WEA, 2020).

Do ponto de vista doméstico, a política indiana tem desenvolvido iniciativas para ampliar a participação de fontes de energias renováveis. O governo indiano deu passos importantes no processo de produção de energias, principalmente, a energia solar, eólica, hidrelétricas, além de energia nuclear e biomassa (SHARMA, 2019). Nessa direção, observa-se o propósito da Índia de produzir 175GW de energias renováveis até o ano de 2022 (SARANGI, 2018).

Diante desse cenário, a Índia objetiva ampliar sua matriz energética. Dessa maneira, como se ilustra na figura 10, considerando o ano de 2019, a capacidade elétrica em energias renováveis indiana se distribuiu em hidrelétrica/marinha (35%), eólica (29%), solar (27%) e bioenergia (8%).

Figura 10 – Capacidade elétrica em energias renováveis na Índia, ano base 2019.



Fonte: IRENA, 2020d, s.n.

Desse modo, com base na avaliação desses cenários, ao considerar a emergência das economias chinesa e indiana, Hong (2012) frisou que os processos de mudanças nas atividades econômicas desses países impactam o cenário energético global. Ressalta-se, nesse sentido, a emergência do debate em torno das energias renováveis no cenário energético global e seus contributos para uma transição energética. Estaríamos diante de uma nova revolução energética?

3.4 O DEBATE EM ÓRBITA DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA NOVA REVOLUÇÃO ENERGÉTICA?

O debate em órbita das energias renováveis é, essencialmente, decorrente da necessidade de projetos políticos dedicados às novas fontes de energias, dos enfrentamentos às mudanças climáticas e da promoção de novos modelos de desenvolvimento sustentável. Em face desse panorama, do ponto de vista conceitual, Ashby (2019) aponta que “energia renovável é comumente definida como a energia de um recurso que é substituído por um processo natural, a uma taxa igual ou mais rápida do que a taxa na qual o recurso está sendo consumido” (p. 199)¹⁴. Já Omer (2014) trabalha com o termo energia sustentável. Na base de sua definição, “energia sustentável é a energia que, em sua produção ou consumo, tem o mínimo de impactos negativos na saúde humana e no funcionamento saudável dos sistemas ecológicos vitais, incluindo o meio ambiente global”¹⁵ (OMER, 2014, p. 334). Por outro lado, a definição proposta pelo IPCC (2011) entende que as energias renováveis são:

(...) qualquer forma de energia proveniente de fontes solares, geofísicas ou biológicas que é reabastecida por processos naturais a uma taxa igual ou superior a sua taxa de uso. As ER são obtidas a partir dos fluxos contínuos ou repetitivos de energia que ocorrem em um ambiente natural e inclui recursos como biomassa, energia solar, calor geotérmico, hidrelétrica, ondas e marés, termo oceânica e eólica [tradução livre] (IPCC, 2011, p. 38)¹⁶.

Nesses termos, para o desenvolvimento e aplicação dessas modalidades energéticas, como fontes de geração de energia, é essencial receptionar o papel das tecnologias nesse contexto. Desse modo, entende-se que, hodiernamente, o processo de transição energética é beneficiado por inovações tecnológicas, principalmente, no âmbito das energias renováveis. Tais tecnologias se configuram como meios pelos quais, ao considerar suas aplicabilidades, possibilitam descarbonizar as matrizes energéticas de diversos países.

Nessa direção, Diesendorf (2012) ressalta que, entre as tecnologias de energias capazes de contribuir para a baixa emissão de GEE, elevar a segurança energética e com

¹⁴ No texto original: “renewable energy is commonly defined as energy from a resource that is replaced by a natural process, at a rate equal to or faster than the rate at which the resource is being consumed” (ASHBY, 2019, p. 199).

¹⁵ No texto original: “Sustainable energy is the energy that, in its production or consumption, has minimal negative impacts on human health and the healthy functioning of vital ecological systems, including the global environment” (OMER, 2014, p. 344).

¹⁶ No texto original: “any form of energy from solar, geophysical or biological sources that is replenished by natural processes at a rate that equals or exceeds its rate of use. RE is obtained from the continuing or repetitive flows of energy occurring in the natural environment and includes resources such as biomass, solar energy, geothermal heat, hydropower, tide and waves, ocean thermal energy and wind energy” (IPCC, 2011, p. 38).

(semi)disponibilidade no mercado, encontram-se aquelas caracterizadas pela eficiência energética e qualificadas como renováveis.

Registra-se que, algumas tecnologias de energias renováveis apresentam vantagens, dentre as quais, destaca-se o fato de que podem ser fabricadas e disseminadas mais rapidamente, quando comparadas com as usinas nucleares e carvão, pois não exigem a construção de enormes projetos com maiores impactos. Já no caso das hidrelétricas, por exemplo, há a necessidade de um grande projeto de construção, consequentemente, com um processo de disseminação e difusão tecnológica se torna mais lento (DIESENDORF, 2012). Identifica-se, nesse cenário, novos registros de adições de capacidades instaladas de energias renováveis, com destaque para a energia solar fotovoltaica (GIELEN et al., 2019).

Nessa conjuntura, salienta-se que, diante das necessidades de redução dos efeitos provocados pelo aumento dos índices de CO₂, aliado às diversas falhas de mercado no fomento às energias renováveis, floresce o debate em torno das ações desempenhadas pelos governos, o que explica, em parte, os atuais estudos que relacionam as questões energéticas e questões ambientais através da promoção de políticas de inovação (DASGUPTA et. al., 2017).

Frisa-se a compreensão de que, marcado por distintos interesses, bem como pelas volatilidades dos fluxos financeiros, as recorrentes falhas de mercado significam que apenas uma avaliação dos sinais de preços não fornece uma explicação robusta para os padrões de consumo e realizações de investimentos no setor energético (SYMONS, 2012).

Nesse quadro, a aplicação de investimentos inadequados e ausência de previsibilidade, quanto aos ganhos de uma pesquisa energética, distanciam o capital privado em efetuar maiores investimentos no desenvolvimento de pesquisas e inovação voltados às tecnologias energéticas. Além disso, outro fator que merece destaque consiste, paralelamente, na ausência de uma infraestrutura adequada, pois quando há cenários de instabilidades políticas, reduz-se, recorrentemente, as perspectivas de aplicações de capital privado no setor (SYMONS, 2012).

Congruentes a essa perspectiva, os estudos desenvolvidos por Mazzucato e Semieniuk (2018) revelaram que, considerando o gradativo aumento da participação dos investimentos totais em energias renováveis, os atores públicos são aqueles que mais investem nas tecnologias de energias renováveis, sobretudo, onde apresentam maior risco, gerando também, consequentemente, a direção para a escolha tecnológica.

Diesendorf (2012) pondera que, embora constate-se um declínio nos preços das tecnologias de energia solar fotovoltaica, por exemplo, principalmente quando a demanda é superior à disponibilidade, faz-se necessário observar a existência de políticas governamentais de forma apropriada, seja com o estabelecimento de programas de incentivo para colmatar,

mesmo que temporariamente, as oscilações de mercado e lacunas entre os preços das tecnologias de energia solar fotovoltaica e aqueles aplicados às demais fontes.

De tal maneira que, as distintas tentativas dos Estados, em ajustarem suas políticas energéticas ao pactuado nos acordos climáticos, aliado à necessidade de garantir a segurança energética e fortalecimento do direito ambiental no plano doméstico, impulsionaram o desenvolvimento de uma indústria de equipamentos de energias renováveis (DIEDERICH, 2016). Ressalta-se, nesse contexto, o fato de que a maior quantidade das instalações em energias renováveis foi detectada em países considerados em desenvolvimento e economias emergentes (IRENA et. al., 2018).

No plano global, diversos foram os atores que emergiram dedicando-se ao trato dessas novas tecnologias. Dessa forma, em face das negociações internacionais, que refletiram na contundente necessidade de promoção de energias renováveis, amplamente debatida na COP 10, em Bonn (2004), institucionaliza-se, no ano seguinte, a *Renewable Energy Policy Network for 21th Century* (REN21) (PANT, 2015). A REN21 consiste em um conjunto de intelectuais comprometidos a desenvolver uma plataforma que agrupa dados fruto do conhecimento especializado em energias renováveis (REN21, 2019b).

Nos termos da própria instituição:

A REN21 é a única comunidade de energia renovável global de atores oriundos da ciência, governos, ONGs e indústria. Fornecemos notícias, números e análises atualizadas e revisadas por pares sobre o desenvolvimento global de tecnologias, políticas e mercados. Nossa objetivo: possibilitar que tomadores de decisões façam a transição para as energias renováveis – imediatamente [tradução livre] (REN21, 2019b, s.n.)¹⁷.

Posteriormente, em 2009, decorrente de um conjunto de negociações políticas, institucionaliza-se a *International Renewable Energy Agency* (IRENA) qualificada como:

(...) uma organização intergovernamental que apoia os países em sua transição energética para um futuro sustentável e serve como a principal plataforma de cooperação internacional, um centro de excelência e um repositório de políticas, tecnologia, recursos financeiros e conhecimentos sobre energias renováveis. A IRENA promove a ampla adoção e uso sustentável de todas as formas de energia renovável, incluindo bioenergia, geotérmica, hidrelétrica, energia solar, eólica e oceânica na busca do desenvolvimento sustentável, acesso à energia, segurança energética e crescimento econômico de baixo carbono e progresso [tradução livre] (IRENA, 2019b, s.n.)¹⁸.

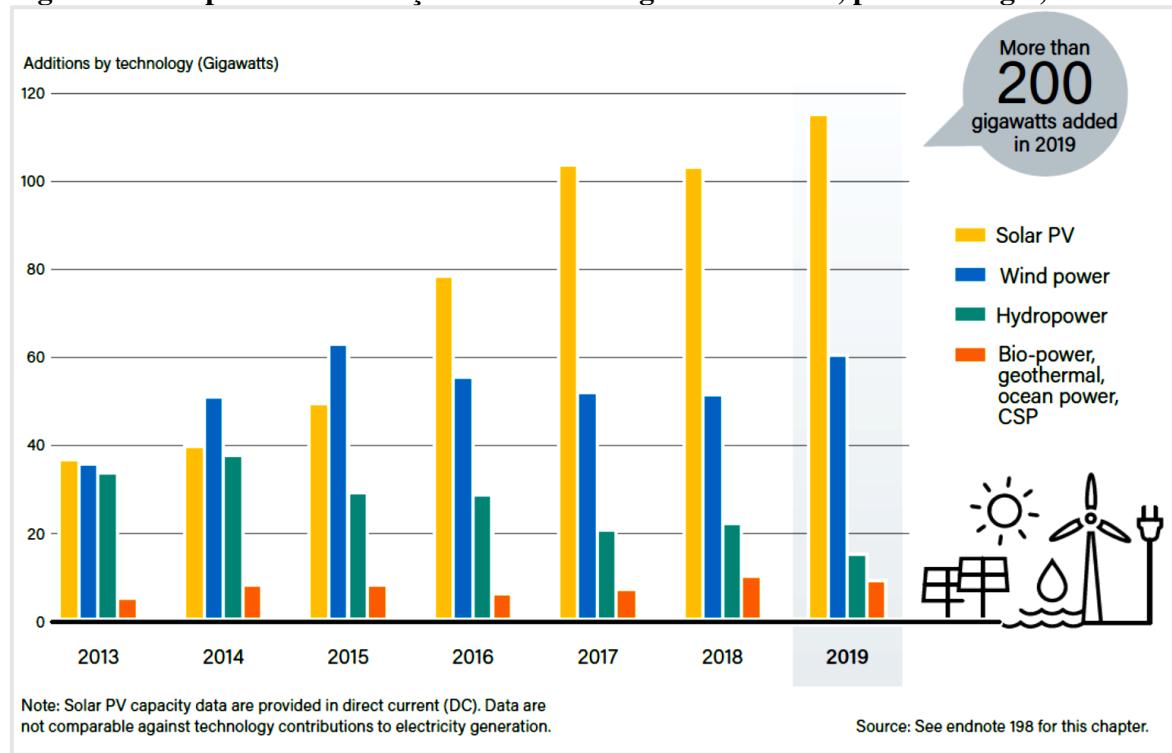
¹⁷ No texto original: “REN21 is the only global renewable energy community of actors from science, governments, NGOs and industry. We provide up-to-date and peer-reviewed facts, figures and analysis of global developments in technology, policies and markets. Our goal: enable decision-makers to make the transition to renewable energy happen – now” (REN21, 2019b, s.n.).

¹⁸ No texto original: “(...) is an intergovernmental organization that supports countries in their transition to a sustainable energy future, and serves as the principal platform for international cooperation, a center of excellence, and a repository of policy, technology, resource and financial knowledge on renewable energy. IRENA promotes

Hoje em dia, a IRENA é composta por mais de 180 países que atuam ativamente em seus quadros, além disso, a instituição trabalha no fomento a tecnologias de energias renováveis, como plataforma essencial para o desenvolvimento de um futuro calcado na sustentabilidade e, além de auxiliar seus atores a potencializar o uso dessas fontes (IRENA, 2019b). De fato, o processo de institucionalização desses organismos internacionais expõe uma relativa compreensão de que urge a necessidade de uma transição no quadro energético global.

Considera-se o papel dos governos nacionais e subnacionais como atores-chaves, pois protagonizam políticas de incentivo às energias renováveis (IRENA et. al., 2018). Cumpre destacar que, até 2019, um conjunto de estratégias políticas foi adotado por uma ampla gama de países, revelando uma elevação da participação das fontes renováveis na política energética (REN21, 2020). De 2013-2019, por exemplo, testemunhou-se sucessivos aumentos da capacidade de adição anual em energias renováveis, com destaque para a energia solar fotovoltaica, conforme ilustrados na figura 11 a seguir.

Figura 11 – Capacidade de adição anual de energias renováveis, por tecnologia, 2013-2019.



Fonte: REN21, 2020, p. 46.

the widespread adoption and sustainable use of all forms of renewable energy, including bioenergy, geothermal, hydropower, ocean, solar and wind energy in the pursuit of sustainable development, energy access, energy security and low-carbon economic growth and prosperity” (IRENA, 2019b, s.n.).

Identifica-se que, no processo de transição energética, as inovações tecnológicas de energias renováveis, incluindo os módulos solares fotovoltaicos e as turbinas eólicas, têm exercido um papel fundamental na implementação dos projetos de energias renováveis no setor de energia dos países (IRENA, 2019c).

Nesse contexto, Dester et al. (2012) consideram a energia solar, eólica e bioenergia como as Novas Fontes de Energias Renováveis (NFER) a serem exploradas pelos países, a exemplo do Brasil. De modo semelhante, Losekann e Hallack (2018) argumentam que a estratégia de expansão focado nas hidrelétricas enfrenta, acentuadamente, custos e limitações. Por outro lado, se o Brasil deseja construir uma matriz energética mais limpa terá que formular e implementar políticas de energias renováveis. Diante desse debate questiona-se se, por meio da busca e elevação da participação de energias renováveis nas matrizes energéticas de diversos países, estaríamos imergindo em uma nova revolução energética?

Nesse tocante, Rydge e Bassi ressaltam que para prosperar uma nova revolução energética, é necessário o desenvolvimento de uma política ancorada no bem-estar. Nesses termos, é preciso intenso incentivos aos P&D e dos distúrbios nas demandas de mercados, em face das instabilidades das redes de eletricidades e dos déficits informacionais, superando, nesse sentido, a ausência de uma consciência social em face desses desafios (RYDGE; BASSI, 2014).

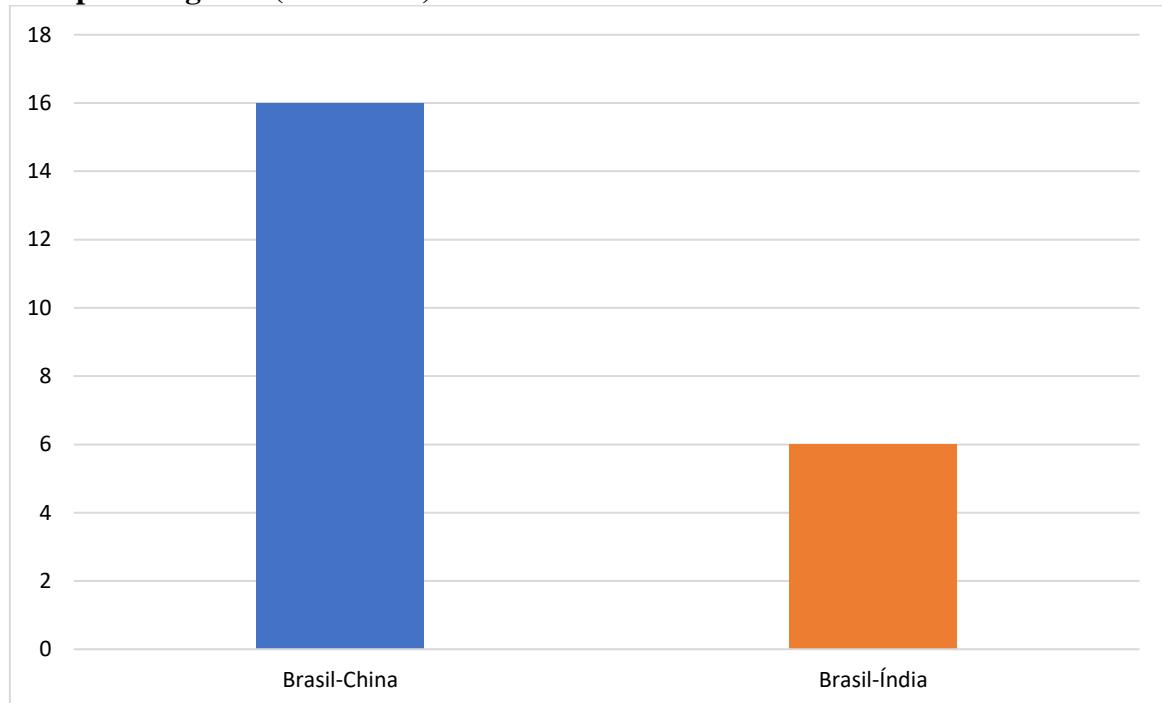
A construção de uma nova revolução no campo energético depende, fundamentalmente, da capacidade de ação dos Estados nacionais e de organismos multilaterais – a exemplo da ONU – em promover políticas orientadoras e de incentivo em direção a diminuição da demanda energética, da elevação da eficiência no processo de produção e formas de utilização do produto final deslocando-se, principalmente, do uso dos combustíveis fósseis para a utilização de energias renováveis (SACHS, 2007).

Outro aspecto relevante, consiste em considerar que, em cenários de baixo acesso energético, as energias renováveis podem exercer um papel essencial, principalmente em áreas rurais e em atendimento aos grupos de pessoas de baixa renda. Em vista disso, uma das constatações recai na possibilidade de maior acessibilidade energética, decorrente da redução dos custos das tecnologias de energias renováveis (PANT, 2015).

Dessa forma, com o processo de evolução das novas tecnologias, aliado à elevação das necessidades direcionadas a uma maior eficiência energética, em termos sustentáveis, observam-se inclinações de países, não só desenvolvidos, como também países em desenvolvimento para a adoção das energias renováveis (DASGUPTA et. al., 2017). Nesse espectro, Brasil, China e Índia despontam como laboratórios relevantes para a compreensão da emergência do cenário global de transição energética.

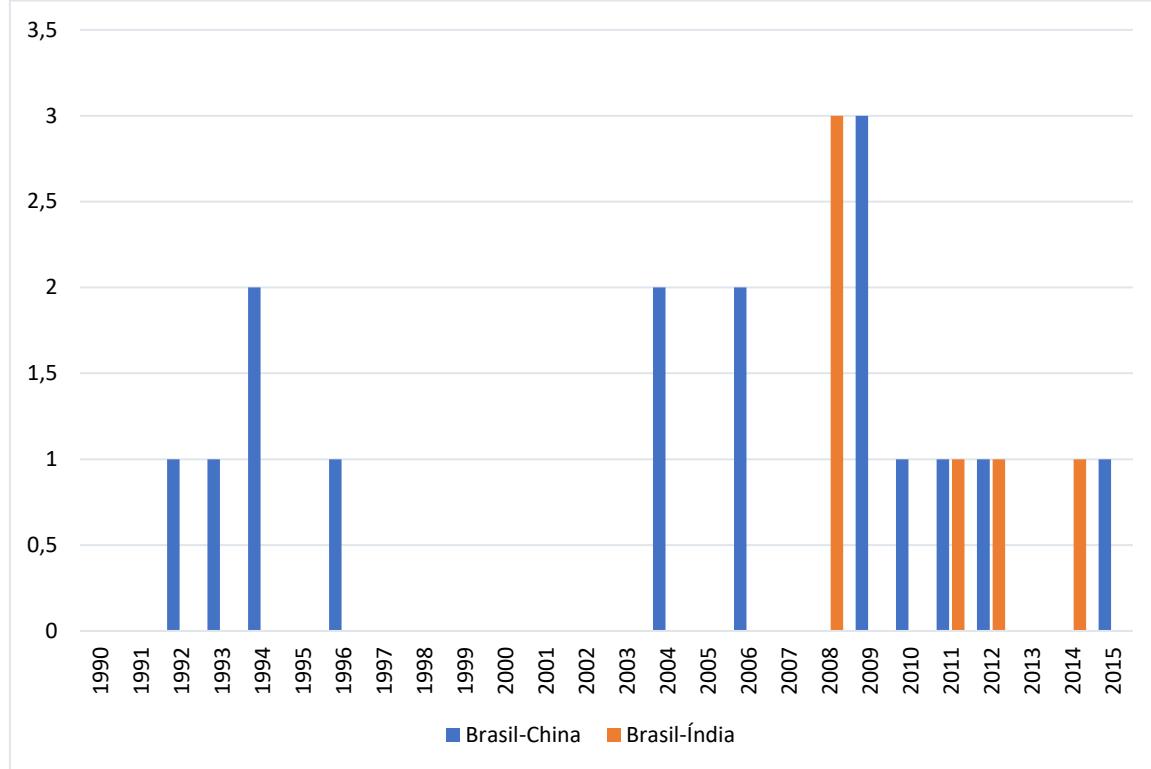
Noronha (2007, p. 56) pondera que “a Índia e a China são frequentemente referidas como potenciais rivais por recursos escassos e estão, no entanto, bem posicionadas para cooperar em várias frentes”. No que se refere à cooperação, nos casos de Brasil com China e Brasil com Índia, é possível diagnosticar, em termos totais (gráfico 2) e em série temporal (gráfico 3) – os atos internacionais estabelecidos no campo energético.

Gráfico 2 – Número Total de Atos Internacionais entre Brasil-China e Brasil-Índia no Campo Energético (1990-2015)



Fonte: Elaboração própria com base em GESEne (2019).

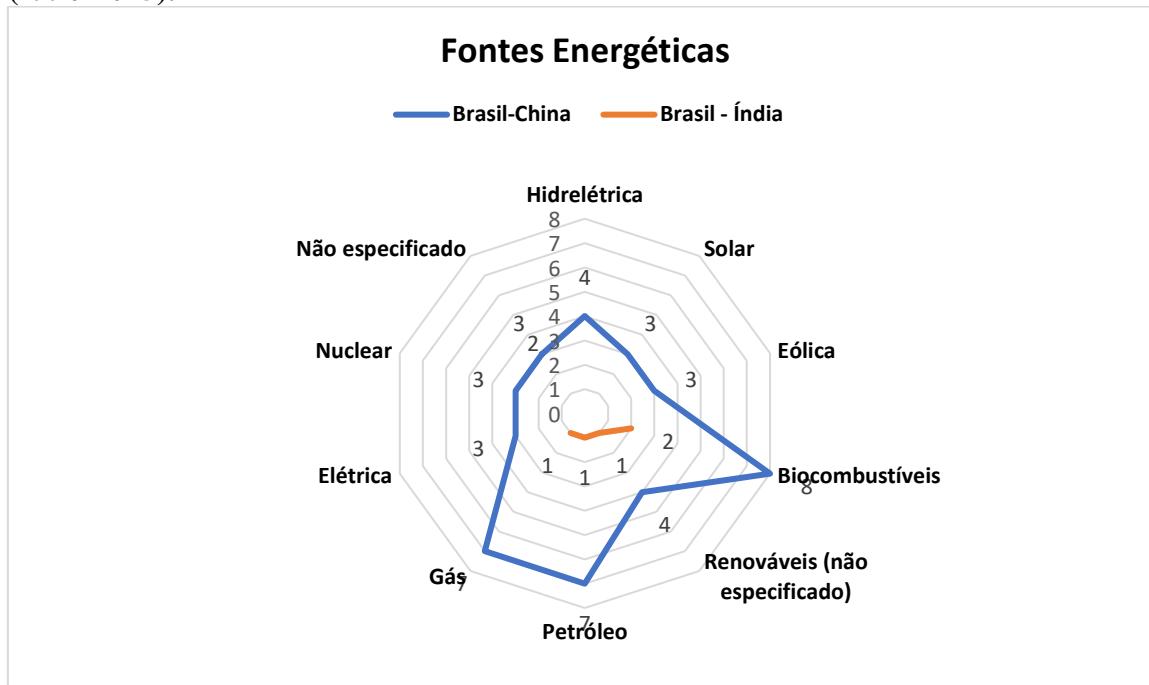
Gráfico 3 - Atos Internacionais entre Brasil-China e Brasil-Índia no Campo Energético, por ano (1990-2015).



Fonte: Elaboração própria com base em GESEne (2019).

De acordo com a série temporal, os atos internacionais estabelecidos na relação Brasil-China e Brasil-Índia no âmbito das energias renováveis foram caracterizados por diversas fontes energéticas, a considerar: biocombustíveis (8), hidrelétrica (4), solar (3), eólica (3), além de nuclear (3), embora o quantitativo de atos referentes às fontes poluentes não seja desprezível – como no caso do petróleo (7) por exemplo. Já entre Brasil-Índia são comparativamente menores, com destaque para biocombustíveis (2), petróleo (1), entre outros não especificados, como ilustra o gráfico 4, exposto a seguir.

Gráfico 4 - Atos internacionais Brasil-China e Brasil-Índia por fonte energética (1990-2015).



Fonte: Elaboração própria com base em GESEne (2019).

Os atos internacionais realizados pelos países no âmbito de energias renováveis são resultados de entendimentos convergentes pautados pela perspectiva de fortalecimento de processos cooperativos em direção a um processo de transição energética. Desse modo, a tecnologia aplicada às energias renováveis é elemento político essencial, pois, como adverte Pant (2015), os termos de integração e o desenho das relações políticas em busca da transição energética, no âmbito internacional, serão moldados pelos países que investirem e tiverem o domínio da tecnologia.

Conforme ressaltou Maxwell (2009), os países tenderão a aumentar seus respectivos orçamentos em pesquisa em inovação aplicados as tecnologias de energias renováveis. De tal forma que, mesmo em face dos desafios econômicos, países com menos orçamentos relativos às grandes potências terão de calibrar seus interesses e definir prioridades. Dessa maneira, países como China e Índia, embora se enquadrem em economias emergentes, tendem a implementar políticas de fomento à inovação em tecnologias de energias renováveis.

No entanto, Labussière (2018) ressalva que a transição energética ocorre de forma distinta, em diferentes contextos geográficos, pois, embora possa modificar a paisagem energética local, não produz um desenvolvimento igualitário em todos os lugares. Por outro lado, pode reconfigurar os atuais padrões energéticos, com implicações diretas ao modo de produção das atividades econômicas e sociais.

4 O CENÁRIO GLOBAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

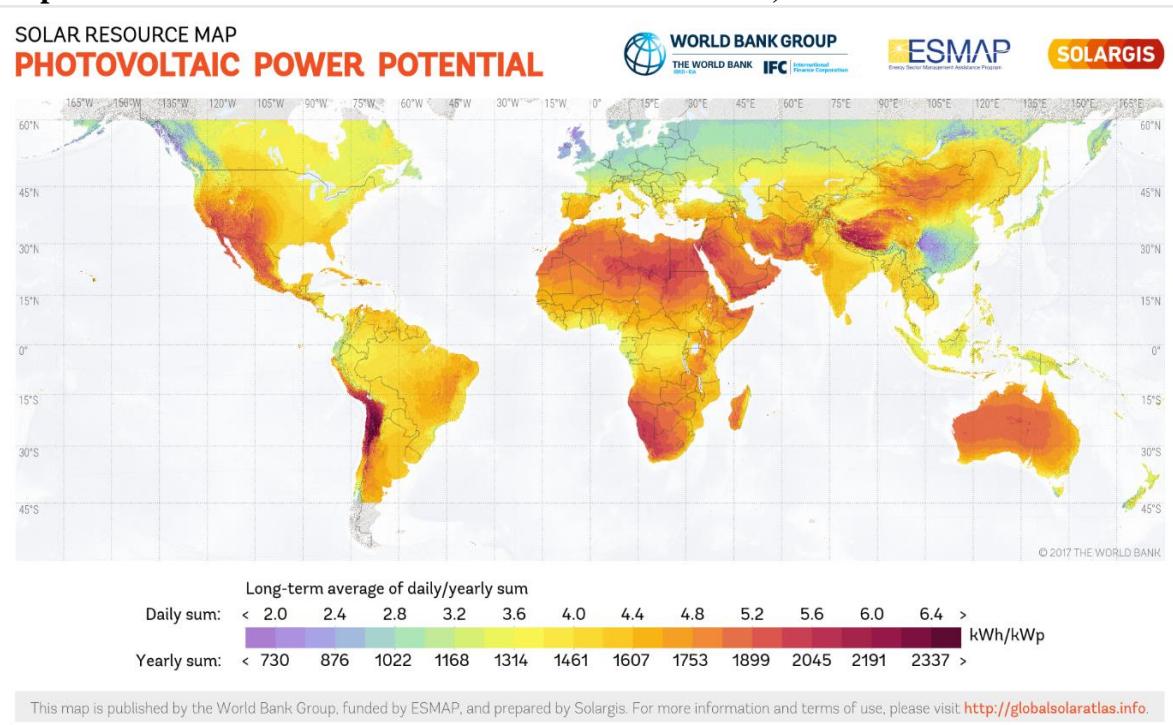
Ao longo de toda a história da humanidade, em suas distintas formas de sobrevivência, a energia proveniente do sol é uma das fontes fundamentais para a presença do homem na terra. Nessa perspectiva, conforme Smil (2017), a energia solar permite, não apenas a existência do homem no planeta terra, como também torna factível a manutenção e o equilíbrio de todos os biomas, além de formas de manutenção da sobrevivência na terra. De tal modo que, a partir dessa compreensão, é decisivo perceber como, por meio da utilização da energia solar, o homem poderá garantir suas necessidades vitais reduzindo, também, os custos ambientais.

O sol possui uma massa em torno de 2×10^{30} kg e, ao apresentar uma estimativa de existência de 10 bilhões de anos (GAMA et al., 2013), é considerada uma fonte energética inesgotável, limpa e renovável (RAMOS et al., 2018; GAMA et al., 2013; ZHANG; HE, 2013; REBOLLAR; RODRIGUES, 2011). Dessa acepção, considera-se que a terminologia ‘energia solar’ é aplicada para designar qualquer tipo de captação luminosa proveniente dos raios solares (REBOLLAR; RODRIGUES, 2011).

O entendimento de que a energia solar poderá ser expandida, como uma das fontes energéticas renováveis, encontra-se presente no pensamento estratégico de diversos países. Instiga-se, nesse sentido, a debruçar esforços intelectuais em busca de melhor compreender quais as respostas adotadas pelos Estados nacionais no processo de desenvolvimento de políticas de incentivo à energia solar.

Assim, com base nessas disposições, salienta-se que a disponibilidade dos recursos solares é amplamente reconhecida por sua abundância na terra (ZHANG; HE, 2013). Diante desse cenário, o mapa 2 exposto a seguir ilustra o potencial global para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

Mapa 2 – Potencial de Poder Fotovoltaico. Recurso Solar, Mundo.



Fonte: GLOBAL SOLAR ATLAS, 2016, s.n.

Diante da ilustração, observa-se um cenário global favorável ao desenvolvimento e implementação de políticas direcionadas à promoção da energia solar fotovoltaica. Conforme mencionado, a energia solar mais difundida em uso no cenário mundial é a caracterizada pela tecnologia fotovoltaica (ZHANG; HE, 2013). Desse modo, em face do potencial, observa-se sua colocação nas discussões das políticas energéticas em vários países, incluindo os emergentes.

O campo do debate é floreado pelas implicações advindas da utilização da energia solar, destacando-se, nesse sentido, suas contribuições para mitigação dos gases poluentes, ampliação das políticas de desenvolvimento tecnológico, com o estabelecimento de metas consubstanciadas em uma perspectiva de sustentabilidade (ESPOSITO; FUCHS, 2013). Diante dessas considerações, o presente capítulo dedicar-se-á ao contexto específico da energia solar fotovoltaica, considerando, notadamente, seus principais aspectos históricos, tipologias, gerações e os instrumentos políticos de apoio utilizados pelo setor solar fotovoltaico.

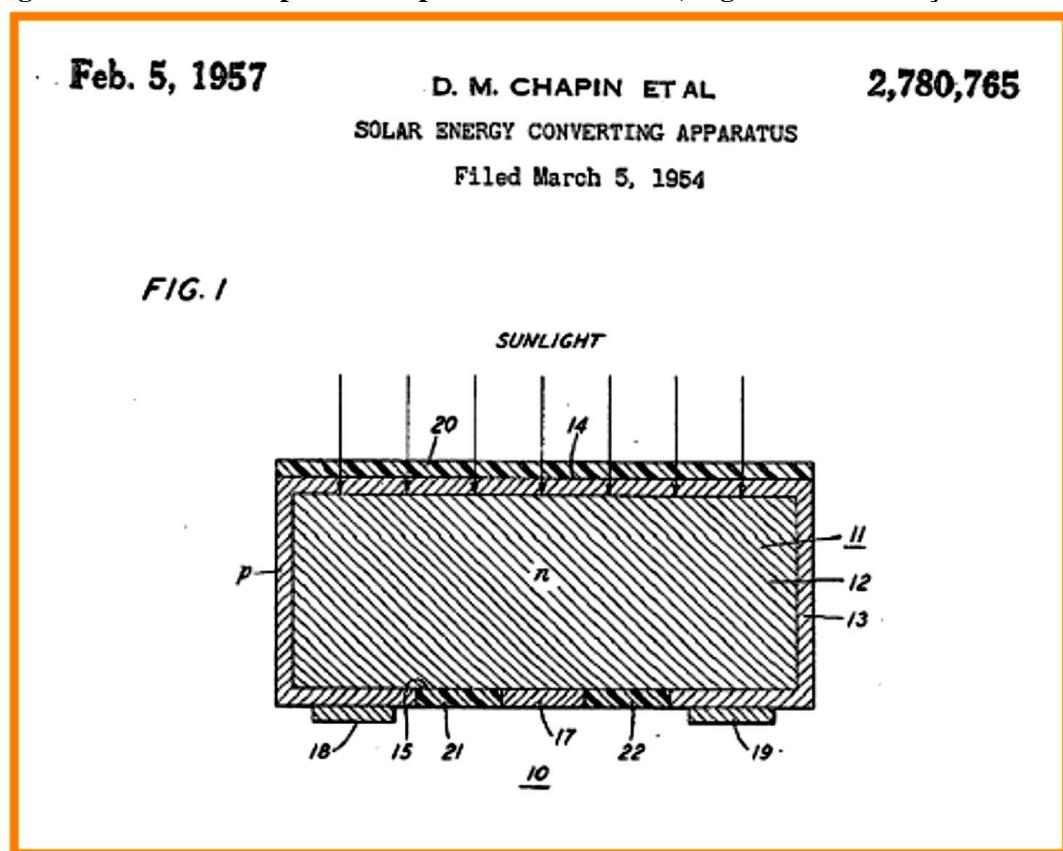
4.1 HISTÓRICO SOBRE A EVOLUÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A evolução da tecnologia fotovoltaica é resultado de pesquisas em inovações. Ao percorrer sua história, a leitura revela o processo de aprimoramento do campo de conhecimento e o estabelecimento de mecanismos que possibilitaram a difusão dessa fonte energética. Nesses termos, a construção histórica da energia solar fotovoltaica retoma os primeiros experimentos decorrentes da eletrônica na primeira metade do século XX (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Pontua-se, notadamente, que as contribuições de Albert Einstein, em 1905, com as demarcações iniciais do efeito fotoelétrico, aliado à emergência da mecânica quântica e os avanços no aprimoramento dos processos de purificação, direcionadas ao transistor de silício, foram eventos decisivos para o desenvolvimento da energia solar como fonte de eletricidade (VALLÊRA; BRITO, 2006). Posteriormente, em 1938, na França, Alexandre-Edmond Becquerel observou, pioneiramente, o efeito fotovoltaico. O físico francês percebeu que alguns materiais detinham a propriedade de produzir corrente elétricas, quando submetidos à luz solar (REBOLLAR; RODRIGUES, 2011).

Em 1953, um conjunto de estudiosos entregaram mais parcelas de contribuições. Assim, a primeira célula fotovoltaica foi produto das pesquisas e avanços experimentais realizados por Charles Fuller – controlando as propriedades elétricas da célula solar; Gerald Pearson – observando o comportamento da corrente elétrica na célula de silício e Daryl Chapin – desenvolvendo processos de substituição de substâncias a fim de melhorar a eficiência da célula solar (VALLÊRA; BRITO, 2006). Dessa forma, depois de diversos processos, experimentações e resultados, em 1954, registrou-se a patente da primeira célula solar, como ilustra a figura exposta a seguir.

Figura 12 - Extrato da patente da primeira célula solar, registrada em março de 1954.



Fonte: VALLÊRA; BRITO, 2006, p. 12.

Diante dessa inovação, as células solares foram incorporadas, a partir de 1958, às missões espaciais dos Estados Unidos (*Vanguard I*) e da União Soviética (*Sputnik-3*), em um pleno reconhecimento de que as células solares eram amplamente eficazes no contexto da corrida espacial (VALLÊRA; BRITO, 2006).

No caso do Brasil, o início de estudos contemplando as tecnologias fotovoltaicas ocorreu na década de 1950, decorrente dos trabalhos realizados pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT), bem como da produção científica elaborada pelo Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) – atualmente – Centro Técnico Aeroespacial, período em que, também, ocorreu o primeiro evento científico da área – o Primeiro Seminário de Energia Solar (PINHO; GALDINO, 2014). No plano global, durante a década de 1970, a partir do primeiro ápice da crise do petróleo, intensificaram os investimentos nas pesquisas e estudos para a diminuição dos custos relativos à produção de células solares (VALLÊRA; BRITO, 2006). Nesse contexto, vale ressaltar que, até o final dos anos de 1970, o mercado voltado para a produção e distribuição de dispositivos fotovoltaicos estava, essencialmente, endereçado ao desenvolvimento do setor espacial (MIR-ARTIGUES, 2016).

Nessas circunstâncias e em um entendimento adaptado de Surek (2004) e Mints (2012), Mir-Artigues e Del Río (2016) entende que com as elevações dos preços dos barris de petróleos, decorrente das crises petrolíferas e estendida pelos primeiros anos da década de 1980, afloraram as expectativas para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. No entanto, a partir de 1985, com a redução dos preços dos barris, esse cenário começou a mudar, ofuscando as expectativas para a promoção de políticas voltadas à geração de energias renováveis (MIR-ARTIGUES; DEL RÍO, 2016). No entanto, a partir da década de 1990, com a intensificação da opinião pública em defesa das questões climáticas e a elevação das discussões acerca da necessidade do estabelecimento de uma economia de baixo carbono, contando com fontes renováveis, Japão e Alemanha reacenderam os debates em órbita da energia solar fotovoltaica. Não obstante, a efetivação dessas políticas, nesses países, apenas se estabeleceria na década seguinte (MIR-ARTIGUES; DEL RÍO, 2016).

Detendo desses aspectos e antes de adentrarmos as discussões do cenário global da energia solar fotovoltaica no século XXI, é necessário compreender, de modo oportuno, como se organiza o desenvolvimento das tecnologias de energia solar, em suas categorias, gerações e tipologias, com especial atenção à modalidade fotovoltaica.

4.2 DAS TECNOLOGIAS DE ENERGIA SOLAR: TIPOLOGIAS, GERAÇÕES E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

4.2.1 Das tipologias de energia solar

A energia solar pode ser agrupada em três categorias – a energia solar química, energia solar térmica e energia solar fotovoltaica. A energia solar química é resultado de uma reação que recepciona a energia do sol, em um processo idêntico a fotossíntese realizada pelas plantas, porém sem utilizar a presença de organismos vivos. Atualmente, ainda não há comercialização de energia solar química, além disso, não ainda se configura como uma tecnologia solar amplamente reconhecida na indústria de energias renováveis (RAMOS et al., 2018).

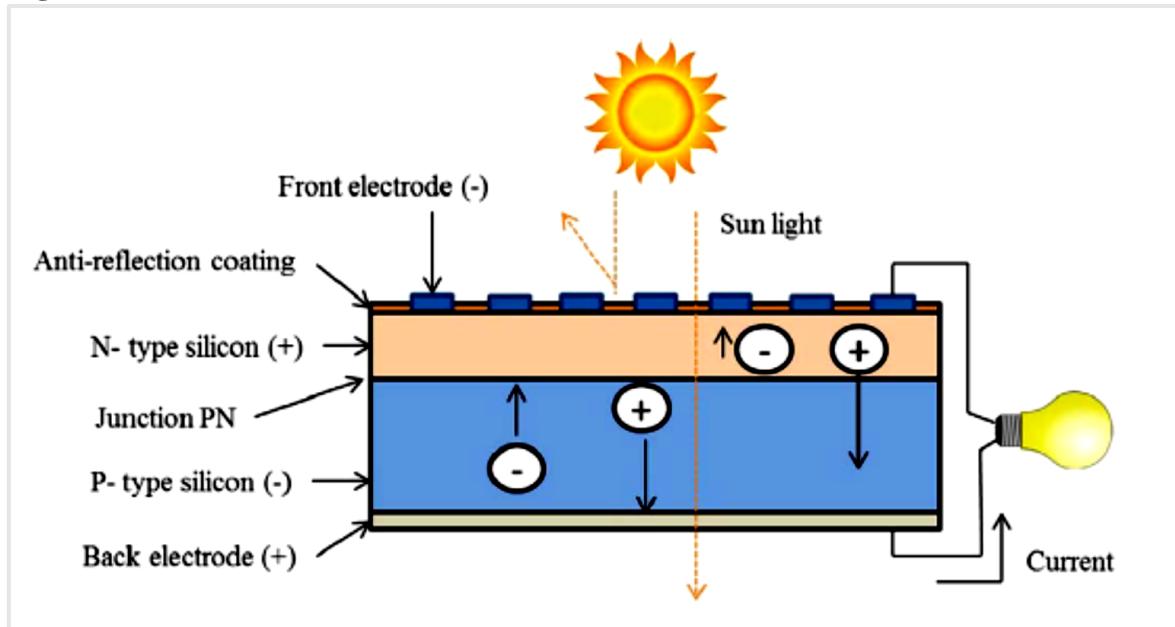
Em contraste, a energia solar em sua qualidade térmica pode ser empregada tanto para o aquecimento de água, como para a produção de eletricidade (RAMOS et al., 2018). Para alcançar o aquecimento de água, “sistemas de aquecimento solar utilizam módulos solares, os chamados coletores, que utilizam o calor do sol para aquecimento de água, que é armazenada em cilindros de água quente” (RAMOS et al., 2018, p. 24). Para a geração de eletricidade, “o

sol aquece um fluido (normalmente óleo sintético) que move um sistema que produz eletricidade” (RAMOS et al., 2018, p. 24).

Já para alcançar o efeito fotovoltaico, a função da luz solar é prover uma quantidade de energia necessária para que o elétron mais próximo, dentro da área de recepção, consiga se deslocar da banda de valência para a banda de condução, gerando assim, eletricidade (SAMPAIO; GONZÁLES, 2017). Em suma, conforme descreveram Gama et. al. (2013, p. 18), “o princípio físico de funcionamento dos módulos fotovoltaicos é denominado efeito fotovoltaico (foto = luz; volt = eletricidade), que é o fenômeno apresentado por materiais que, quando expostos à luz, produzem eletricidade”.

Na prática, quase todos os materiais fotovoltaicos apresentam uma junção PN, onde (P) se refere a área de recepção da luz e (N) sua parte inferior, ambas as partes se constituem, portanto, como a principal região da célula (SAMPAIO; GONZÁLES, 2017). Os resultados das interações atômicas, nas áreas mencionadas, geram a corrente elétrica, conforme se observa na ilustração da figura 13.

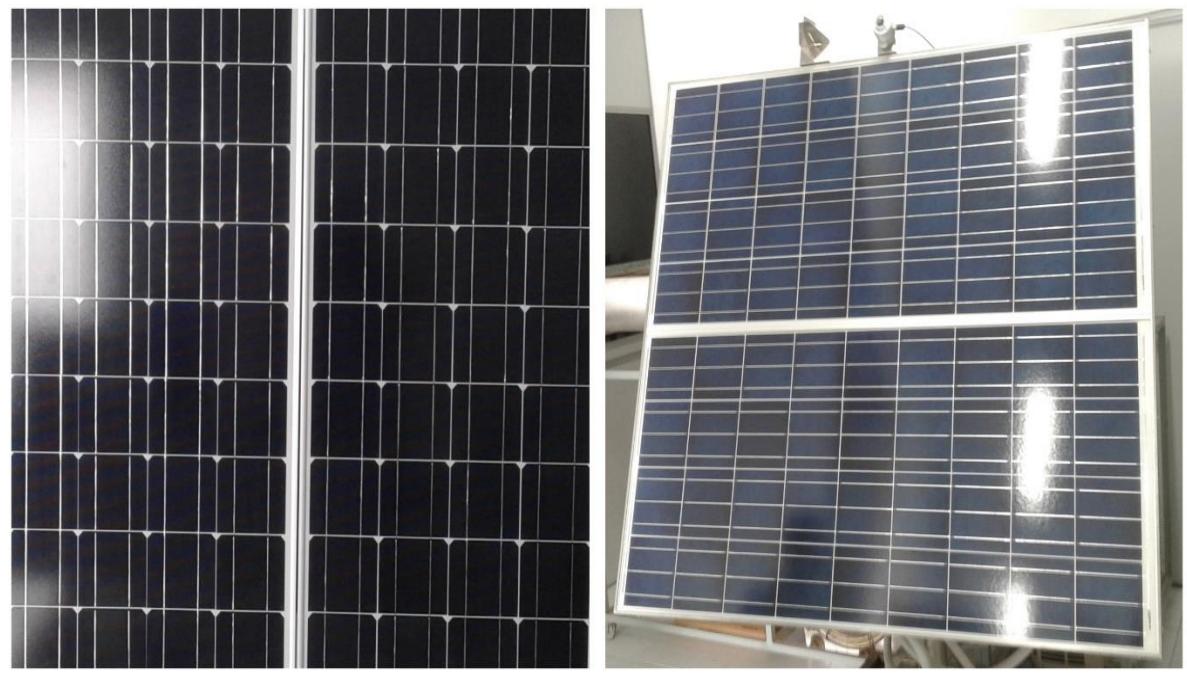
Figura 13 – Célula Fotovoltaica.



Fonte: SAMPAIO; GONZÁLEZ, 2017, p. 592.

Da representação figurativa das reações elétricas empreendidas para o alcance do efeito fotovoltaico, apresenta-se, a seguir, modelo de placas solares fotovoltaicas amplamente utilizadas na contemporaneidade.

Figura 14 – Placas de células solares fotovoltaicas¹⁹.



Fonte: Arquivo próprio (2019).

Salienta-se, das recorrentes inovações tecnológicas, no que toca a tecnologia de energia solar fotovoltaica, que ao longo de décadas, é possível observar um processo de evolução das células solares. Nesse tocante, sistematiza-se seu histórico evolutivo com base nas gerações de tecnologias fotovoltaicas.

4.2.2 Das gerações de tecnologias fotovoltaicas

Quanto ao desenvolvimento das inovações das células, as tecnologias fotovoltaicas podem ser classificadas em três gerações (KUMAR et al., 2015; SUBTIL LACERDA; BERGH, 2016; SINKE, 2019). Incialmente, cumpre ressaltar que “a categorização em três gerações tem sido usada com frequência por pesquisadores, estudantes, analistas e outros nos últimos 25 anos”²⁰ (SINKE, 2019, p. 912).

A tecnologia fotovoltaica de primeira geração refere-se à utilização dos dispositivos em formatos “wafer”, geralmente utilizando silício cristalino (SINKE, 2019). Nesse formato, as células fotovoltaicas se apresentam como um dispositivo de junção única, com características que a permite descrever com uma grande área de superfície, qualidade moderada, eficiente e de

¹⁹ Fotografias realizadas durante visita ao Laboratório de Energia Solar do Centro de Energias Alternativas Renováveis – Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

²⁰ No texto original: “The categorisation in three generations has been used frequently by researchers, students, analysts and others over the past 25 years” (SINKE, 2019, p. 912).

elevado custo. As células de silício cristalino podem ser: monocrystalina – as mais antigas e as de policristalina – relativamente mais baratas, quando comparadas à anterior (KUMAR et. al., 2015).

Já as tecnologias fotovoltaicas de segunda geração são, frequentemente, associadas às células de filmes finos (SINKE, 2019; RAMOS et. al., 2018), ou seja, películas finas (KUMAR et. al., 2015), em termos gerais, como “convencionais” (SINKE, 2019). Tornando-se uma tipologia tecnológica ambientalmente atraente (KUMAR et al., 2015). Numa célula fotovoltaica constituída de película fina, por exemplo, deposita-se uma fina camada dotada de material fotovoltaico semicondutor sobre uma base que poderá ser composta de folha plástica, metal ou vidro (KUMAR et. al., 2015).

No processo de conversão da luz solar em eletricidade, o filme fino apresenta menor eficiência em relação aos módulos fotovoltaicos cristalinos, pois os módulos cristalinos produzem quantidades idênticas de eletricidade em um espaço menor (RAMOS et. al., 2018). Além disso, as células de película fina estão em desvantagem quanto a eficiência, explicada, principalmente, por não serem de cristal único, fato que exige uma área maior do sistema fotovoltaico, e em aspectos estruturais, são frequentemente relacionadas à elevação dos custos no processo de montagem (KUMAR et. al., 2015).

No entanto, salienta-se que o principal material para o desenvolvimento das tecnologias solares, primeira e segunda geração, são as células compostas de silício, além disso, ambas em estágio maduro, chegaram a representar, de forma significativa, a cadeia industrial desse setor (JANG et al. 2013). Sobre esse prisma, destaca-se que em torno de 80% das células de natureza fotovoltaica são confeccionadas por meio da utilização do silício cristalino, sendo o restante, 20%, em filmes finos (SILVA, 2015). O silício cristalino adquire essa propriedade por meio da purificação do quartzo e atinge o grau solar quando exibe uma pureza superior à 99% (SILVA, 2015). Nesse aspecto, evidencia-se que o Brasil é um país naturalmente privilegiado, pois possui grandes jazidas de quartzo dotadas de elevada pureza, no entanto, ainda não desenvolveu a tecnologia necessária para atingir o silício em grau solar (SILVA, 2015).

Dos avanços das pesquisas e do surgimento de inovações, a terceira geração de células solares correspondem as denominadas “*Concentrator PV*” (CPV), nas quais são caracterizadas pela aplicação de novos materiais em sua composição, em geral, com o uso de corantes, de tal talhe, cuja finalidade permite, tanto alcançar uma melhor eficiência energética, quanto custos menores relativos aos modelos fotovoltaicos de primeira e segunda geração (JANG et al. 2013).

O quadro a seguir sintetiza as principais características de cada geração.

Quadro 7 - Síntese das três gerações de tecnologias fotovoltaicas.

Geração	Características Principais
Primeira	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecnologia de silício cristalino; ▪ Dispositivo de junção única; ▪ Demonstra eficiência; ▪ Qualidade moderada; ▪ Elevado Custo.
Segunda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Células de filme fino (película fina); ▪ Baixa eficiência; ▪ Ambientalmente atraente; ▪ Custos de montagem elevado.
Terceira	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Células sensibilizadas à corantes; ▪ Maior eficiência; ▪ Processo simples de fabricação; ▪ Baixo custo.

Fonte: Elaborado com base em Jang et. al. (2013) e Kumar et. al. (2015).

Na terceira geração fotovoltaica, as células sensibilizadas à corantes referem-se a uma unidade celular fotovoltaica que converte a radiação proveniente do sol em eletricidade. Nesse processo, quando exposto a célula solar sensibilizada, o corante torna-se estimulado, gerando assim, a formação de elétrons decorrente da produção de fotoanodo de dióxido de titânio. O processo de produção de eletricidade, proveniente das células fotovoltaicas de terceira geração, é caracterizado por um caminho de fabricação simplificado, elevada eficiência e baixo custo. (KUMAR et. al., 2015).

4.2.3 Dos sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados nas seguintes modalidades – sistema de geração distribuída (*On Grid*), sistema de geração concentrada (*Off Grid*) (RAMOS et. al. 2018; REBOLLAR; RODRIGUES, 2011) e sistemas híbridos (*On Grid* e *Off Grid*) (ALMEIDA et al., 2016). A seleção de cada uma dessas modalidades depende, principalmente, da disponibilidade e do propósito da destinação da aplicação dos recursos energéticos (PINHO; GALDINO, 2014).

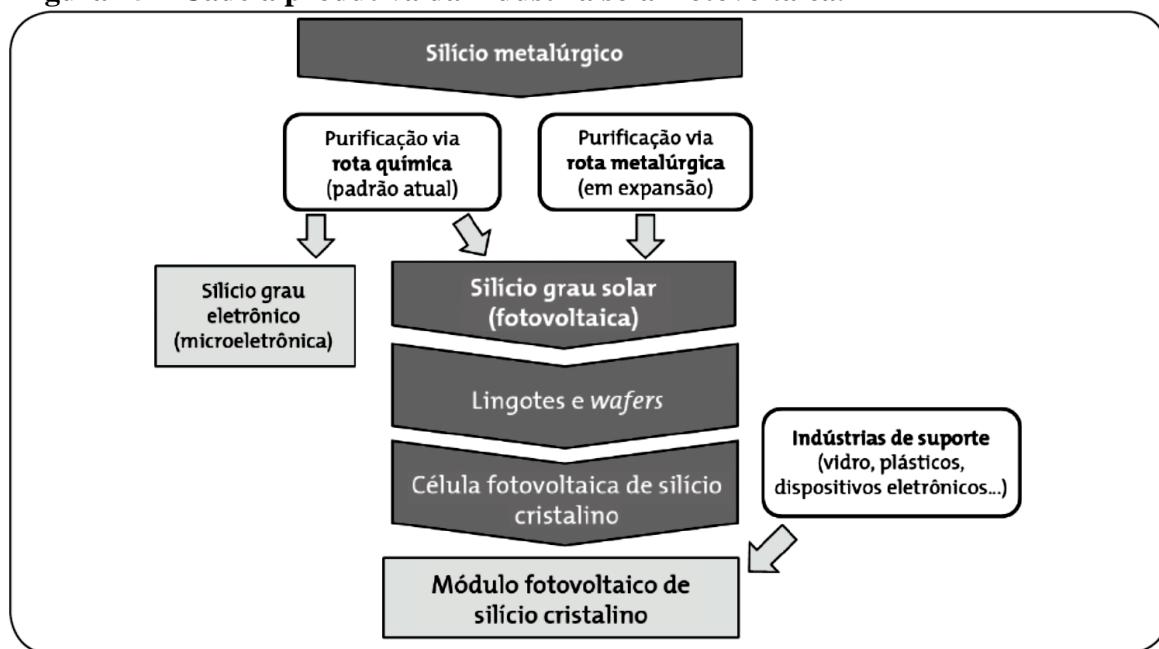
O sistema de geração distribuída constitui uma mudança paradigmática no setor elétrico. Sua incorporação decorreu da possibilidade de inserção de novos atores – na qualidade de produtores de suas próprias quotas de energia (RAMOS et al., 2018). Na modalidade *On-Grid* há uma vantagem, pois, na medida em que podem executar suas funções mesmo em face de

situações de descontinuidade de abastecimento de eletricidade ao público. Para tanto, necessita-se de uma bateria que realize o processo de estocagem, sendo de fundamental valia para residências e pequenos empreendimentos a fim de garantir a continuidade do funcionamento de seus eletrodomésticos (REBOLLAR; RODRIGUES, 2011). Por meio do sistema *on-grid* foi possível a disseminação da geração dos *Rooftop*, isto é, placas de energia solar são postas sobre os telhados das casas. Os clientes são classificados como prosumidores, ou seja, são ao mesmo tempo consumidores e produtores de energia, assim, utilizam a rede para injetar a energia excedente na modalidade descentralizada (LINS. ENTREVISTA, 2019).

Quanto ao sistema de geração concentrada ou isolado, geralmente, apresenta sua produção de energia solar em grandes usinas de forma centralizada. Dessa maneira, geram a energia que serão comercializadas, posteriormente, diretamente para outras empresas (RAMOS et al., 2018). Pontua-se que os sistemas *off grid* não se encontram conectados à rede, ou seja, não estão interligados com a rede de distribuição de energia operacionalizada pelas concessionárias (DI SOUZA, s.a.). Os sistemas híbridos, por sua vez, podem realizar operações conjuntamente com outros sistemas de geração de eletricidade. Dessa forma, há uma complexidade de processos que podem envolver distintos geradores (PINHO; GALDINO, 2014), como por exemplo, uma interação entre os sistemas eólicos e solares (DI SOUZA, s.a.).

Nesse ambiente, a cadeia da indústria fotovoltaica é composta pelas empresas que atuam na produção de silício em grau solar, lingotes e *wafers* (lâminas), células de silício cristalino e módulos fotovoltaicos (CARVALHO et. al., 2014), conforme a figura 15 a seguir.

Figura 15 – Cadeia produtiva da indústria solar fotovoltaica.



Fonte: CARVALHO et. al., 2014, p. 212.

O setor industrial também envolve uma ampla gama de materiais, a indústria de suporte (incluindo vidros, plásticos, dispositivos eletrônicos, dentre outros). As células fotovoltaicas são constituídas pelas lâminas de silício cristalino. Assim, o conjunto dessas células formarão um módulo fotovoltaico (CARVALHO et. al., 2014). Adicionalmente, também é possível considerar a existência dos principais serviços ligados ao setor, como por exemplo, os distribuidores de equipamentos, desenvolvedores, *Engineering, Procurement and Construction* (EPCs), produtor de energia, operações e manutenção, além dos diversos atores ligados à setores mais amplos como educação, mercado e ONGs que podem figurar na cadeia solar fotovoltaica (CELA apud RAMOS et. al., 2018).

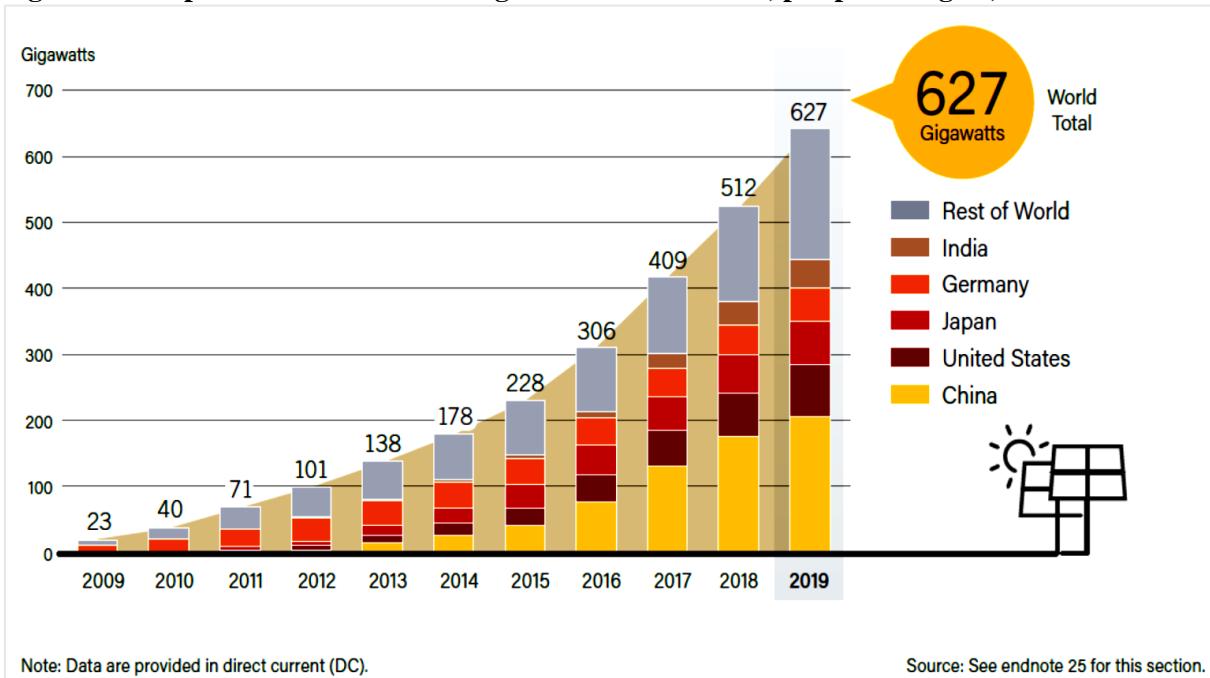
Dentro desse contexto, entende-se que o avanço tecnológico e o surgimento de novos componentes e aprimoramentos no processo de produção de eletricidade, no âmbito da energia solar fotovoltaica, aliados aos condicionantes políticos, formaram um cenário de difusão dessa fonte energética no cenário mundial. Nesses termos, antes de demonstrar os principais instrumentos políticos adotados pelos países, passa-se para a próxima seção com o propósito de compreender o contexto global de adoção da energia solar fotovoltaica.

4.3 O CONTEXTO GLOBAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O contexto global de energia solar fotovoltaica emerge em um cenário de crescente relevância entre as energias renováveis. O início do século XXI demarca a difusão da energia solar fotovoltaica no mercado energético global. Nos Estados Unidos, há uma nítida ampliação dos programas de P&D direcionados à promoção da energia solar fotovoltaica (FRAAS, 2014). No entanto, em 2011, com os efeitos da crise financeira que afetou, com maior intensidade, aquele país e Europa, empresas europeias de energia solar fotovoltaica, a exemplo da Solyndra, LCC, Evergreen Solar, dentre outras, não conseguiram se manter no mercado. Um dos elementos alegados, em suas respectivas declarações de falência, consistiram no argumento de que a ascensão da indústria chinesa teria provocado uma concorrência desleal (QIANG et al., 2014). Por outro lado, a China tem liderado um significativo crescimento no setor de energia solar fotovoltaica (SOLANGI et. al., 2011).

Em termos comparativos, considerando o período 2009-2019, a figura 16 ilustra a capacidade global de energia solar fotovoltaica, por países e regiões.

Figura 16 - Capacidade Global de Energia Solar Fotovoltaica, por país e região, 2009-2019.

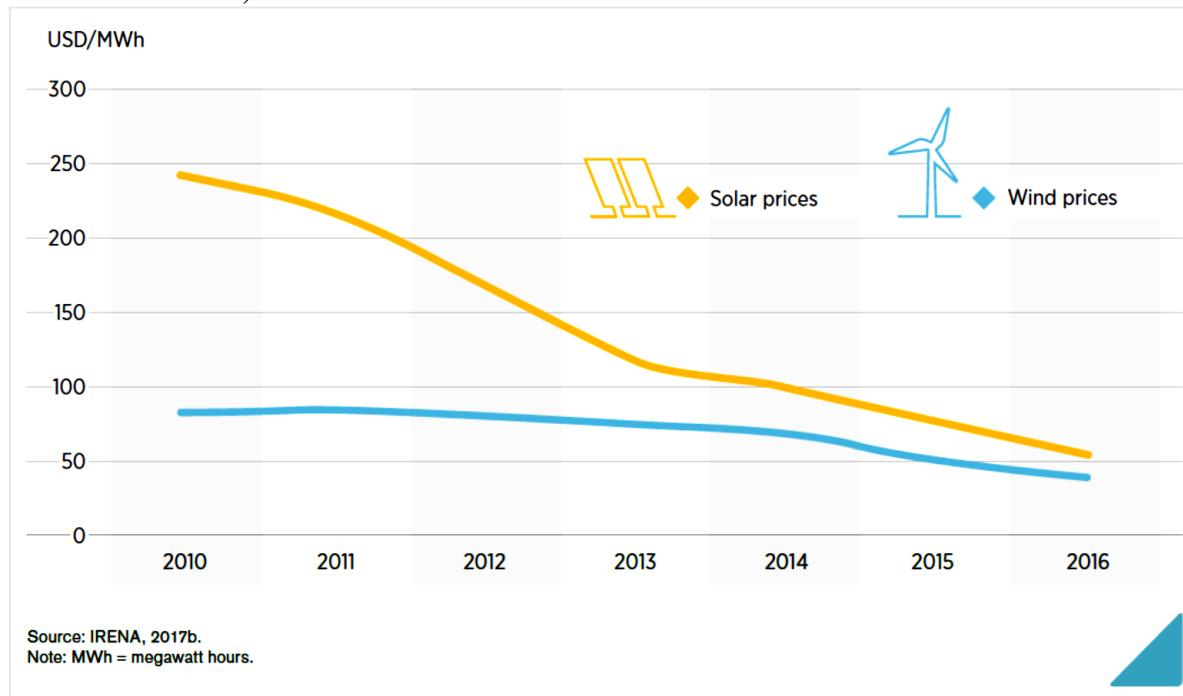


Fonte: REN21, 2020, p. 108.

Diante da figura 16, depreende-se que, no período representado, ocorreu um significativo aumento na capacidade global em energia solar fotovoltaica, passando de 23 GW (2009) para 627 GW (2019), trata-se, portanto, de um crescimento superior a meio *Terawatt* (TW). Com esses quantitativos, pode-se verificar as contribuições de economias desenvolvidas, a exemplo de EUA, Japão e Alemanha e, entre as economias emergentes, China e Índia se apresentaram como atores relevantes no setor fotovoltaico (REN21, 2020).

No âmbito das energias renováveis, a energia solar fotovoltaica adquiriu um caráter promissor, decorrente da convergência de alguns fatores, dentre eles: a possibilidade de implementação de subsídios governamentais, a queda nos preços da tecnologia utilizada e a notória disponibilidade do recurso solar (SANTOS, 2017). Em face dessa configuração, a figura 17 demonstra um comparativo dos preços dos leilões em energia eólica e solar fotovoltaica em relação aos valores global médio aplicados no período de 2010-2016.

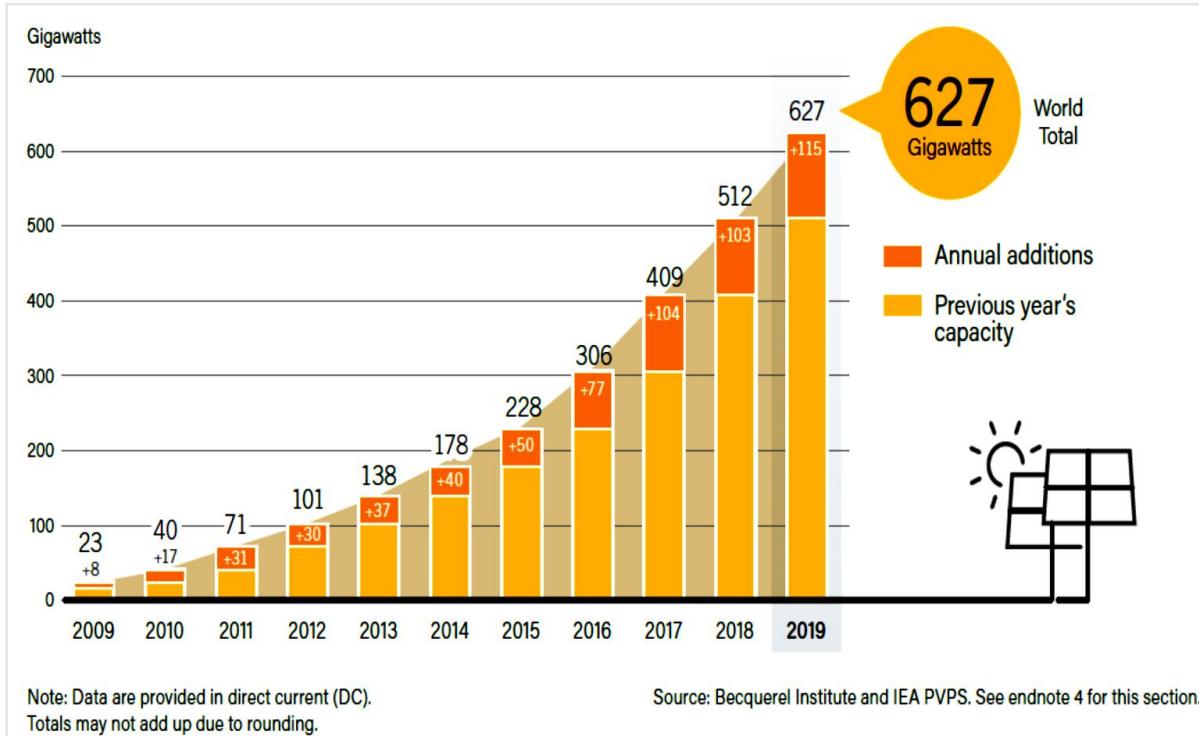
Figura 17 - Preço global médio computado a partir dos preços dos leilões em eólica e solar fotovoltaico, 2010-2016.



Fonte: IRENA et. al., 2018, p. 64.

Perceptivelmente, há uma gradativa queda no preço médio resultante dos leilões de energia solar fotovoltaica, se aproximando, assim, dos praticados em relação à energia eólica (IRENA et. al., 2018). Esse fenômeno tem favorecido o processo de adições e elevação da capacidade instalada de alguns países nos últimos anos. Dessa forma, como se pode observar, no período 2009-2019, há um processo de elevação da capacidade instalada global de energia solar fotovoltaica e adição anual, conforme ilustra a figura 18 (REN21, 2020).

Figura 18 - Capacidade instalada global de energia solar fotovoltaica e adição anual, 2009-2019.



Fonte: REN21, 2020, p. 107.

Dessa forma, a energia solar fotovoltaica se tornou a tecnologia, dentre as renováveis, que apresentou o nível de crescimento mais rápido em termos globais. Nesse contexto, está cada vez mais claro que, expressando sua competitividade nos mercados energéticos, a energia solar fotovoltaica se encontra expandindo, seja nas adoções residenciais ou nas aplicações comerciais, como em projetos inseridos nas políticas públicas de diversos países (REN21, 2020). Diante desse cenário, depreende-se que a adoção à energia solar fotovoltaica é uma realidade presente nas principais economias desenvolvidas e emergentes, e do ponto de vista da práxis política, Yu et al. (2014, s.n.) reconhecem que “o desenvolvimento é liderado pelo apoio público”²¹. Em suma, as volatilidades nos mercados dos combustíveis fósseis, aliada às perspectivas de enfrentamento aos desafios climáticos são sinalizadas como elementos propulsores da adoção de instrumentos políticos de apoio à energia solar fotovoltaica (TIMILSINA, 2012). Dados os aspectos delineados até então, passar-se-á, em seguida, ao capítulo que se dedica a uma revisão da literatura específica sobre as políticas de energia solar fotovoltaica com foco nos três países do presente estudo.

²¹ No texto original: “(...) its development is mainly led by public support” (YU et al., 2014, s.n.).

5 DOS ESTUDOS DAS POLÍTICAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA DE BRASIL, CHINA E ÍNDIA

O capítulo em tela dedica-se a uma revisão da literatura especializada que contemplaram a energia solar fotovoltaica, concentrando-se em estudos que selecionaram em suas amostras pelo menos um dos casos - Brasil, China e Índia. Qualificados como países emergentes, as políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica foram cruciais de suas respectivas trajetórias. Nesse sentido, sublinha-se a necessidade de contribuir com um olhar, em perspectiva comparada, acerca do papel das políticas estatais no desenvolvimento do setor solar fotovoltaico que contemplou esses três grandes países emergentes.

Dessa forma, a partir da estratégia de busca de trabalhos, conforme será descrita, foram analisados 50 trabalhos, publicados entre 2010 e 2019, na temática. As buscas foram realizadas entre 2018 e 2020. Dessa observação pode-se constatar que o trabalho de Feitosa (2010) evidenciou que o processo de elevação da produção de células solares no Brasil depende de um sistema de inovação mais eficiente. Huo et al. (2011) examinaram as relações causais entre a escala de energia solar fotovoltaica e o seu nível de produção na China, EUA, Japão e Alemanha. Já Jang et al. (2013) compararam as distinções entre a capacidade de inovação tecnológica e a produção de energia solar fotovoltaica de China, EUA, Alemanha, Japão, Taiwan e Coréia do Sul e concluíram que suas diferenças são resultantes das distintas estratégias adotadas pelos países, bem como do progresso tecnológico percorrido por cada um deles.

Grau et. al (2011) e Dunford et al. (2012) e Quitzow (2015) comparou, especificamente, as experiências de China e Alemanha no campo fotovoltaico. Grau et. al. (2011) procuraram estabelecer uma visão panorâmica dos principais instrumentos implementados nos dois países. Dunford et al. (2012) sinalizaram para o papel das distintas políticas de incentivos, planos políticos específicos, regulamentações, FITs e subsídios, o que levou a caminhos distintos no processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico. Quitzow (2015), por sua vez, apontou que as interações entre o crescimento chinês (país emergente) e a Alemanha (país desenvolvido) foram resultantes de processos de interdependência mútua.

O trabalho de Cabral et. al. (2013) comparou o desenvolvimento das políticas de energia solar térmica e fotovoltaica de Brasil e Alemanha. Nesse esforço, os autores perceberam que embora o Brasil ainda não desenvolveu políticas eficientes para o setor, em contraste, a Alemanha demonstrou um esforço político e eficiência na adoção de seus instrumentos. Wu (2013) estudou, por sua vez, as capacidades tecnológicas em países asiáticos considerados retardatários – China, Taiwan e Coreia – no âmbito da energia solar fotovoltaica e, por meio da

análise de patentes, evidenciou distinções entre as estratégias adotadas nos três países, diferenciando-os da indústria solar fotovoltaica global. Enquanto, Qiang et al. (2014) analisaram, sob uma perspectiva histórica e comparada, o desenvolvimento da China com Alemanha, EUA e Japão e, como resultado, concluíram que a política chinesa se enquadrou, inicialmente, contemplando instrumentos que favorecem o lado da oferta e, em seguida, primou pelo lado da demanda se distinguindo assim, da prática adotada pelos demais países.

Os estudos de Fu e Zhang (2011), Lema e Lema (2012) e Nair (2014) analisaram os casos da China e da Índia. Fu e Zhang (2011) verificaram que, comparativamente, ambos os países ampliaram seu parque de transferência de tecnologias e inovações nacionais fotovoltaicas. Lema e Lema (2012) examinaram, além do setor de energia solar, outros dois setores da indústria energética em ambos os países, o da energia eólica e o de veículos elétricos híbridos. Enquanto Nair (2014) considerou que, tanto o apoio político dado ao progresso tecnológico, quanto os impulsos dados pela demanda de mercado, em assimilar a nova tecnologia, contribuíram para o florescer da indústria solar fotovoltaica.

Investigações limitadas ao cenário indiano sinalizaram para a importância do planejamento (ALTENBURG; ENGELMEIE, 2013; CHANDRA et. al. 2018) e instrumentos de apoio político (SOONNE et al., 2015; GOEL, 2016; GULATI et. al., 2016; ROHANKAR et. al., 2016). Altenburg e Engelmeie (2013), Chandra et al. (2018) e Raina e Sinha (2019) consideraram o papel da MSNIN. Altenburg e Engelmeie (2013) ressaltaram que a MSNIN se traduziu em uma política eficaz que possibilitou a construção de um contexto favorável do setor solar. Enquanto Chandra et al. (2018) qualificaram a missão como uma estratégia de projeção internacional indiana no cenário de promoção da energia solar no contexto global. Soonne et al. (2015), Goel (2016), Gulati et. al. (2016) e Rohankar et. al. (2016) evidenciaram a promoção de instrumentos de incentivos políticos direcionados ao setor solar indiano.

Estudos restritos ao caso chinês contribuíram para o diagnóstico de políticas empreendidas para o setor de energia solar (TOUR et al., 2011; ZHANG e HE, 2013; WANG et. al., 2017; LIU et. al., 2018; URBAN et. al., 2018; TU et. al., 2019). Tour et al. (2011) sinalizaram que o avanço das patentes chinesas é resultado de uma política orientada para inovação. Zhang e He (2013) destacaram a implementação do sistema nacional baseado em FITs. Wang et. al. (2017) perceberam efeitos positivos dos subsídios no gerenciamento e acesso à energia em áreas rurais. Em outra perspectiva, Tu et al. (2019) avaliaram a rentabilidade dos projetos que contemplam as energias solar e eólica, na China, sob emprego das FITs. Liu et. al. (2018), por sua vez, destacaram o papel dos financiamentos públicos e fomentos à P&D empreendidos pelo governo chinês. Já Urban et. al. (2018) ressaltaram o direcionamento chinês

para os processos de transferências de tecnologias e cooperações internacionais, principalmente, nas relações sul-sul e sul-norte.

Hochsteler e Kostka (2015) e Cabral da Silva (2018) contemplaram os setores de setores de energia solar e eólica nos casos brasileiro e chinês. Em Hochsteler e Kostka (2015) constatou-se que, no cenário chinês, houve um contexto amplo de relações corporativas e empresariais, delineado pela presença do setor público estatal. Essas relações foram coordenadas, principalmente, por meio da atuação de bancos públicos inseridos numa estratégia de expansão do setor através de investimentos para empresas públicas ou ligadas diretamente ao Estado. Por outro lado, no caso brasileiro, evidenciou-se uma abertura direcionada à promoção de parcerias público-privada desenvolvidas através da utilização de leilões e marco regulatórios nos quadros das energias renováveis (HOCHSTELER; KOSTKA, 2015). Enquanto isso, Cabral da Silva (2018) comparou as políticas brasileira e chinesa em energia solar e eólica, como estratégias de alcance da segurança energética e percebeu que, apesar do grande percentual poluidor na matriz energética chinesa, ocorreram estímulos às energias renováveis, diferente do caso brasileiro, em que houve uma descontinuidade do apoio direcionado a esse setor.

Souza e Cavalcante (2016) investigaram a emergência da indústria fotovoltaica partindo da abordagem que contempla o cosmopolitismo metodológico. Para os autores, a indústria fotovoltaica no Brasil surge em um contexto marcado pela influência de países asiáticos, além disso, detectam que, na órbita sul-sul, as cooperações podem favorecer o surgimento de novos polos relevantes no mercado global fotovoltaico (SOUZA; CAVALCANTE, 2016). Já Cavalcante (2018) evidenciou que, em ambos os países, o desenvolvimento do setor de energia solar esteve, de um lado, condicionado à trajetória nacional energética, e, de outro, aos modelos de inserções desses países no mercado global de energia.

Bradshaw (2018), por seu lado, investigou as relações entre as transições do mercado de energia elétrica e o desenvolvimento de fontes de energias alternativas não hídricas no Brasil. A pesquisa concluiu que a estrutura previamente existente, para o fomento da energia hidrelétrica, dificultou a difusão de outras fontes de energias renováveis no país – como por exemplo, solar e eólica (BRADSHAW, 2018).

Hoffmann et al. (2019) analisam os critérios de licenciamento ambientais para a implantação de sistemas fotovoltaicos no Brasil, China, Alemanha, Austrália e EU. Para os autores, não houve variações significativas nos marcos regulatórios dos países analisados, por outro lado, salientaram que, apesar dos exemplos de Portugal e Espanha serem menos rigorosos,

o caso brasileiro é demarcado pela ausência de dados robustos para a compreensão de políticas públicas (HOFFMANN et al., 2019).

Para o setor solar, Losekann e Hallack (2018) indicaram as dificuldades de internalizar a produção de equipamentos de energia solar, decorrente, principalmente, da ausência de uma política definida que priorizasse o setor de maneira específica. Conforme Rigo et. al. (2019), o principal óbice enfrentado pelo Brasil se centraliza na ausência de políticas de incentivo ao setor de energia solar, pois os demais entraves detectados em outras esferas estão numa relação de causa-efeito direta com o fator de natureza política.

Diante desse quadro, verificou-se que as políticas estatais empreendidas pela China (ZHANG; HE, 2013; KOK, 2015; LIU et. al., 2018; HAYASHI, 2019) e pela Índia (ALTENBURG; ENGELMEIE, 2013; KOK, 2015; AKOIJAM; KRISHNA, 2017; HAYASHI, 2019) foram decisivas no processo de desenvolvimento do setor fotovoltaico nesses emergentes asiáticos. Por outro lado, embora se tenha apresentado alguns incentivos políticos (LACCHINI e RUTHER, 2015; XAVIER, 2015; SANTOS, 2017; DANTAS e POMPERMAYER, 2018), o cenário brasileiro foi apontado como deficiente de políticas mais consistentes dedicados ao incentivo do setor (GOUGET, 2017; HELD, 2017; MONTEIRO et. al., 2017; FERREIRA et. al., 2018; MAIA, 2018; RAIMO, 2018; CARSTENS e CUNHA, 2019; GARLET et. al., 2019; RAINERI, 2019; RIGO et. al., 2019).

Dos 50 trabalhos analisados, constatou-se que nenhum deles empreendeu uma análise comparativa considerando, especificamente, os três principais países emergentes – Brasil, China e Índia – relacionados ao setor de energia solar fotovoltaica. Nenhuma das obras analisadas consideraram a possibilidade de construir uma métrica própria como meio de analisar, comparativamente, os fatores políticos que influenciaram o desenvolvimento do setor fotovoltaico em cada um desses países. Também não foi detectado, em nenhum dos trabalhos selecionados, o estabelecimento de uma análise comparativa em função das três dimensões (DP, DIAP e DAIN) contempladas no presente trabalho.

Diante do exposto, o quadro a seguir sintetiza os principais aspectos dessa revisão da literatura.

Quadro 11 – Síntese da literatura sobre energia solar fotovoltaica (Brasil, China e Índia).

AUTOR(ES) E ANO	OBJETIVO	MÉTODO	AMOSTRA	FONTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	VARIÁVEL DEPENDENTE	PRINCIPAIS RESULTADOS
Feitosa (2010)	Analisar as possibilidades de aplicação da energia solar fotovoltaica como uma nova metodologia de mudança do sistema energético.	Análise de conteúdo bibliográfico.	China, EUA, Alemanha, Japão, Espanha e Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Mecanismos de incentivo político; ✓ Preço – Custo. ✓ Fomento à P&D.	✓ A possibilidade de aplicação da energia solar no Brasil.	A ampliação de uma participação competitiva do processo de produção das células solares fotovoltaicas depende de um sistema de inovação calcados pela lógica da eficiência.
Huo et al. (2011)	Examinar as relações causais entre a escala de energia solar fotovoltaica e o seu nível de produção nos países selecionados.	Modelo de Recessão	China, EUA, Alemanha e Japão	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Pedidos de Patente – mensura a inovação; ✓ Instalação anual – escala de mercado; ✓ Financiamento Público; ✓ Custo de Fabricação.	✓ As relações causais entre a escala de energia solar e o nível de produção.	Evidenciou que ocorreu um aumento na escala de mercado decorrente da elevação da produção nos EUA, Alemanha e Japão, diferentemente da China.
Grau et al. (2011)	Estabelecer uma visão panorâmica das políticas de energia solar na China e Alemanha, elencando os instrumentos de apoio implementados.	Análise Comparada	China e Alemanha	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Programas Políticos; ✓ Políticas Regionais; ✓ FIT; ✓ Financiamento Público; ✓ Fomento à P&D. ✓ Coordenação de políticas globais.	✓ A implementação das políticas de energia solar fotovoltaica.	As políticas de energia solar fotovoltaica implementadas na China e na Alemanha foram exitosas, porém há necessidade de ajustes pontuais.
Fu e Zhang (2011)	Analizar, comparativamente, a evolução tecnológica da indústria chinesa e Indiana no campo da energia solar fotovoltaica discutindo o papel de seus sistemas de inovação.	Estudo de caso comparado	China e Índia	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Fomento à P&D; ✓ Políticas Nacionais; ✓ Licenciamento de patentes, join venture e aquisições; ✓ Setor Privado; ✓ Transferência de Tecnologia.	✓ A evolução tecnológica da indústria de energia solar.	Ambos países adotaram um conjunto de distintos mecanismos que contemplam as transferências de tecnologias e inovações nacionais.
Tour et al. (2011)	Compreender os motivos que levaram ao desenvolvimento da indústria solar fotovoltaica.	Análise de indicadores de patentes e entrevistas	China	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Licenciamento; ✓ Transferência de tecnologia; ✓ Políticas públicas indutoras; ✓ Investimento direto estrangeiro; ✓ Fomento à P&D.	✓ O desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica na China.	Concluiu que embora a compra de equipamentos de fabricação e a qualificação de profissionais sejam elementos propulsores, o avanço das patentes é resultado de uma política orientada para inovação.

Dunford et al. (2012)	Analisar a trajetória das indústrias do setor de energia solar fotovoltaica na China e Alemanha.	Estudo de Casos Comparados	China e Alemanha	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programas Políticos; ✓ Regulamentações; ✓ FIT; ✓ Subsídios. ✓ Competitividade. ✓ Financiamento Público; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A trajetória de desenvolvimento da indústria solar fotovoltaica. 	Diferenças nas trajetórias de China e Alemanha desenvolveram sob distintas competitividades no âmbito do mercado que são, em parte, delineadas por seleções políticas.
Jang et al. (2013)	Examinar as distinções entre a capacidade de inovação tecnológica e a produção de energia solar fotovoltaica nos países selecionados.	Análise de indicadores de patentes comparados.	Alemanha, EUA, Japão, China, Taiwan e Coreia do Sul	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoio a capacidade inovadora – subsídios; ✓ Desempenho de Patentes; ✓ Fomento à P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A discrepância entre a capacidade de inovação e o grau de produção fotovoltaica. 	Evidenciou que as diferenças diagnosticadas são resultantes das distintas estratégias adotadas pelos países, bem como de seus avanços tecnológicos.
Lema e Lema (2012)	Analisar três setores de tecnologia verde na China e na Índia, incluindo a energia solar.	Análise dos mecanismos de transferência de tecnologias.	China e Índia	Energia Solar e Eólica e Veículos Elétricos e híbridos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Subsídios; ✓ Investimento externo direto ✓ Licenciamento ✓ Transferência de Tecnologia; ✓ Cooperação em P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desenvolvimento do setor de tecnologia verde na China e na Índia. 	Parcerias em P&D e a política de aquisição de empresas estrangeiras demarcam a nova percepção, enquanto se ressaltou a necessidade de transitoriedade para a ênfase em cooperação internacional e produção da inovação doméstica.
Altenburg e Engelmeie (2013)	Demonstrar a necessidade de gerenciamento de alugueis para a promoção de tecnologias verdes, em especial, a solar.	Análise de gerenciamento de alugueis	Índia	Energia Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa Político; ✓ FIT; ✓ Subsídios; ✓ CER/OCR; ✓ Instrumentos fiscais; ✓ Políticas de aluguéis. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desenvolvimento do setor de energia solar na Índia. 	Concluiu que a Missão Solar Nacional tem sido uma política eficaz na promoção de investimentos e subsídios para o desenvolvimento do setor.
Zhang e He (2013)	Analizar o papel das políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica na China, especialmente, com foco no sistema FIT, implementado nacionalmente.	Análise das políticas de incentivo.	China	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa Político ✓ Plano Político ✓ Regulamentação ✓ FIT; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desempenho do setor de energia solar fotovoltaica na China. 	Recomendou políticas de incentivo ao mercado de PV solar, construção de um sistema FIT, portfólio de energias renováveis e a implementação de normas técnicas e administrativas em apoio a energia solar fotovoltaica.
Cabral et. al. (2013)	Comparar o desenvolvimento da energia solar no Brasil e na Alemanha, considerando as tecnologias térmica e fotovoltaica.	Análise de conteúdo bibliográfico e documental	Brasil e Alemanha	Energia Térmica e Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cooperação internacionais – intercâmbios tecnológicos. ✓ Regulamentações; ✓ Políticas de Incentivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desenvolvimento da indústria de energia solar no Brasil e na Alemanha. 	Conclui que embora o Brasil seja rico em silício e grande potencial solar, ainda não desenvolveu políticas eficientes, ao passo que na Alemanha é possível observar uma política eficiente e com incentivos para o setor.
Wu (2013)	Investigar as capacidades tecnológicas de energia solar fotovoltaica dos retardatários asiáticos - China, Taiwan e Coréia.	Análise de indicadores de patentes.	China, Taiwan e Coréia	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estoque de conhecimento acumulado; ✓ Fomento à P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A capacidade de inovação tecnológica da indústria de energia solar fotovoltaica. (número de patentes) 	Distintas estratégias adotadas por China, Taiwan e Coréia se traduzem de distintos sistemas de inovações implementados frente à industrial fotovoltaica global.

Nair (2014)	Analizar fatores considerados críticos para o desenvolvimento da energia solar na China e na Índia.	Estudo de Caso Comparado	China e Índia	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FIT; ✓ Financiamento Público; ✓ Leilões; ✓ Fomento à P&D; ✓ OCR; ✓ Redução dos custos ✓ Leis trabalhistas menos protetivas (CH). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crescimento do setor de energia solar na China e na Índia. 	Diferentes desafios são apontados como barreiras ao desenvolvimento de políticas de fomento de energia solar fotovoltaica na China e na Índia.
Qiang et al. (2014)	Analizar o histórico das políticas de energia solar fotovoltaica da China e compara com outros países selecionados.	Análise de desempenho e Estudo Comparado	China, Japão, EUA e Alemanha	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planejamento; ✓ Regulamentação; ✓ Fomento à P&D; ✓ Subsídios; ✓ Isenções de impostos; ✓ Projetos de demonstração; ✓ NET metering; ✓ FIT; ✓ Financiamento Público. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evolução do sistema das políticas da indústria de energia solar fotovoltaica na China 	A política chinesa para a energia solar fotovoltaica se concentrou, inicialmente pelo lado da oferta e, em seguida, pelo lado da demanda, distinguindo da prática internacional.
Spratt et. al. (2014)	Identificar os fatores que levaram aos investimentos em energia eólica e solar na China e na Índia.	Estudo de caso comparado.	China e Índia	Energia eólica e solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planos Políticos; ✓ FIT; ✓ Leilões; ✓ Regulamentações 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Os determinantes para o investimento em energia solar. 	A formação de distintas alianças e o emprego de diferentes políticas favoreceram os investimentos em energia eólica e solar na China e na Índia.
Hochstetler e Kostka (2015)	Examinar a evolução do setor de energia solar e eólica no Brasil e na China, considerando os distintos interesses, relações Estado e negócios e resultados políticos.	Entrevistas e Estudo documental	Brasil e China	Energia solar e eólica.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programas Nacionais; ✓ Leilões; ✓ FIT; ✓ Regulamentações; ✓ Incentivos Financeiros; ✓ Subsídios. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ As políticas de desenvolvimento da energia solar e eólica no Brasil e na China. 	As distinções encontradas nas relações Estado e negócios explicam as diferenças no percurso das trajetórias dos países selecionados.
Kok (2015)	Analizar as políticas de energia solar de China e Índia e seus impactos nos quadros da IRENA.	Abordagem intensiva aplicada a estudos de casos comparados	China e Índia	Energia Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avanços tecnológicos; ✓ Planos Políticos; ✓ Leilões; ✓ FIT; ✓ Eficiência; ✓ Eficácia ✓ Capital próprio ✓ Viabilidade Institucional 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A viabilidade da implementação das políticas de energia solar da China e da Índia. 	Concluiu que o fomento político ao desenvolvimento da energia solar foi decisivo para a segurança energética de ambos os países.

Lacchini e Rüther (2015)	Analisar os efeitos da resolução RN 482/2012 e o comunicado do BNDES em promover apoio financeiro.	Cálculo do custo nivelado de energia - LCoE.	Brasil	Solar Fotovoltaica	✓ Regulamentação; ✓ Net metering; ✓ Leilões; ✓ Financiamento Público.	✓ O retorno de investimento em telhados solar fotovoltaicos em diferentes regiões brasileiras.	Concluiu que ambas as ações governamentais estudadas impactam positivamente, sobretudo, onde as tarifas de energia são mais altas do que em outras regiões do país.
Quitzow (2015)	Propor uma nova forma de analisar a interação do crescimento fotovoltaico na China e na Alemanha em perspectiva comparada.	Análise comparada via entrevistas e estudo documental	China e Alemanha	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Parcerias entre empresas e centros de P&D ✓ Transferências de Conhecimento AL-CH ✓ Funções da Inovação.	✓ A interação do crescimento da indústria solar fotovoltaica na China e na Alemanha.	Percebeu que uma arena de interdependência entre países avançados (Alemanha) e emergentes (China) impulsionou a indústria de energia solar fotovoltaica. Além de reconhecer o papel das políticas públicas no desenvolvimento desse processo.
Soonee et al. (2015)	Debater sobre o processo, regulamentações, implementação e desafios de CERs na Índia, com foco no mercado de energia solar.	Estudo de Caso	Índia	Energia Solar	✓ Regulamentações; ✓ CERs	✓ A inclusão dos CERs no setor de energia solar na Índia.	Sinalizou que, embora em um curto período, houve um efeito positivo dos CERs no setor de energia solar na Índia.
Xavier (2015)	Estudar as externalidades que influenciam o uso de sistema fotovoltaicos no Brasil a fim de demonstrar a viabilidade desses projetos no país.	Metodologia de Avaliação de Externalidades	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Regulamentação; ✓ Programa Político; ✓ Custos-benefícios; ✓ Isenções ICMS e IPI; ✓ Net metering.	✓ A viabilidade dos projetos do uso da energia solar fotovoltaica no Brasil.	Evidenciou que a relação custo-benefício da implementação dos sistemas de energia solar fotovoltaicos, embora considere os custos e ausência de subsídios, é economicamente viável.
Goel (2016)	Analizar o crescimento da energia solar na Índia com atenção as políticas de incentivo ao emprego de energia solar em telhados	Análise de conteúdo bibliográfico e documental	Índia	Energia Solar	✓ Programa Político; ✓ FIT; ✓ Fomento à P&D; ✓ NET metering; ✓ CER/OCR ✓ Subsídios; ✓ Créditos tributários.	✓ O desenvolvimento da energia solar na Índia com olhar para as políticas de emprego.	Detectou a predominância da FIT, além de outros instrumentos como Net Metering e subsídios. Além disso, recomendou revisões e aprimoramentos nas políticas implementadas.
Gulati et al. (2016)	Investigar como os objetivos estabelecidos pelo governo indiano para o alcance das metas de energia solar aplicada ao setor agrícola.	Análise de conteúdo bibliográfico e documental	Índia	Energia Solar	✓ FIT; ✓ Custos-benefícios.	✓ O fomento da energia solar na agricultura indiana.	Concluiu que os objetivos estabelecidos pelo governo da Índia, aplicados ao mundo da agricultura, poderão ser alcançados por meio da combinação entre FIT e políticas de inovação.
Rohankar et al. (2016)	Caracterizar o quadro das políticas para a viabilidade de projetos de	Estudo de caso	Índia	Energia Solar	✓ FIT; ✓ Benefícios fiscais; ✓ CER/OCR ✓ Contratos de Compra;	✓ O apoio político ao setor de energia solar na Índia.	Diferentes políticas foram adotadas no âmbito nacional e estaduais na Índia. Embora tenham se estabelecido de

	energia solar promovida pelo governo indiano.				✓ Incentivos à geração; ✓ Financiamento; ✓ Depreciação acelerada; ✓ Isenções diversas.		forma autônomas entre os entes, tornaram-se complementares.
Akoijam e Krishna (2017)	Apresentar o panorama da energia solar na Índia com foco nos atores, agências e políticas a partir de diversas perspectivas de políticas de inovação.	Análise Bibliométrica	Índia	Energia Solar	✓ Fomento à P&D; ✓ Patentes; ✓ Programa Político; ✓ Publicações. ✓ Regulamentações.	✓ O cenário da energia solar indiana.	Conclui evidenciando a importância do papel do avanço das patentes, P&D e iniciativas políticas com a implementação da MSNIN.
Monteiro et. al. (2017)	Demonstrar um panorama geral da inserção da energia solar fotovoltaica no Brasil, revelando seus benefícios, óbices e perspectivas.	Estudo de caso e Análise de Conteúdo.	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Acordo Internacional; ✓ Falta de investimentos; ✓ Capacidade tecnológica ✓ Ausência de incentivos políticos robustos. ✓ Programa Político.	✓ A inserção da energia solar fotovoltaica no Brasil.	Entre os principais óbices são identificados consistiram na falta de investimento; ausência de incentivo mais elevado no apoio à programas, melhoria da eficiência na capacidade tecnológica e adequação na formação de profissional.
Santos (2017)	Estudar a viabilidade, do ponto de vista econômico, para a implantação de sistemas de energia solar fotovoltaicos em residências no Brasil.	Indicadores de análise de investimento e no cálculo do custo nivelado de energia - LCoE.	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Recurso solar; ✓ Redução dos custos; ✓ Regulamentação; ✓ Isenção de impostos. ✓ Finan. Público; ✓ Fomento à P&D. ✓ Net metering; ✓ Leilões; ✓ Programas Políticos.	✓ A inserção da energia solar fotovoltaica no Brasil.	Detectou um equilíbrio proporcional entre as tarifas e a viabilidade econômica quando comparado com as tarifas de energia para o atendimento da demanda residencial.
Held (2017)	Explorar até que ponto os mecanismos de apoio a energia solar foram eficazes e realiza uma descrição do setor para o alcance de 7 GW até 2024.	Análise baseada em métodos mistos.	Brasil	Energia Solar	✓ Subsídios; ✓ Isenção fiscais; ✓ Plano Nacional; ✓ Financiamentos Público e Privados.	✓ O desenvolvimento da energia solar no Brasil.	Constatou a necessidade de solucionar os gargalos ao desenvolvimento da energia solar, via melhor gestão das políticas públicas e da intervenção do Estado nesse setor.
Gouget (2017)	Justificar a escolha das taxas e juros subsidiados, via comparação com China e Alemanha, além de análise custo-benefício das escolhas feitas pelo Brasil.	Análise Multimétodo	Brasil, China e Alemanha	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Regulamentação; ✓ Subsídios. ✓ Custo-benefício.	✓ Custos e benefícios para a implantação de projetos de energia solar fotovoltaica.	A elevação das taxas de desconto impactou positivamente os custos e benefícios no curto prazo, impactando negativamente nos projetos de longo prazo.
Wang et. al. (2017)	Sugerir indicadores para a avaliação do Golden Sun Program na China.	Estudo de Caso	China	Energia Solar	✓ Plano Político; ✓ Regulamentação; ✓ FIT; ✓ Fundo Financeiro; ✓ Subsídios fiscais. ✓ Política de crédito (financiamento).	✓ O desempenho do Golden Sun Program	Diagnosticou efeitos positivos dos subsídios fiscais, do gerenciamento e do acesso à energia em áreas rurais, embora necessita-se melhorar a coordenação, regulamentação e desenho das políticas públicas.
Bradshaw	Verificar o processo de mudanças das instituições reguladoras no processo de implementação da		Brasil	Energia Solar	✓ Regulamentação; ✓ Net metering;	✓ O desenvolvimento da institucional de	Identificou que o desenvolvimento institucional no Brasil, ancorados na regulamentação, não distanciou o país

(2018)	energia solar e eólica no Brasil, dentro dos marcos temporais 1992-2017.	Entrevistas e Estudo de Caso		e eólica	✓ Fomento à P&D.	energia renovável, em especial, eólica e solar no Brasil	de políticas orientadas para as energias renováveis, como a energia solar e eólica.
Cabral da Silva (2018)	Realizar um estudo comparado das políticas de energia solar e eólica de Brasil e China como meio estratégico de busca pela segurança energética no século XXI.	Estudo exploratório de dados estatísticos e Estudo Comparado	Brasil e China	Energia eólica e solar	✓ Preços ✓ Níveis de CO ₂ ; ✓ Acordos internacionais. ✓ Dependência Externa; ✓ Regulamentação ✓ Novas tecnologias.	✓ As políticas de energia solar e eólica no Brasil e na China.	Percebeu que embora a China apresente grande percentual poluidor em sua matriz energética, estimula o avanço das energias renováveis; no caso brasileiro, há uma descontinuidade das políticas aplicadas a esse setor.
Cavalcanti (2018)	Analizar o desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil e na China, com o propósito de saber por que a China se desenvolveu mais rápido nesse setor quando comparado ao caso brasileiro.	Cosmopolitis mo metodológico e Estudo Comparado.	Brasil e China	Energia Solar	✓ Instituições; ✓ Identidades; ✓ Interesses; ✓ Inserções globais;	✓ O desenvolvimento da energia solar no Brasil e na China.	Demonstrou que o desenvolvimento da energia solar no Brasil e China está condicionado aos caminhos do desenvolvimento nacional de energia, bem como ao processo de inserção de ambos os países no comércio globalizado.
Chandra et al. (2018)	Realizar um estudo panorâmico em torno do crescimento da energia solar na Índia, considerando aspectos políticos, sociais e econômicos.	Estudo exploratório, Documental.	Índia	Energia Solar	✓ Plano Político; ✓ Programas e incentivos; ✓ Iniciativa global; ✓ Investimentos.	✓ O crescimento da energia solar na Índia.	Concluiu que a Missão Solar Nacional, além de se configurar como uma significativa estratégia política, se caracteriza como uma iniciativa da projeção solar indiana no âmbito global.
Costa (2018)	Realizar um exame da situação da cadeia de energia fotovoltaica no Brasil considerando as funções do Sistema de Inovação.	Análise de conteúdo	Brasil, Alemanha e China	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Funções da Inovação; ✓ Regulamentação.	✓ A cadeia de energia solar fotovoltaica no Brasil comparado com Alemanha e China.	Embora exista barreiras a expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil, a elevação de empresas instaladoras demarca um acréscimo da demanda.
Dantas e Pompermay er (2018)	Examinar, com base na viabilidade econômica, a introdução do sistema de energia solar fotovoltaica no Brasil, com especial atenção ao modelo de geração distribuída.	Análise de avaliação de preços.	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Custo; ✓ Net metering; ✓ Regulamentação.	✓ A viabilidade econômica da introdução da energia solar fotovoltaica na modalidade geração distribuída.	A redução dos custos e eficiência dos componentes dos sistemas fotovoltaicos, aliado as atualizações nas regulamentações favoreceram o crescimento da geração distribuída nesse setor.
Ferreira et. al. (2018)	Apresentar as principais características da trajetória regulatória da energia fotovoltaica no Brasil.	Estudo de Caso.	Brasil	Energia solar fotovoltaica	✓ Programas Políticos; ✓ Regulamentações.	✓ O contexto da geração de energia solar fotovoltaica no Brasil.	Diagnosticou a necessidade de se ampliar os incentivos políticos para a geração de energia solar fotovoltaica no Brasil.
Liu et. al. (2018)	Evidenciar o papel do financiamento público na produção científica direcionada ao setor da indústria solar fotovoltaica.	Modelo de Hélice Tripla	China	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Financiamento público; ✓ Fomento à P&D.	✓ O impacto da pesquisa científica na indústria solar fotovoltaica.	Detectou forte evidência na relação entre governo-organizações e governo-universidades; com fraco impacto na relação organizações-universidades.

Losekann e Hallack (2018)	Traçar o cenário de desafios e oportunidades no Brasil para o desenvolvimento das novas energias renováveis.	Análise de Conteúdo e Estudo Documental	Brasil	Energias eólica e Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Leilões; ✓ Financiamento Público; ✓ Regulamentação. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Os desafios do desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil. 	Percebeu-se que há dificuldades de internalizar a produção de equipamentos solares, além disso detectou a ausência de uma política clara, ou seja, orientada especificamente para a promoção da energia solar.
Maia (2018)	Analisa os caminhos e os fatores que levaram ao desenvolvimento do setor solar no Brasil.	Estudo documental	Brasil	Energia Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulamentação; ✓ Investimentos Públicos; ✓ Isenção de impostos; ✓ Leilões. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A posição do Brasil no mercado de energia solar fotovoltaica. 	Concluiu que a ausência de financiamentos com juros baixos e o cenário regulatório instável são sinalizados como óbices ao desenvolvimento da energia solar no Brasil.
Raimo (2018)	Descrever o processo de interação dos atores do sistema de energia solar no Brasil com direcionamento para os recursos humanos.	Entrevistas e Estudo de Caso	Brasil	Energia Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programas Políticos; ✓ Fomento à P&D ✓ Regulamentação; ✓ Necessidade de qualificação profissional. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desenvolvimento de recursos humanos do setor de energia solar. 	Necessidade de criação de cursos específicos; Inclusão de componentes curriculares especializados nos cursos técnicos e graduações de cursos em eletricidade.
Urban et. al. (2018)	Analisa como a China partiu de uma liderança na fabricação de tecnologias de baixo carbono para uma liderança pautada pela inovação, com foco empírico nas energias solar, eólica e hidro.	Estudo de Caso, entrevistas e dados documentais	China	Solar, Eólica e Hidro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transferência de Tecnologias; ✓ Cooperação Internacional; ✓ Fomento à P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A transição chinesa para uma energia de baixo carbono pautada pela inovação. 	Evidenciou que a China está caminhando para a produção de tecnologias domésticas, com ênfase na inovação. Impactando nas transferências de tecnologias e processos cooperativos na plataforma sul-sul e sul-norte.
Carstens e Cunha (2019)	Explorar, via uma abordagem socio-técnica, o surgimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, apontando os desafios e oportunidades.	Entrevistas e Análise multinível	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planos de metas; ✓ Funções da inovação; ✓ Leilões; ✓ Regulamentações; ✓ Fomento à P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O surgimento da energia solar fotovoltaica. 	A ampliação da energia solar fotovoltaica depende de regras claras, investimentos, oportunidades para investidores e cursos profissionalizantes para a formação de recursos humanos.
Garlet et. al. (2019)	Diagnosticar o panorama da energia solar distribuída e sua difusão na região sul do Brasil.	Estudo Exploratório e entrevistas	Brasil (Região Sul)	Energia Solar Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dimensões técnica; econômica; gerencial; social e política. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O panorama e as barreiras à difusão da energia fotovoltaica distribuída. 	Embora se identifica uma tendência de crescimento do setor, barreiras técnicas, econômicas, gerenciais, sociais e políticas foram identificadas na pesquisa.
Hayashi (2019)	Discutir como as políticas governamentais influenciam no incentivo das tecnologias eólicas e solares.	Estudo de caso comparado	China e Índia	Energia Eólica e Solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa Político; ✓ Meta governamental; ✓ Leilões ✓ CER; ✓ FIT; ✓ Regulamentação; ✓ Fomento à P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O desenvolvimento e a implementação de tecnologias do setor de energia eólica e solar. 	Concluiu que ambos os países se utilizaram da FIT e estímulos ligados à geração distribuída. Por outro lado, a presença do Estado é mais forte na China, enquanto na Índia, a predominância da indústria é delineada por Parcerias Pública Privada (PPP).

Hoffmann et al (2019)	Analisar os critérios de licenciamento ambientais de países selecionados a fim de facilitar os projetos de energia solar no Brasil.	Análise do Licenciamento via Estudo Comparado	Brasil, Austrália, Alemanha, Índia, EUA, China e regiões da UE	Energia Solar	✓ Regulamentação.	✓ Os critérios de licenciamento ambiental.	Não há variações significativas nos quadros dos países. Embora Portugal e Espanha sejam mais simplificados, no Brasil ainda há ausência de dados que facilitem a compreensão de políticas públicas.
Raina e Sinha (2019)	Apresentar uma ampla investigação sobre as políticas de desenvolvimento de energia solar na Índia, além das possíveis barreiras ao seu desenvolvimento.	Estudo de Caso	Índia	Energia Solar	✓ Acordo Internacional; ✓ Regulamentação; ✓ Plano Nacional; ✓ CER/OCR; ✓ FIT; ✓ Créditos em ER; ✓ Instrumentos Financeiros.	✓ O desenvolvimento das políticas de energia solar na Índia.	Embora a energia solar na Índia tenha apresentado um certo nível de aceleração, algumas barreiras ainda são óbices ao desenvolvimento de políticas bem-sucedidas.
Raineri (2019)	Analizar os fatores que condicionaram no atual estágio inicial da energia solar no Brasil.	Análise via Diamante de Poder	Brasil	Energia Solar	✓ Legislação ✓ Tarifas; ✓ Net metering; ✓ Custos de investimentos; ✓ Mudanças climáticas; ✓ Incerteza governamental.	✓ O estágio inicial do setor de energia solar no Brasil.	Apontou que embora o Brasil possua uma razoável indústria de energia solar, ainda não detém da competitividade necessária para se firmar como uma liderança global.
Rigo et. al. (2019)	Discutir os principais entraves ao crescimento do setor de energia solar fotovoltaico no Brasil.	Análise Exploratória	Brasil	Energia Solar Fotovoltaica	✓ Regulamentação; ✓ Aspectos econômicos, sociais, ambientais, marketing, político e tecnológico.	✓ Os entraves ao setor fotovoltaico de geração distribuída no Brasil.	Reconheceu que a principal barreira consiste na ausência de políticas de apoio, produzindo uma relação de causa-efeito com outras barreiras detectadas no estudo.
Tu et al. (2019)	Estimar os níveis de rentabilidade dos projetos de energia solar e eólico em face do declínio das tarifas feed-in	Custo de Eletricidade Nivelado (LCOE)	China	Energia Solar e Eólica	✓ FIT; ✓ Custo de investimento; ✓ Preço do carbono;	✓ A rentabilidade dos projetos de energia eólica e solar.	A venda dos certificados de carbono pode compensar a lucratividade em razão dos declínios das tarifas feed-in. Por outro lado, 90% dos projetos de energia solar continuaram lucrativos.

Fonte: Elaboração própria com base em Feitosa (2010); Huo et al. (2011); Grau et al. (2011); Fu e Zhang (2011); Tour et al. (2011); Dunford et. al. (2012); Jang et al. (2013); Lema e Lema (2012); Altenburg e Engelmeie (2013); Zhang e He (2013); Cabral et. al. (2013); Puterman (2013); Wu (2013); Nair (2014); Qiang et al. (2014); Hochstetler e Kostka (2015); Kok (2015); Lacchini e Ruther (2015); Quitzow (2015); Soonee et al. (2015); Xavier (2015); Goel (2016); Gulati et al. (2016); Rohankar et al. (2016); Monteiro et. al. (2017); Santos (2017); Held (2017); Gouget (2017); Wang et. al. (2017); Bradshaw (2018); Cabral da Silva (2018); Cavalcanti (2018); Costa (2018); Dantas e Pompermayer (2018); Ferreira et. al. (2018); Liu et. al. (2018); Losekann e Hallack (2018); Maia (2018); Raimo (2018); Urban et. al. (2018); Carstens e Cunha (2019); Garlet et. al. (2019); Hayashi (2019); Hoffmann et al (2019); Raima e Sinha (2019); Raineri (2019); Rigo et. al. (2019) e Tu et al. (2019).

Quadro 12 – As três dimensões explicativas a partir da literatura selecionada.

DIMENSÃO DO PLANEJAMENTO (DP)	DIMENSÃO DOS INSTRUMENTOS DE APOIO POLÍTICO (DIAP)	DIMENSÃO DOS ATOS INTERNACIONAIS (DAIN)
Fu e Zhang (2011); Tour et al. (2011); Altenburg e Engelmeie (2013); Jang et al. (2013); Lema e Lema (2013); Cabral et. al. (2013); Zhang e He (2013); Nair (2014); Qiang et al. (2014); Spratt et. al. (2014); Hochstetler e Kostka (2015); Xavier (2015); Soonee et al. (2015); Akoijam e Krishna (2017); Held (2017); Gouget (2017); Santos (2017); Wang et. al. (2017); Bradshaw (2018); Cabral da Silva (2018); Cavalcanti (2018); Chandra et al. (2018); Costa (2018); Dantas e Pompermayer (2018); Losekann e Hallack (2018); Maia (2018); Raimo (2018); Carstens e Cunha (2019); Hayashi (2019); Hoffmann et al (2019); Raineri (2019); Rigo et. al. (2019); Raina e Sinha (2019).	Feitosa (2010); Hou et al (2011); Tour et al. (2011); Grau et. al. (2011) Jang et al. (2013); Altenburg e Engelmeie (2013); Zhang e He (2013); Cabral et. al. (2013); Wu (2013); Nair (2014); Qiang et al. (2014); Xavier (2015); Kok (2015); Lacchini e Ruther (2015); Gulati et al. (2016); Cabral da Silva (2018); Chandra et al. (2018); Costa (2018); Losekann e Hallack (2018); Maia (2018); Raimo (2018); Carstens e Cunha (2019); Hayashi (2019); Raima e Sinha (2019); Tu et al (2019);	Fu e Zhang (2011); Grau et al. (2011); Tour et al. (2011); Lema e Lema (2013); Cabral et. al. (2013); Nair (2014); Qiang et al. (2014); Qwitzow et. al. (2015); Monteiro et. al. (2017); Chandra et al. (2018); Cabral da Silva (2018); Chandra et al. (2018); Urban et. al. (2018); Raineri (2019); Raina e Sinha (2019).

Fonte: Elaboração própria com base no quadro teórico (2021).

Ressalta-se, notadamente, que as variáveis explicativas de interesse foram aquelas de natureza política, ou seja, variáveis explicativas políticas – “as políticas estatais”. Nessa linha,

cada uma das três dimensões foi estruturada com base nessas variáveis políticas. Na Dimensão do Planejamento (DP) considerou-se a existência dos planos políticos, programas, políticos, regulamentações e leis. No âmbito da Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP), evidenciou-se a necessidade de selecionar sete dos principais instrumentos, compreendendo aqueles que mais se apresentaram em regularidades, considerando o quadro político dos três países selecionados. Sublinha-se, sob esse prisma, que apesar dos trabalhos compartilharem alguma política sobre energia solar fotovoltaica, em pelo menos um dos três países, cada um deles partiu de abordagens, objetivos e métodos distintos. Assim, houve a necessidade selecionar os instrumentos de apoio políticos de modo que se possibilitasse estabelecer padrões comparativos, ao mesmo tempo em que foram mais apropriados para espelhar semelhanças e diferenças entre os distintos contextos. Na Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN), considerou-se os acordos de cooperação internacionais, memorandos de entendimento, declarações conjuntas e as políticas iniciativas globais que contemplaram o setor em estudo.

Figura 19 – Das dimensões explicativas.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Dentro desse contexto, mediante os aspectos mencionados, a seção descrita a seguir dedicar-se-á aos principais instrumentos de apoio políticos à energia solar fotovoltaica.

5.1 DOS INSTRUMENTOS DE APOIO POLÍTICO À ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A ampliação de instrumentos de apoio políticos às energias renováveis se tornou uma realidade em quase todos os países. Esses mecanismos floresceram e foram adaptados às realidades de cada um dos países adotantes. Nesse sentido, se intensificaram ações mais amplas endereçadas à promoção de energias renováveis como fontes de eletricidade (REN21, 2019a). Dos instrumentos de incentivos políticos estatais, evidenciam-se os subsídios, as FITs, os leilões, o *net metering*/autoconsumo, os Certificados de Energias Renováveis/Obrigação de Compras de Renováveis (CERs/OCRs), o financiamento público e o fomento à P&D.

5.1.1 Dos Subsídios (S)

Os subsídios, aplicados à política energética, tornaram-se um dos mecanismos essenciais no processo de implementação de diversas fontes de energias renováveis. Sua adoção deriva de um conjunto de fatores que orbitam entorno das preocupações em face das distorções, decorrente das falhas de mercado, bem como da necessidade de se estabelecer responsabilidades voltadas à sustentabilidade ambiental (MCKITRICK, 2017). Dessa forma, ao se apresentar como um instrumento de fácil implementação, do ponto de vista político, aponta-se que os subsídios são mecanismos fulcrais no incentivo da energia solar fotovoltaica. (TIMMONS et al., 2014).

Os subsídios podem ocorrer de diversas modalidades, como por exemplo, subsídios às práticas de investimentos, pagamentos calculados com deduções fiscais e nas aquisições de empréstimos a longo prazo (TIMILSINA, 2012). Tal instrumento, conforme pontuou Secchi (2013), compartilha as mesmas concepções dos incentivos fiscais, pois isentam ou premiam algumas atividades específicas, como por exemplo, a adoção de isenções de ICMS aplicados pelo Estado com o propósito de fomentar o desenvolvimento de um setor industrial específico.

No âmbito da energia solar, a aplicação de subsídios sobre os investimentos diminui a necessidade de um montante maior de capital para os empreendedores em estágio inicial, além disso, possibilita a aquisição, a preços mais baixos, de equipamentos destinados à geração solar (FRANÇA, 2016).

5.1.2 Das *Feed-in-Tariffs* (FITs)

De acordo com dados da REN21 (2019), em 2018, as FITs configuraram como o principal instrumento político de apoio à expansão da tecnologia de energias solar fotovoltaica. Nesse contexto, as FITs consistem em um mecanismo de política pública que, ao criar uma legislação, exige que as concessionárias comprem a eletricidade por um preço acima do praticado no mercado. Desse modo, os valores da energia gerada são estabelecidos pelo governo com o intuito de elevar os investimentos em energias renováveis (MAIA, 2018).

Nessa modalidade política, os contratos são implementados com base em uma perspectiva de longo prazo, normalmente, observando os custos de geração energética proveniente de cada tecnologia aplicada (MAIA, 2018; FRANÇA, 2016). Nessa linha de adoção, “é oferecido ao gerador um preço mais elevado pela energia incentivada, maior do que a tarifa praticada pela distribuidora, refletindo os maiores custos de produção desta fonte” (FRANÇA, 2016, p. 41). No entanto, cumpre considerar que, ainda como pontuou França (2016, p. 41), “esses contratos preveem a redução de preços ao longo do tempo, com o intuito de forçar ou incentivar desenvolvimentos que levem a redução do custo de geração da fonte”. Além disso, Abolhosseini e Heshmati (2014) indicam que a utilização das FIT, na órbita de atuação dos governos, pode servir como instrumentos de controle, o possibilitando orientar a condução do mercado, em observância às taxas que foram estabelecidas em contrato.

5.1.3 Da *net metering* (N)/Autoconsumo (AC)

Outro instrumento de apoio político, amplamente utilizado por diversos países, reside no sistema de *net metering*. O mecanismo da *net metering* consiste em um sistema de compensação por meio do qual se realiza um contrato em que vincula o consumidor, gerador de energia própria, à sua distribuidora. Nessa modalidade, o cliente se configura, ao mesmo tempo, como consumidor e produtor de eletricidade, ou seja, ele produz energia (não armazenada) e o excedente é injetado na rede. Assim, a compensação do *superávit* ocorre em forma de crédito energético (ROUX; SHANKER, 2018). Dessa forma, quando ocorre uma superação na geração de energia solar, por exemplo, são formados os créditos nas distribuidoras. O processo inverso se traduz quando o consumo dos clientes é mais elevado do que a geração de energia solar. Nesse último cenário, no momento do faturamento das contas de energia, realiza-se um balanço, levando em consideração os marcadores de compensação dos débitos pelos créditos (ESPOSITO; FUCHS, 2013). Vale salientar que o sistema da *net metering* pode ser incluso no desenho de distintos modelos de implementação de políticas de

compensação. Nas políticas de autoconsumo considera-se que a energia produzida deve ser consumida localmente, em tempo real, não necessitando ser injetada na rede. Já parte da conta que deve ser alocada para a compensação dependerá do desenho de cada região/país adotante dessa modalidade política (IEA.PVPS, 2016). Com isso, para fins analíticos, considerar-se-á as configurações de autoprodução, autoconsumo e compensação, em tempo real ou em um prazo definido.

5.1.4 Dos Certificados de Energias Renováveis (CERs)/Obrigação de Compra de Renováveis (OCRs)

A implementação de CERs é outra estratégia no desenho das políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica. Observa-se que significativa parte dos países que aplicam OCRs se inserem nos esquemas de CERs comercializáveis (IRENA et. al., 2018). Os CERs consistem em uma OCRs, ou seja, em termos gerais, trata-se de certificados de compra de energias renováveis (LAMARCA JUNIOR, 2012). Entende-se, nesse esquema político, que os CERs podem ser inseridos no contexto das políticas de OCRs (ROHANKAR et. al., 2016).

A concessão de CERs é dada a um produtor gerador de um quantitativo em *megawatts hora* provenientes de uma fonte de energias renováveis. Esse mecanismo auxilia os produtores, atores do mercado, geradores ou fornecedores no processo de comercialização, compra e venda, de CERs a fim de cumprirem uma certa quantidade de OCR por meio de uma quota pré-estabelecida (IRENA et. al., 2018). Dessa maneira, cada quantidade adquirida gera um “certificado verde”, passível de ser comercializado (PALAGE et al., 2019). Nesse sistema, as quotas expressam as quantidades de energia advindas de fontes de energias renováveis (AQUILA et al., 2017) e suas aferições e verificações são, geralmente, certificadas por uma autoridade governamental ou agência oficial gerenciada sob o controle estatal (RINGEL, 2006).

5.1.5 Dos Leilões Públicos (L)

Para além dos instrumentos políticos mencionados, os sistemas de leilões se desenvolvem através de um marco regulador que delimita a demanda de mercado existente (FRANÇA, 2016). O modelo dos leilões estimula a diminuição dos custos aplicáveis as novas tecnologias de energias renováveis, incentivando um processo competitivo quanto ao preço praticado, de modo a acompanhar a demanda de mercado por essas fontes (PEREIRA, 2017).

Os preços alcançados nos certames, por sua vez, devem ser pagos pelas distribuidoras de eletricidade, em função da qualidade energética gerada (FRANÇA, 2016).

Nos processos de leilões, as quantidades de energias ofertadas são ordenadas, crescentemente, levando em consideração os custos até alcançar a quantidade necessária da demanda. Para as geradoras, via contrato assinado, assegura-se o pagamento de cada quantidade de energia gerada e comercializada nos leilões. No entanto, cumpre ressaltar que, ao contrário do que acontece no caso das FITs, não há uma rentabilidade adicional para as geradoras (FRANÇA, 2016).

5.1.6 Dos Financiamentos Públicos (FP)

Os financiamentos públicos são um dos principais gatilhos que estimulam o desenvolvimento da energia solar. Em diversos países emergentes, alicerçados no propósito de acentuar o crescimento de suas agriculturas rurais, passaram a estimular a implementação de energia solar via o estabelecimento de financiamentos governamentais (TIMILSINA, 2012). Os financiamentos públicos, geralmente, são estabelecidos em um modelo de pacotes flexíveis, podendo se caracterizar por linhas de créditos, financiamento de projetos, amortizações de empréstimos e suavização de risco (IRENA, 2012). Há a possibilidade de se expressarem na forma de auxílio a terceiros, onde o aporte governamental contribui assumindo parcela dos riscos ou incentiva a operação por meio de juros menores (ALVES, 2017).

Inclui-se também, nesse quadro político, o fato de que diversos programas de apoio à energia solar foram iniciados com o auxílio de apoiadores internacionais e multilaterais (TIMILSINA, 2012). Esses atores facilitaram o financiamento público em projetos de desenvolvimento, em diversas fontes de energias renováveis, dentre elas, a energia solar fotovoltaica. Sublinha-se, nesse sentido, que os investimentos realizados nas tecnologias de energia solar fotovoltaicas, conforme apontaram Sundaram et. al. (2016), foram considerados de baixo risco, em função de sua previsibilidade, em termos de produção, bem como considerando os níveis de aprimoramento tecnológico.

5.1.7 Fomento à P&D (P&D)

O fomento à P&D representa uma das estratégias de incentivo à energia solar fotovoltaica (QIANG et. al., 2014). Tais políticas incidem desde o aperfeiçoamento de recursos

humanos aos processos de adaptação das tecnologias em suas respectivas localidades (HAANA, 2018). Nesse aspecto, Nelson e Winter (2005, p. 525) pontuaram que “os sistemas educacionais públicos e os programas de apoio educacional influenciam o fluxo de pessoal treinado na atividade de pesquisa e desenvolvimento”. Evidencia-se, nesse sentido, conforme Plosila (2004), uma nítida relação entre as políticas de investimentos em instituições de ensino público e o alcance do desenvolvimento econômico.

Tendo em vista que os resultados das práticas P&D são incertos, acumulativos e merecem constantes aprimoramentos, o processo de aprendizagem é elemento fundamental. De tal forma que, para a consecução de uma missão, as políticas de fomento à P&D depende, não apenas um único projeto, mas de um portfólio de P&D que considere as possíveis falhas, contínuas aprendizagens e suas revisões (MAZZUCATO, 2018c). Para tanto, ao fomentar à P&D, o Estado empreendedor deve monitorar as inovações emergentes, desenvolver plataformas de testes e procurar conhecer as tendências tecnológicas globais (HAANA, 2018).

No campo energético, Spratt et al (2014) sinalizaram que quando os países, cada vez mais, se especializam em P&D aplicados *off grid*, mais elevada são as condições de atingirem seus objetivos de assegurarem o acesso à energia e promoção da sustentabilidade. Dessa maneira, conforme advogam Grau et. al. (2011), a inserção do fomento à P&D nas plataformas das políticas públicas, voltados aos materiais fotovoltaicos, proporciona um alicerce de sustentação para uma estratégia política mais ampla, o que possibilita, em decorrência, o surgimento de inovações no setor de energia solar fotovoltaica.

6 DA PAISAGEM METODOLÓGICA

A presente seção será dedicada aos aspectos metodológicos adotados no estudo. Para compreender os procedimentos que delinearam e permitiram a realização do estudo, cumpre considerar que, inicialmente, os aportes metodológicos foram ao longo da pesquisa ajustados e adaptados em face das necessidades de resolução do problema. Sublinha-se, nesse sentido, que a metodologia passou por distintas modificações e aperfeiçoamentos. Tendo em vista que diante das complexidades e singularidades dos casos a serem debruçados, a complementação entre métodos fora uma constante necessária, assim, cristalizou-se o entendimento de seria necessário ancorar-se em uma perspectiva plurimetodológica. Desse modo, enveredou-se, após uma ampla pesquisa em estudos metodológicos, para o estabelecimento das estratégias metodológicas, das fontes e coletas de dados e dos procedimentos para a realização da análise comparativa, complementados por meio da formulação do IIE.

6.1 DAS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

Inicialmente, empreendeu-se em um processo de revisão da literatura especializada. O procedimento adotado consistiu na pesquisa de textos acadêmicos nos principais portais que contemplam a temática da política de energia solar. O quadro 8, exposto a seguir, sinaliza os termos e plataformas utilizadas para a seleção dos textos acadêmicos.

Quadro 8 – Termos e plataformas de busca utilizados na pesquisa.

	“Brasil”	“Brazil”	“China”	“India”
“Energia solar”	X		X	X
“Solar fotovoltaica”	X		X	X
“Solar Energy”		X	X	X
“Solar Photovoltaic”		X	X	X
“Política de energia solar”	X		X	X
“Política solar fotovoltaica”	X		X	X
“Solar Energy Policy”		X	X	X
“Solar photovoltaic Policy”		X	X	X
Plataformas de Pesquisa	ScienceDirect			
	Sage Journals			
	Google Acadêmico/Scholar Google			
	Portal de Periódicos CAPES			
	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações			
	Web of Science			

Fonte: Elaboração pelo autor (2021).

Conforme observado, as buscas foram realizadas nas plataformas da “ScienceDirect”; “SAGE Journals”; “Google Acadêmico/Scholar Google”; “Portal de Periódicos CAPES”; “Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações” e “Web of Science”. Ademais, salienta-se que, diante dos trabalhos selecionados, demais referências foram rastreadas por meio da técnica da *snowball*. De acordo com Noy, no âmbito das ciências sociais, a técnica da *snowball* consiste em um procedimento de seleção de amostragem amplamente utilizado em pesquisas qualitativas (NOY, 2008). Pontua-se, nesse sentido, que não foi intenção realizar uma revisão sistemática da literatura, mas se debruçar pelos principais trabalhos da área que, de alguma forma, contribuíram para a discussão e construção do quadro das políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica com foco, em especial, nos três países em estudo.

Diante da leitura e análise dos trabalhos selecionados, empreendeu-se para organização dos principais objetivos, casos identificados, método adotado, variáveis trabalhadas, além de seus principais resultados. Ressalta-se que nem todos os trabalhos apresentaram esses elementos de forma explícita e direta, exigindo, da parte desse pesquisador, um exercício de hermenêutica para o diagnóstico dos elementos supramencionados.

Em seguida, como meio de melhor equacionar as distintas variáveis explicativas identificadas a partir do diagnóstico da literatura foi necessário organizá-las em categorias, o que resultou nas seguintes dimensões explicativas (*building blocks*): 1-) Dimensão do Planejamento (DP) (planos políticos, regulamentações, leis e programas políticos); 2-) Dimensão dos Instrumentos de Apoio Políticos (DIAP) (Subsídios; FITs, *Net Metering*; Leilões; OCR/CERs; Financiamento Público e Fomento à P&D) e 3-) Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN) (acordos bilaterais, trilaterais, declaração conjunta, memorandos de entendimento e iniciativas internacionais).

Quanto aos estudos aplicados a cada um dos casos selecionados, a pesquisa adotou a tipologia de estudo de caso heurístico, pois na medida em que se aprofundou a investigação foi possível detectar o surgimento de dimensões explicativas, sejam elas delineadas pelo olhar sobre variáveis, surgimento de hipóteses ou, bem como, por meio dos mecanismos e processos causais (GEORGE; BENNETT, 2005; DANTAS, 2019). Dessa forma, situou-se no subtipo de estudo de caso *building block*, pois as análises foram enquadradas em um modelo observacional edificado a partir de padrões identificáveis compartilhado pelos casos envolvidos na análise (GEORGE; BENNETT, 2005; DANTAS, 2019).

Salienta-se que a unidade de análise residiu nas políticas estatais adotadas que contemplaram, de alguma forma, a energia solar fotovoltaica. Para tanto, realizou-se uma ampla busca nos principais portais dos governos brasileiro, chinês e indiano, além de instituições

internacionais. Selecionou-se, documentos oficiais e relatórios, de instituições públicas (inter)governamentais nacionais e internacionais, de modo que validasse a existência e as principais características das políticas estatais adotadas por cada um dos países adotantes, no tocante à energia solar fotovoltaica. Ressalta-se, nessa esteira, a importância do valor atribuído aos documentos no processo de compreensão da pesquisa quando se utiliza, principalmente, de uma investigação ancorada em estudos de casos. Para sua operacionalização, a análise documental partiu da técnica *skimming*, seguido da leitura integral e interpretação dos dados relevantes contidos nos documentos analisados (BOWEN, 2009).

Diante da necessidade de se aplicar um método compatível com as necessidades da análise comparada, recorreu-se à literatura especializada sobre métodos comparativos (LANDMAN, 2008; RAGIN, 2014; PETERS; FONTAINE, 2020). Observou-se que os estudos comparativos apresentam sua relevância, seja pelo seu potencial explicativo da realidade, seja pelo contributo no diagnóstico de desenhos de políticas públicas (PIOVANI; KRAWCZYK, 2017). Dessa forma, em função das complexidades contextuais, em que as políticas públicas se desenvolvem, visualizou-se a emergência de “combinações causais múltiplas”, situação em que apenas pode ser operacionalizada quando se adota uma estratégia *small n* ancorada na perspectiva da análise histórica (PERISSINOTTO, 2013, p. 156). Ressalta-se que, conforme salientou Peters (2020), os estudos baseados em *small-n* proporcionam a identificação de situações de um fenômeno e, a partir das informações geradas, contribui para a elaboração de políticas públicas.

Dessa forma, para a realização da análise comparativa, inicialmente, foram observados os métodos comparativos direcionados aos estudos *small-n* e que são, amplamente, apontados pela literatura, como por exemplo o *Most Similar Systems Design* (MSSD) e o *Most Different Systems Design* (MDSD) (PETERS; FONTAINE, 2020; ANCKAR, 2020). No entanto, após essa análise, solidificou-se o entendimento de que seriam inviáveis, haja vista que os pré-requisitos para a utilização de ambos os métodos não se enquadriaram diante das complexidades contextuais contidas nos casos selecionados. No caso do MSSD, exige-se que todos os casos se diferenciem em apenas uma variável independente ($\neq x$) – admitida como o fator explicativo, contando que todas as demais variáveis explicativas apresentem características ('a', 'b' e 'c') similares. No entanto, aquelas que se diferencia naquele fator explicativo ($\neq x$) apresentará um resultado distinto ($\neq y$) dos demais resultados (y) presentes na análise. Por outro lado, o MDSD pré-estabelece a condição de que suas características ('a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i') sejam pautadas por aspectos de diferenciação, contando com o atributo da semelhança no fator explicativo (x), que será a condição, com base nessa configuração, para um resultado (y)

similar em ambos os casos envolvidos na análise (LANDMAN, 2008, p. 70). De maneira ilustrativa, a tabela 2, exposta a seguir, melhor esclarece o desenho do MSSD e do MDSD. Ademais, também se cogitou a aplicação técnica da *Qualitative Comparative Analysis* (QCA). No entanto, verificou-se que a QCA é recomendada para estudos com *n*-intermediário, ou seja, números de casos que variam nos intervalos entre 5 e 50 casos ou adotando o limite de até 100 casos selecionados para a análise (SEHRING et. al., 2013). Revelou-se, portanto, com base nessas disposições, também não apropriada para o presente estudo.

Tabela 2 – O Most Similar Systems Design (MSSD) e o Most Different Systems Design (MDSD).

	MSSD*			MDSD**		
	Caso 1	Caso 2	Caso N	Caso 1	Caso 2	Caso N
Características	a	A	a	a	d	g
	b	B	b	b	e	h
	c	C	c	c	f	i
Fator explicativo chave	x	X	≠x	X	x	x
Resultado a ser explicado	y	Y	≠ y	Y	y	y

Fonte: Landman (2008, p. 71, adaptado de Skocpol e Somers, 1980:184) com readaptação do autor (2021). Tradução livre (2021).

*De acordo com o método da diferença de Mill (1843).

**De acordo com o método da concordância de Mill (1843).

Diante desse contexto, ao analisar o conjunto de métodos comparativos organizado por Peters e Fontaine (2020), em “*Handbook of Research Methods and Applications in Comparative Policy Analysis*”, e compreendendo que cada um dos países desenvolveu processos distintos na promoção de políticas mais abrangentes voltadas para energias renováveis, bem como, de modo específico, à energia solar fotovoltaica, verificou-se a necessidade de partir de uma perspectiva que contempla técnicas da Análise Histórica Comparada (AHC), por meio da qual foi possível compreender a trajetória dos caminhos empreendidos por Brasil, China e Índia.

Dessa forma, no âmbito das pesquisas *small-n*, a AHC fornece um instrumental que, combinado com outras estratégias, dentro de uma lógica plurimetodológica, contribui, não apenas para evidenciar que a história é fundamental e inerente aos fenômenos sociais, como possibilita valiosas explicações sobre o fenômeno em estudo (SILVA, 2018). A comparação

sob uma perspectiva histórica está intrinsecamente fundamentada na investigação de padrões (semelhanças) e de particularidades (diferenças) como meio apropriado para a elaboração de classificações adequadas ao estudo (PERISSINOTTO, 2013). Nesses termos, a análise comparativa empreendeu-se com base nesses padrões e particularidades identificáveis a partir das delinearções de três dimensões explicativas – a Dimensão do Planejamento (DP); Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP) e a Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN).

6.2 DAS FONTES E COLETAS DOS DADOS

As fontes e as coletas de dados foram realizadas por meio de diversos esforços ao longo da investigação empreendida. No que se refere às fontes de pesquisa, realizou-se um mapeamento das principais fontes documentais e bibliográficas que circunscreveram o objeto de estudo. Utilizou-se, portanto, de dois tipos de fontes: primárias e secundárias. Na qualidade de fontes primárias foram considerados os documentos oficiais, elaborados pelo Estado brasileiro, chinês e indiano, além de agências especializadas e instituições internacionais. O quadro 09 reúne as plataformas nacionais e internacionais em que se obteve dados pertinentes para a realização desse estudo.

Ainda no rol das fontes primárias, realizaram-se entrevistas com especialistas, conhecedores dos cenários de Brasil, China e Índia na área de energias renováveis e energia solar fotovoltaica. Dessa forma, o presente estudo contou com o complemento de seis entrevistas, sendo duas realizadas por meio de forma semiestruturada e captadas por meio de gravador de áudio com a autorização dos entrevistados²² e quatro realizadas por questionário estruturado e obtidas através de correio eletrônico²³. Salienta-se que os demais convites para a realização de entrevistas foram diligenciados, porém não se obteve retorno.

Em outra via, a ampla revisão da literatura especializada selecionada compôs o rol das fontes secundárias, além disso, foram visitados alguns portais da imprensa a fim de complementações de informações que não estavam, necessariamente, evidenciadas nos quadros dos documentos oficiais estatais.

²² Dr. Euler Cássio Tavares de Macêdo (Núcleo de Energias Alternativas e Renováveis – NEAC-UFPB) e Flávio Guimarães Lins (Operador Nacional do Sistema Elétrico-ONS. Nordeste-NE).

²³ Dr Aravind Yelery (Peking University. China); PhD Cheng Jing (University of Hubei. Wuhan - China); Dr. Narendra N. Daley (University of Petroleum and Energy Studies. UPES University. Dehradun. India) e Dra. Suprava Chakraborty (Vellore Institute Technology VIT. India).

Quadro 9 - Plataformas nacionais e internacionais utilizadas para coleta de dados.

NACIONAIS	
BRASIL	Ministério de Minas e Energia - MME Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR Ministério das Relações Exteriores - MRE Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE Banco Nacional de Desenvolvimento – BNDES Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI
CHINA	Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. National Development and Reform Commission - NDRC. National Energy Commission - NEC. National Energy Administration - NEA. Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. State Power Investment Corporation - SPIC. China Photovoltaic Industry Association – CPIA.
ÍNDIA	Ministry of New and Renewable Energy – MNRE Agência Indiana de Desenvolvimento de Energias Renováveis-IREDA The National Institution for Transforming - NITI Aayog National Institute of Solar Energy – NISE.
INTERNACIONAIS	
INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS	Agência Internacional de Energia – IEA; Agência Internacional de Energias Renováveis – IRENA; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century - REN21; Asia Pacific Energy Portal – APEP; CLIMATESCOPE; International Solar Alliance – ISA; Organization for Economic Co-operation and Development – OECD; United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC; World Bank Group.

Fonte: Elaborado com base na pesquisa realizada pelo autor (2021).

6.3 DO ÍNDICE DE INCENTIVO ESTATAL (IIE)

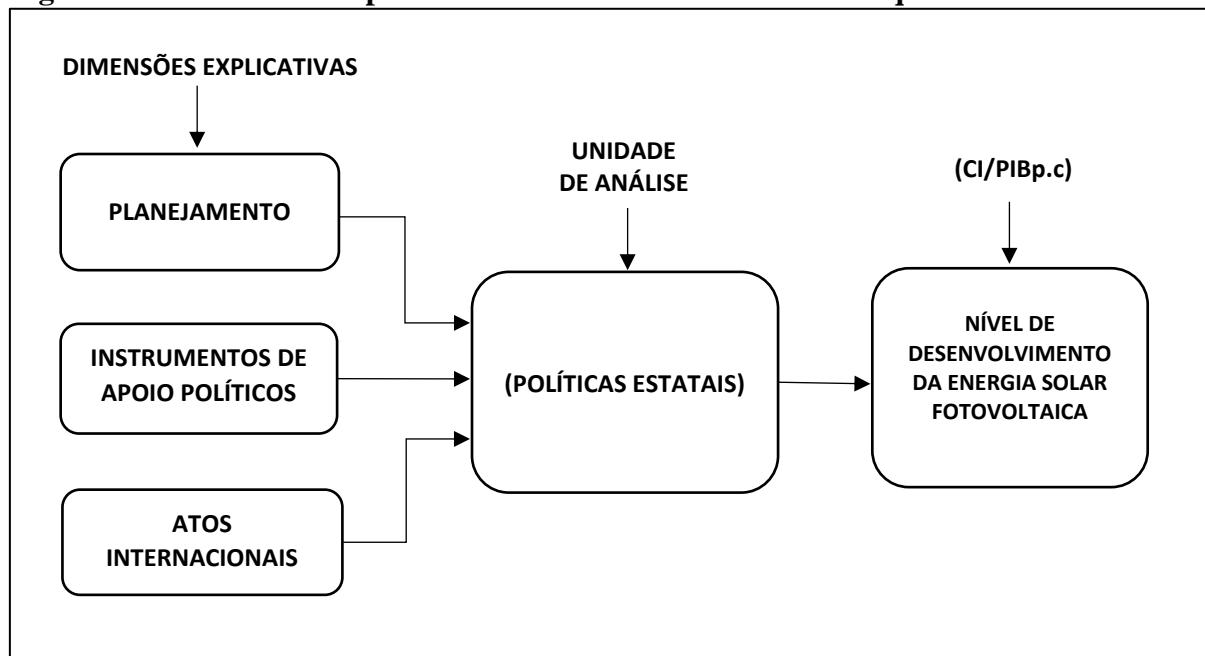
Diante das complexidades e particularidades dos fenômenos políticos envolvidos, dedicou-se a estabelecer uma análise comparativa de modo que melhor compatibilizasse a necessidade de resolução do problema de pesquisa em face da disponibilidade dos dados. Dessa forma, considerou-se a possibilidade de estabelecer um Índice de Incentivo Estatal (IIE) e, consequentemente, evidenciar os resultados obtidos em uma escala comparação.

O estabelecimento de um índice está previsto nos estudos de casos comparativos, principalmente quando se quer avaliar o comportamento de mecanismos dentro dos casos para depois compará-los. Nesses termos, ressalta-se que o índice pode ser ajustado de acordo com as necessidades das políticas públicas em análise, possibilitando incluir instrumentos políticos

e variáveis binárias. Essa ferramenta contribui no preenchimento de lacunas em métodos comparativos e pode fornecer uma melhor compreensão dos estudos sobre as dimensões das políticas analisadas (JARAMILLO, 2020).

Diante dessas considerações, o IIE foi elaborado com base nas três dimensões explicativas previamente estabelecidas: a Dimensão do Planejamento (DP), a Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP) e a Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN), conforme explicita a figura 19. Os critérios de avaliação se deram, sobretudo, em função dos padrões e regularidades observáveis a partir das políticas selecionadas e das análises empreendidas no estudo.

Figura 20 – Dimensões Explicativas e Unidade de Análise da Pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Diante desse quadro, os critérios de avaliação estão fundamentados em aspectos teóricos oriundos da teoria da inovação orientada para missão e em função das dimensões explicativas concebidas com base na literatura sobre energia solar fotovoltaica a partir dos casos Brasil, China e Índia. Na DP, por exemplo, avaliou-se a existência ou não de um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico, se houve ou não um planejamento específico, com metas específicas para o setor de energia solar fotovoltaico e/ou se houve ou não algum programa político para energias renováveis que contemplou o setor solar fotovoltaico.

Na DIAP, analisa-se os sete principais instrumentos sinalizados pelo quadro teórico, verificando se estes mecanismos políticos moldaram ou não o setor solar fotovoltaico, foram eles: os subsídios (S), as *Feed-in-tariff* (Fit), os Leilões (L), os Certificados de Energias Renováveis (CERs) / Obrigação de Compras de Renováveis (OCRs), o *Net metering* (N)/Autoconsumo (AC), o Financiamento Público (FP) e o fomento à P&D (P&D). Dessa forma, para obtenção do resultado na DIAP, considerou-se a seguinte fórmula:

$$\text{DIAP} = \frac{\Sigma (\text{S} + \text{Fit} + \text{L} + \text{N/AC} + \text{CERs/OCRs} + \text{FP} + \text{P&D})}{7}$$

Na DAIN qualificou-se o nível de inserção internacional. Para tanto, considerou-se o exercício ou não da liderança estatal, o estabelecimento de estratégias e acordos internacionais, a adesão a alguma ação multilateral, que contemplaram de alguma forma o setor solar fotovoltaico, se houve ou não atos bi/trilaterais que contemplaram a energia solar e/ou atos internacionais para fontes renováveis não especificadas. Diante dessas configurações, para cada uma das dimensões em estudo foi atribuída uma escala de valores [0,0-1,0]. O somatório dos resultados de cada uma das três dimensões, ponderado pelo número de dimensões, resultará no valor atribuído ao Índice de Incentivo Estatal (IIE), como estão sintetizadas a partir da fórmula exposta a seguir.

$$\text{IIE} = \frac{\Sigma \{ \text{DP} + \Sigma (\text{S} + \text{Fit} + \text{L} + \text{N/AC} + \text{CERs/OCRs} + \text{FP} + \text{P&D}) / 7 + \text{DAIN} \}}{3}$$

Em síntese, tem-se:

$$\text{IIE} = \frac{\Sigma \{ \text{DP} + \text{DIAP} + \text{DAIN} \}}{3}$$

Para cada um dos países, em função dos resultados, situou sua posição em uma escala de comparação, de modo a ilustrar, qual parâmetro demarca o nível de incentivo das políticas estatais em cada uma das dimensões analisadas. Para tanto, a escala de comparação adotou os seguintes parâmetros: [0.00 – 0.20] Muito Fraco; [0.21 – 0.40] Fraco; [0.41 – 0.60] Moderado; [0.61 – 0.80] Forte e [0.81 – 1.00] Muito Forte;

Dessa forma, o quadro 10 a seguir ilustra o IIE.

Quadro 10 – Índice de Incentivo Estatal (IIE).

DIMENSÕES	DESCRÍÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE VALORES		ESCALA	
ÍNDICE DE INCENTIVO ESTATAL (IIE)	Dimensão do Planejamento (DP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Houve um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico? (+ 0,40) ▪ Houve um planejamento estatal específico para energia solar, com metas específicas para o setor solar fotovoltaico? (+0,35) ▪ Houve algum programa político para energias renováveis que contemplou o setor solar fotovoltaico? (+0,25) ▪ Planejamento estatal inexistente? (0,00) 		
	Dimensão dos Instrumentos de apoio político (DIAP)	Subsídios (S)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Políticas com subsídios incentivaram o setor de energia solar fotovoltaica? (1,00). ▪ Não houve políticas subsidiadas? (0,00). 	Índice de Incentivo do Estatal (IIE) $\Sigma (S + Fit + L + N/AC + CERs/OCRs + FP + P&D) / 7$
		FITs (Fit)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementou-se FITs direcionadas ao setor de energia solar fotovoltaica? (1,00). ▪ Política baseada em FITs inexistente? (0,00). 	
		Leilões (L)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Foram realizados leilões específicos ao setor de energia solar fotovoltaica? (1,00). ▪ Não foram realizados leilões específicos para o setor solar fotovoltaica? (0,00). 	
		Net metering (N)/autoconsumo (AC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política baseada em N/AC incentivou o setor de energia solar fotovoltaica? (1,00). ▪ Política baseada em N/AC inexistente? (0,00). 	
		Certificados/Obrigações de ER (CERs/OCRs)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política baseada em CERs/OCRs incentivou o setor energia solar fotovoltaico? (1,00). ▪ Política baseada em CERs/OCRs inexistente? (0,00). 	
		Financiamento Público (FP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Houve linhas de FP que contemplaram o setor solar fotovoltaico? (1,00). ▪ Não houve linhas de FP que contemplaram o setor fotovoltaico? (0,00). 	
		Fomento à P&D (P&D)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Houve política de fomento à P&D que contemplou o setor fotovoltaico? (1,00) ▪ Política de fomento à P&D inexistente? (0,00) 	
	Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liderou alguma iniciativa internacional que incentivou o setor de energia solar fotovoltaico? (+0,40) ▪ Realizou atos internacionais (bi)trilaterais que contemplou a fonte de energia solar? (+0,30) ▪ Participou de alguma ação internacional multilateral para fontes renováveis, incluindo a fonte de energia solar? (+0,20) ▪ Realizou atos internacionais orientados às fontes renováveis não especificadas? (+0,10) ▪ Atos internacionais inexistentes? (0,00) 		

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Diante dessa arquitetura metodológica, para se estabelecer a análise comparativa, em função das dimensões explicativas, faz-se necessário compreender, sob uma perspectiva histórica, como se desenvolveu o setor de energia solar fotovoltaica em cada um dos países em estudo. Dessa maneira, o próximo capítulo contemplará a paisagem solar fotovoltaica em Brasil, China e Índia. Para o estudo de caso, considerar-se-á: a paisagem solar fotovoltaica, os principais atores e a trajetória das políticas estatais dedicadas ao setor solar fotovoltaico.

7 A AURORA SOLAR NO MUNDO EMERGENTE: BRASIL, CHINA E ÍNDIA EM PAISAGENS FOTOVOLTAICAS

No longo prazo, a energia solar se tornará a principal solução energética viável, ecológica e facilmente acessível para esses países. (...) Cientificamente também, não há substituto para o potencial da energia solar. A enorme quantidade de energia que o sol pode fornecer em competição com qualquer outro recurso renovável é simplesmente incomparável. A luz solar tem de longe o maior potencial teórico das fontes de energias renováveis da terra (SHARMA, 2019, p. 78)²⁴.

O reconhecimento do potencial da energia solar, exposto por Sharma (2019), sinaliza a ampla possibilidade de adoção dessa fonte energética na matriz elétrica de diversos países. Sob esse aspecto, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio se localizam os países que, geograficamente, os permitem serem considerados como os maiores receptores de raios solares. América do Sul, Ásia, Pacífico e África são regiões favorecidas quando se trata do nível de incidência de recursos solares. Nessas regiões, há países que, qualificados como emergentes, se demonstraram como economias de expressivo desenvolvimento e elevados níveis populacionais, mas merecem pontos de atenção em relação às suas respectivas reservas energéticas (SHARMA, 2019).

Diante desse cenário, a observável ascensão de países emergentes, como Brasil, China e Índia, balizou a proeminência de novos debates políticos nas relações internacionais (PASSOS; FUCCILLE, 2016). Nesse ambiente, ressalta-se que afloraram as políticas estatais dedicadas ao apoio à energia solar no mundo emergente. De tal forma que, ao externalizar a necessidade de diversificação das fontes energéticas, Brasil, China e Índia configuraram estudos de casos úteis para uma investigação a partir da análise de suas políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica.

²⁴ No texto original: “In the long run, solar energy will become the main viable, ecological, affordable and easily accessible energy solution for these countries. (...) Scientifically also, there is no substitute for solar energy potential. The massive amount of energy that the sun can deliver in competition with any other renewable resource is simply unmatched. Sunlight has by far the highest theoretical potential of the earth’s renewable energy sources” (SHARMA, 2019, p. 78).

Diante dessas configurações, o capítulo em tela evidencia o desenho das políticas direcionadas à energia solar fotovoltaica, ao mesmo tempo em que contempla a trajetória desse processo de desenvolvimento, especificamente, com foco nos casos de Brasil, China e Índia. Dessa forma, as próximas seções serão dedicadas a cada um desses países. Cintila-se, inicialmente, o potencial fotovoltaico e os principais atores ligados ao setor e, em seguida, o desenho da trajetória de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica, considerando as peculiaridades de cada um dos casos supramencionados.

7.1 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

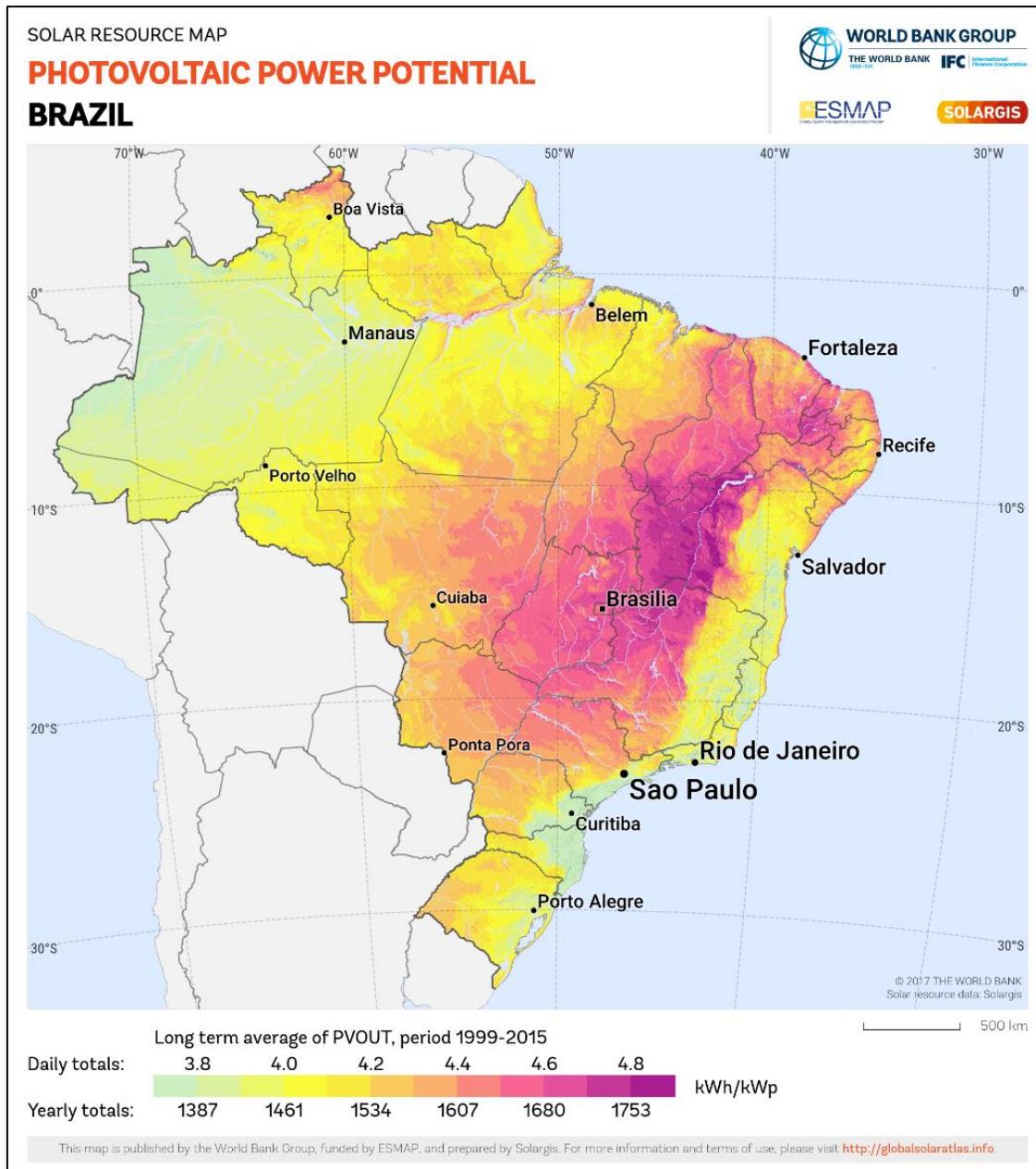
Esta seção dedicar-se-á à compreensão do processo de desenvolvimento da paisagem solar fotovoltaica no Brasil. Desse modo, para a sua consecução, parte-se do estabelecimento da configuração do potencial fotovoltaico brasileiro, evidenciando a capacidade brasileira para a produção de energia solar fotovoltaica. Em seguida, engendar-se-á para a identificação, de forma não exaustiva, dos principais atores – governamentais e não governamentais – que performaram o cenário do setor no Brasil. E, finalmente, tecer-se-á, um desenho do processo de desenvolvimento da trajetória de desenvolvimento da paisagem solar fotovoltaica brasileira. O intuito dessa configuração consistirá, sobretudo, em apresentar um panorama da trajetória das políticas de energia solar fotovoltaica desenvolvidas no Brasil.

7.1.1 Do potencial fotovoltaico do Brasil

A paisagem solar fotovoltaica brasileira é beneficiada, naturalmente, pela disponibilidade dos recursos solares, gerando seu potencial fotovoltaico. Localizado quase que em sua totalidade entre os trópicos e concebido como um país tropical, o Brasil recebe uma incidência direta dos raios solares, condição essencial para a recepção de elevados níveis de raios solares. Essa posição proporciona ao país uma vantagem perante os demais países quanto ao proveito da energia solar enquanto fonte energética (EPE, 2018a). Em termos comparativos, por exemplo, verifica-se que, no local com menos irradiação solar no Brasil, há a possibilidade de um quantitativo maior, em termos de geração de eletricidade, do que o local mais ensolarado da Alemanha (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2017, p. 57).

Diante desse quadro, o mapa a seguir, ilustra o poder potencial fotovoltaico brasileiro.

Mapa 3 – Poder Potencial Fotovoltaico. Recurso Solar, Brasil.



Fonte: GLOBAL SOLAR ATLAS, 2016, s.n.

Constata-se, nesse cenário, a ampla disponibilidade do recurso solar no Brasil. Dessa forma, consequentemente, as características naturais do potencial brasileiro para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica, permitem a produção, com maior intensidade, dessa fonte na matriz elétrica brasileira (FARIA Jr. et al., 2016). Dantas e Pompermayer (2018), ao considerar as distintas regiões brasileiras, ressaltam que o Nordeste apresenta as melhores condições para o desenvolvimento de sistemas de energia solar fotovoltaicos. Na visão dos autores, as famílias residentes nessa região, principalmente aquelas localizadas no semiárido,

poderiam se beneficiar, naturalmente, da energia solar, além da possibilidade de ser um importante ativo na geração de riqueza dessa população. Por outro lado, nota-se que os sistemas solares fotovoltaicos foram desenvolvidos em distintas regiões do país.

Desse cenário, vale observar os principais atores que compõem a paisagem solar fotovoltaica brasileira.

7.1.2 Dos atores no setor fotovoltaico brasileiro

Os diversos atores que atuam no campo da energia solar fotovoltaicos são entes vitais ao desenvolvimento do setor. Nesse sentido, alguns setores e atores ligados ao setor foram identificados por Ramos et. al. (2018), Carstens e Cunha (2019) e Maia et. al. (2019), conforme observar-se-á no quadro 13 na página a seguir. No âmbito dos atores governamentais, evidencia-se a participação do Ministério de Minas e Energia (MME), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (RAMOS et. al., 2018).

Quando se trata do setor industrial, ressaltam-se as atuações da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), da Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS), da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD), da Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica (Abinee) e da Associação Brasileira de Energias Alternativas e Meio Ambiente (Abeama) (RAMOS et. al., 2018).

Já na instância dos atores financeiros, destacam-se os trabalhos desenvolvidos pelos Bancos Nacionais – como o BNDES e o Banco do Brasil (BB); bem como pelos bancos internacionais: Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), New Development Bank (NDB), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BAD) e de algumas seguradoras e financiadoras de créditos. Além disso, há os fundos regionais, como por exemplo: o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste FINEP-BNB; PE Solar, do FNE Verde/FNE Sol e do FNO/Amazônia Sustentável (RAMOS et. al., 2018).

No âmbito do setor tecnológico-educacional, percebe-se que as universidades, os centros de pesquisas e seus laboratórios especializados são atores e arenas fundamentais ao desenvolvimento de investigações e aprimoramentos de estudos sobre energia solar fotovoltaica no Brasil (CARSTENS; CUNHA, 2019). Destacam-se, a título de exemplos, o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Energia e Ambiente da USP (LSF – IEE/USP), o Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da UFSC (FV – UFSC), o Laboratório de Pesquisas Fotovoltaicas da UNICAMP e o Laboratório de Energia Solar da UFPA (RAMOS et. al., 2018).

No que tange os atores do setor das empresas privadas pode-se citar a Blue Sol, MinaSol, PureEnergy (RAMOS et. al., 2018). Adicionalmente, nessa esfera, vale destacar que, considerável parte dessas organizações, compreendem suas participações em ações em usinas solares fotovoltaicas, além de serem multinacionais vencedoras dos processos de leilões (CARSTENS; CUNHA, 2018). Dessa forma, o quadro a seguir sintetiza os principais atores que performam os setores ligados ao sistema de energia solar brasileiro.

Quadro 13 - Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar no Brasil.

SETOR	ATORES
Instituições Governamentais	Ministério de Minas e Energia – MME Ministério do Meio Ambiente - MMA Empresa de Pesquisa Energética - EPE Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Setor Industrial	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS) Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (Abinee) Associação Brasileira de Energias Alternativas e Meio Ambiente (Abeama)
Setor Tecnológico-Educacional	Universidades, Centros de Pesquisa, Institutos educacionais. Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Energia e Ambiente da USP (LSF – IEE/USP); Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da UFSC (FV – UFSC); Laboratório de Pesquisas Fotovoltaicas da UNICAMP; Laboratório de Energia Solar da UFPA
Setor Financeiro	Bancos Nacionais (ex. BNDES; Banco do Brasil - BB); Bancos Internacionais (ex. Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF); New Development Bank (NDB); Banco Interamericano de Desenvolvimento (BAD)); Seguradoras de créditos; financiadoras de créditos. Fundos regionais (ex. Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste FINEP-BNB; PE Solar; FNE Verde/FNE Sol; FNO/ Amazônia Sustentável).
Empresas Privadas	Usinas de energia fotovoltaicas, geralmente composta por atores multinacionais que venceram os leilões. Blue Sol; Minasol; Pure Energy.
Terceiro Setor	Greenpeace; Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL); Instituto Piauí Solar; Organizações não governamentais; etc.

Fonte: Elaboração própria com base em Ramos et. al. (2018); Carstens e Cunha (2019) e Maia et. al. (2019).

Ademais, nos marcos que indicam a participação do terceiro setor, considera-se as atuações do Greenpeace, do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) e do Instituto Piauí Solar (RAMOS et al, 2018), além da Sociedade Internacional de Energia Solar (SIES), dentre outras organizações não governamentais (CARSTENS; CUNHA, 2018).

Salienta-se que, o Quadro 13 não é exaustivo; além disso, alguns desses atores podem ser enquadrados em mais de um setor. Carstens e Cunha (2019) defendem, nesse aspecto, que o Brasil apresenta as condições necessárias para o desenvolvimento e difusão da energia solar fotovoltaica. Contudo, com a elevação da integração dessa fonte na matriz elétrica do país, é imprescindível a participação do poder público. Para melhor compreensão desse cenário, delineia-se a trajetória de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico no Brasil.

7.1.3 Da trajetória de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil

Embora o país detenha das condições naturais convenientes, o início da trajetória do setor da energia solar fotovoltaica advém de décadas anteriores. Os primeiros estudos sobre energia solar fotovoltaica no Brasil ocorreram, a partir da década de 1950, com as pesquisas sobre as células de silício cristalino. E, em seguida, incorporando às células de filmes fino em investigações científicas. Já na década de 1970, com a emergência de grupos e laboratórios especializados, observou-se o aprofundamento e avanços das pesquisas sobre a energia solar fotovoltaica (VIEIRA, 2016).

No plano da organização da política pública, diante da necessidade de difundir o acesso à energia elétrica, principalmente em áreas afastadas da rede, a década de 1990 demarcou, ainda que incipiente, as viabilidades de uso da energia solar fotovoltaica. Destaca-se, em 1991, a emergência da ‘Lei da Informática’ na proteção da indústria nacional. Dessa disposição jurídica, cria-se as barreiras alfandegárias ao processo de importação, alcançando também, dentre outros materiais, os dispositivos fotovoltaicos, pois empregavam, em sua composição, o silício de natureza monocristalina essencial, naquele momento, à produção de células solares. No entanto, em 1992, o incentivo inicialmente dado à indústria nacional do setor da energia fotovoltaica foi eliminado, decorrente das políticas de liberalização comercial do governo Collor (ABINEE, 2012).

Em 1994, através do Ministério de Minas e Energia (MME), o governo brasileiro institucionalizou o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios), constituindo-se em fomentar a eletricidade em território rural, contando com a utilização de sistemas fotovoltaicos (TOLMASQUIM, 2016). Tratou-se da primeira iniciativa em primeiro programa político que contemplou a energia solar fotovoltaica (CIGRÉ.BRASIL, 2013). De acordo com Pinho e Galdino (2014, p. 60), o programa envolveu “universidades,

centros de pesquisa, secretarias estaduais de energia e concessionárias federais e estaduais, através do qual foram adquiridos mais de 8.500 sistemas fotovoltaicos”.

No quadro de incentivos às energias renováveis, em 2002, assinala-se a institucionalização do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) (BRASIL, 2002). Entre as suas diretrizes, o PROINFA fixou o propósito de fomentar a incorporação de energias renováveis à matriz energética brasileira (FARIA Jr. et. al., 2017). Salienta-se, no entanto, que a tecnologia de energia solar fotovoltaica não estava posta de maneira expressa no PROINFA (FARIA Jr. et al, 2017). Na observação de Santos (2017), a não inclusão expressa da energia solar no programa decorreu da visão do governo brasileiro em não considerar, pese seus custos, o potencial dessa fonte energética, de forma estratégica, principalmente quando comparado aos custos das demais fontes renováveis presente na matriz energética brasileira. No entanto, conforme pontuaram Faria Jr. et. al. (2017), já existia no país, naquele momento, projetos de energia solar fotovoltaica que se encontravam operando na rede, embora não detinham de um suporte legal apropriado.

Em 2003, no início do Governo Lula, propôs-se o amplo acesso à energia elétrica a todos brasileiros localizados na zona rural, um dos projetos elaborados consistiu, por meio do decreto nº 4.873(2003), no Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia – Programa Luz para Todos (PLpT) (BRASIL, 2003). Nos marcos da iniciativa, assegurou-se utilizar recursos subsidiados para a realização de investimentos nos sistemas implementados. Desse modo, os atores encarregados de executar o PLpT ficaram a cargo das concessionárias de energia. Cumpre destacar que, embora o PLpT se utilizasse da expansão da rede de eletricidade, por meio de diversas fontes, também oportunizou a promoção de instalação de sistemas fotovoltaicos (PINHO, GALDINO, 2014).

Em 2007, instituiu-se o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays (PADIS) (BRASIL. MDIC, 2020; BRASIL, 2007). Inicialmente, o PADIS consistiu no intuito de incentivar a indústria de TV Digital e equipamentos semicondutores. Posteriormente, por meio da Portaria Interministerial MCTI/MDIC n.1045, de 03 de outubro de 2014, ampliou seu escopo, e passou a incorporar células e módulos fotovoltaicos, além das matérias-primas de produção fotovoltaica, tais como - o silício purificado e o lingote de silício (BRASIL. MDIC, 2020).

No entanto, cabe ressaltar que, embora o PADIS tenha incorporado materiais semicondutores e itens para a produção das células de energia solar, o Programa não incluiu toda a cadeia fotovoltaica (RAMOS et. al., 2018). Tal circunstância se consubstanciou, por sua vez, em uma fonte de debate entre os principais atores envolvidos na produção fotovoltaica,

principalmente em torno da necessidade de elaboração e institucionalização de um programa específico, que incidisse sobre toda a cadeia de equipamentos, necessários ao desenvolvimento do setor (RAMOS et al., 2018).

Identifica-se, no entanto, que até o ano de 2010, o Brasil permaneceu em um “estado de inércia” no que se refere a implementação de mecanismos, em termos específicos, direcionados ao desenvolvimento e promoção da energia solar fotovoltaica. Considera-se, contudo, que a ênfase em P&D e subsídios específicos, pelo menos, às etapas iniciais de produção, seria uma ação estatal benéfica ao fomento do setor (FEITOSA, 2010). Sinaliza-se ainda que, com a baixa centralidade das políticas de fomento à P&D, a negligência brasileira provocou a ausência de recursos humanos capacitados para o desenvolvimento de inovações direcionados à energia solar fotovoltaica, o que comprometeu, por sua vez, a emergência de tecnologias nacionais que suprisse às necessidades do mercado interno. Ademais, destaca-se ainda o *status* atual da inadequada infraestrutura brasileira necessária ao desenvolvimento do setor fotovoltaico (FEITOSA, 2010).

Com a chamada de P&D 13/2011, realizada pela ANEEL, ocorreu uma das iniciativas relevantes para a adoção da energia solar fotovoltaica no sistema elétrico brasileiro. A chamada teve como objetivo estabelecer a elaboração de acordos de natureza comerciais e técnicos, contando com a construção da infraestrutura necessária, a fim de viabilizar a inserção da fonte de energia solar fotovoltaica no sistema nacional de energia. No escopo da chamada, sinalizou-se a criação de uma usina solar e indicou o propósito de implementar uma capacidade instalada entre 0,5 MWp e 3 MWp (CARSTENS; CUNHA, 2019; RAMOS et. al, 2017). Tal convocação resultou na seleção de 18 projetos, o que gerou em torno de 400 milhões de reais em investimentos e atingiu uma capacidade instalada de 25MWp (ESPOSITO; FUCHS, 2013). Por outro lado, as isenções não se deram de forma agregada, ou seja, houve limitações direcionadas apenas às células fotovoltaicas, não incluindo os demais componentes de formação dos painéis solares (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Em face desse contexto, em 2012, através da Resolução Normativa 482, implementa-se o mecanismo da *net-metering* (BRASIL, 2012; DANTAS; POMPERMAYER, 2018; GOMES et. al., 2018). Tratou-se, portanto, de uma das estratégias adotadas pela ANEEL para a integração de fontes renováveis, contemplando, ao mesmo tempo, a energia solar fotovoltaica em usinas de distribuição elétrica (GOMES et. al., 2018). Em seu artigo 2º, a resolução 482/2012 fixou as exigências fundamentais para o ingresso da geração distribuída nas

modalidades de (micro e macro) geração²⁵ (BRASIL, 2012). Constata-se que, a partir desse aporte legal, foi possível a geração distribuída de energias renováveis na modalidade microgeração e minigeração, especificando os limites quantitativos da potência instalada para seus respectivos enquadramentos (FRANÇA, 2016).

Para Esposito e Fuchs (2013), além da Lei de Informática e do PADIS, apontaram também a emergência do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) como uma política que proporcionou a redução de custos de tecnologias endereçadas ao desenvolvimento tecnológico. No plano da energia solar fotovoltaica, suas aplicações foram percebidas no processo de adoção de materiais correlatos à arena industrial, como por exemplo, os semicondutores. Todavia, não houve uma especificação direcionada aos componentes essenciais aos sistemas solares, de modo que incluísse inversores e demais materiais fotovoltaicos (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

No entanto, em abril de 2015, para a ampliação do acesso das energias renováveis, em amplo estudo da regulamentação existente, percebeu-se a necessidade de uma revisão normativa. Daquele exame, compreendeu-se que, após a resolução REN/482 (2012), houve a necessidade de delimitação do nível da capacidade instalada e da implementação de um sistema de compensação (GOMES et. al., 2018). Nesse aspecto, com a entrada em vigor da resolução REN/687 (2015), viabilizaram-se novos formatos de negócios, a exemplo do consumo próprio, divisões em condomínios e a geração de energia compartilhada (RAMOS et. al., 2018). Por meio dessa modalidade, a ‘geração compartilhada’, a ANEEL permitiu aos usuários interessados formar um consórcio ou atuar conjuntamente via uma cooperativa, instalando as tecnologias energéticas desejadas - seja micro ou mini geração, além de permitir a diminuição das faturas de energia dos próprios usuários envolvidos (FRANÇA, 2016).

Nesse cenário, um dos incentivos políticos às energias renováveis, na modalidade de geração distribuída, se deu por meio do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) (BRASIL, 2015a). Dentre as principais linhas de apoio existente no Programa ressaltam-se as aplicações de isenções no ICMS; isenções de PIS/Confins e PIS/Pasep da energia aplicada na rede (Lei 13.169/2015); linhas de créditos para os agentes do mundo empresarial; além do apoio de bancos públicos às iniciativas de energias renováveis com uso da geração distribuída (PEREIRA, 2019). Para Dantas e Pompermayer (2018), a diminuição do impacto ambiental, a diversificação da matriz elétrica brasileira e o aumento da

²⁵ Para uma compreensão mais detalhada sobre a micro (≤ 100 KW) e mini geração (>100 KW–1MW) distribuída, ver art. 2º em Brasil (2012, p. 1).

eficiência, em termos de redução das perdas de energia, são características que justificassem a adoção da geração distribuída, embora ainda fosse incipiente a quantidade de produção da energia solar fotovoltaica no Brasil.

Carstens e Cunha (2019) reconheceram o papel do MME como fomentador do desenvolvimento do mercado de energia solar fotovoltaico no Brasil. Nessa seara, destacaram o papel dos leilões públicos como um passo inicial para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica no país (CARSTENS; CUNHA, 2019).

Simplificar os procedimentos administrativos a fim de conectar à geração de rede distribuída entrou em pauta, em 2016. Assim, a ANEEL implementou a padronização de formulários de solicitação por parte dos usuários interessados. Projetou-se, nessa perspectiva, que cerca de 1,2 milhão de consumidores estariam conectados à rede, até 2024, atingindo, consequentemente, 4,5 GW de capacidade instalada (FRANÇA, 2016). No mesmo ano registra-se a emissão da Chamada P&D 01/2016 da ANEEL, como um dos propósitos de ampliação da tecnologia fotovoltaica em instituições públicas de ensino superior (COSTA, 2018; RAMOS et. al., 2018).

Embora se repute a existência de instrumentos políticos direcionados ao fomento da produção da energia solar fotovoltaica, o cenário ainda se encontra muito incipiente, principalmente, quando se observa sua incorporação na matriz energética brasileira (MAIA, 2018). Por outro lado, Held (2017) considerou que, embora existissem alguns subsídios, as elevadas taxas de juros praticadas no mercado se colocaram como obstáculos aos projetistas, ou seja, não se encontravam de modo acessível os desenvolvedores fotovoltaicos.

Outro instrumento relevante residiu nas opções de financiamentos ofertadas pelo governo brasileiro, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), principal banco público direcionado a esta finalidade, não apresentou linhas de financiamentos para pequenos consumidores, apenas as grandes empresas foram incluídas (GALERT et. al., 2019). Já em 2016, houve o cancelamento de dois leilões programados, naquele ano, para o setor da energia solar fotovoltaica. De acordo com a ABSOLAR, esses fatos tolheram as expectativas dos atores (empresas) habilitados, prejudicando a credibilidade quanto aos investimentos e gerou incertezas no processo de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil. Além disso, desestabilizou os canais de relacionamento entre o setor e os planejamentos elaborados pelo BNDES (ABSOLAR, 2017).

As linhas de financiamentos no âmbito do Programa Habitacional Minha Casa, Minha Vida (PHMCMV) ocorreram durante o governo de Dilma Rousseff e fomentaram o uso da energia solar nas unidades habitacionais. A figura 21 ilustra unidades habitacionais do PMCMV

utilizando placas solares. De acordo com Pathak e Shah (2019) e De Melo et. al. (2016), o PHMCMV instalou cerca de 183 mil unidades com energia provenientes do aquecimento solar, além de 1000 unidades quando se trata da instalação de sistemas fotovoltaicos, atendendo a 2,2 milhões de unidades habitacionais beneficiadas pelo programa.

Figura 21 – Energia solar em unidades habitacionais do PMCMV.



Fonte: INFOPAULO, 2015. Foto Ciete Silvério/A2img. Disponível em: <https://wordpaulotamer.wordpress.com/2015/10/14/presidente-dilma-rousseff-e-governador-geraldinho-alckmin-parceiros-no-programa-minha-casa-minha-vida/>. Último acesso em: 29 de mar. 2020.

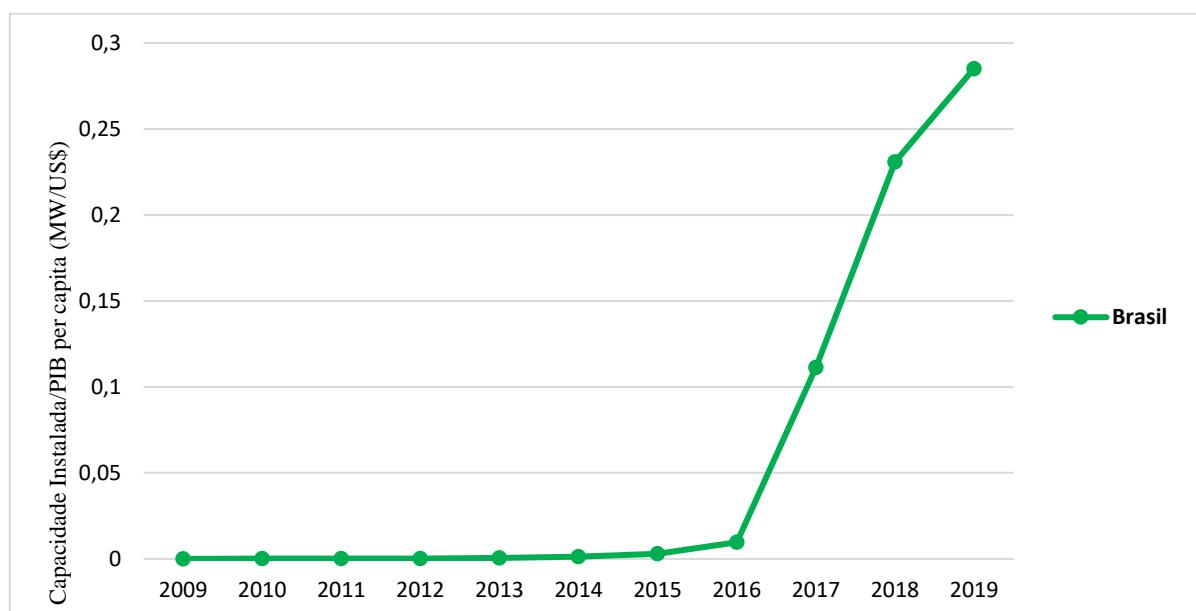
Do ponto de vista estratégico, revela ser contraproducente o diagnóstico de que o Brasil ainda é um país atrasado no campo da energia solar fotovoltaica, pois o país apresenta características naturais favoráveis ao desenvolvimento dessa fonte energética. Além disso, conta com uma das maiores reservas de silício do mundo, o que poderia beneficiar-se, em termos de competitividade, assumindo referencial de destaque na cadeia produtiva do setor solar fotovoltaico (FARIA Jr. et. al., 2017).

Pondera-se, nesse sentido, que embora apontada como uma ação política tardia, a estratégia energética brasileira utilizou-se de alguns mecanismos para fomentar a indústria de energias renováveis. A realização dos leilões e investimentos financeiros, operado pelo BNDES

foram alguns dos instrumentos utilizados pelo governo brasileiro no apoio à expansão das energias renováveis, incluindo o setor de energia solar fotovoltaica (MATHEWS, 2018).

Diante desse panorama, apenas um olhar mais acurado sobre a trajetória da última década 2009-2019 para o setor solar fotovoltaico brasileiro é possível observar, principalmente, no segundo lustro, uma relativa elevação do desenvolvimento do setor, observados em termos de capacidade instalada/PIB *per capita* conforme o gráfico 5.

Gráfico 5 – Nível de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico no Brasil (2009-2019).



Fonte: Elaboração própria com base em IRENA (2019a, 2020a) e World Bank Data (2020a).

Diante desse cenário, Rigo et al. (2019) reconhecem, por sua vez, que as barreiras ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica estão intrinsecamente conectadas à ausência de políticas estatais mais efetivas. A inexistência de uma indústria de produção de módulos solares fotovoltaicos, deficiências no processo de logística e as altas dificuldades para galvanizar investimentos estão relacionados a carência de uma clara política direcionada ao setor.

No âmbito do desenvolvimento da energia solar, constata-se que a posição brasileira se encontra distante de um progresso em tecnologias de ponta. Dessa forma, ao espelhar essa configuração, o país se posiciona no ciclo que exige baixa tecnologia na cadeia do processo de fabricação dos componentes solares. Isso decorre, principalmente, do baixo engajamento do país em pesquisas direcionadas às tecnologias mais avançadas (DUBEUX, 2015). Dessa forma, conforme pontuaram Garlet et. al. (2019) a conjuntura atual brasileira, mergulhada em uma crise econômica, com sérios impactos ao desenvolvimento do setor elétrico, compromete o

processo mais amplo da transição energética nacional. No entanto, lições e aprendizados podem ser extraídos das experiências da China e da Índia em suas trajetórias no processo de desenvolvimento de políticas de incentivo ao setor de energia solar fotovoltaico.

7.2 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA

A presente seção ocupar-se-á da configuração e do processo de desenvolvimento da paisagem da energia solar fotovoltaica na China. Para tanto, parte-se, inicialmente, da apresentação do perfil do potencial fotovoltaico chinês, ressaltando a capacidade fotovoltaica chinesa para a geração de energia solar. Em seguida, direcionar-se-á para a identificação, de forma breve, dos principais atores que atuam no setor fotovoltaico chinês. E, finalmente, tecer-se-á, um desenho da trajetória de desenvolvimento político do setor de solar fotovoltaica na China. Sublinha-se, nesse sentido, que os dois primeiros tópicos fornecerão, respectivamente, subsídios para a visualização do potencial solar fotovoltaico e dos principais atores envolvidos no setor. No que se refere ao último aspecto, vale salientar que, não é propósito dessa seção, assim como ressaltado no caso do Brasil, realizar uma discussão profunda sobre a atuação dos atores do setor, mas identificá-los. Este exercício, portanto, contribuirá para um entendimento amplo da trajetória das políticas de energia solar fotovoltaica desenvolvidas na China.

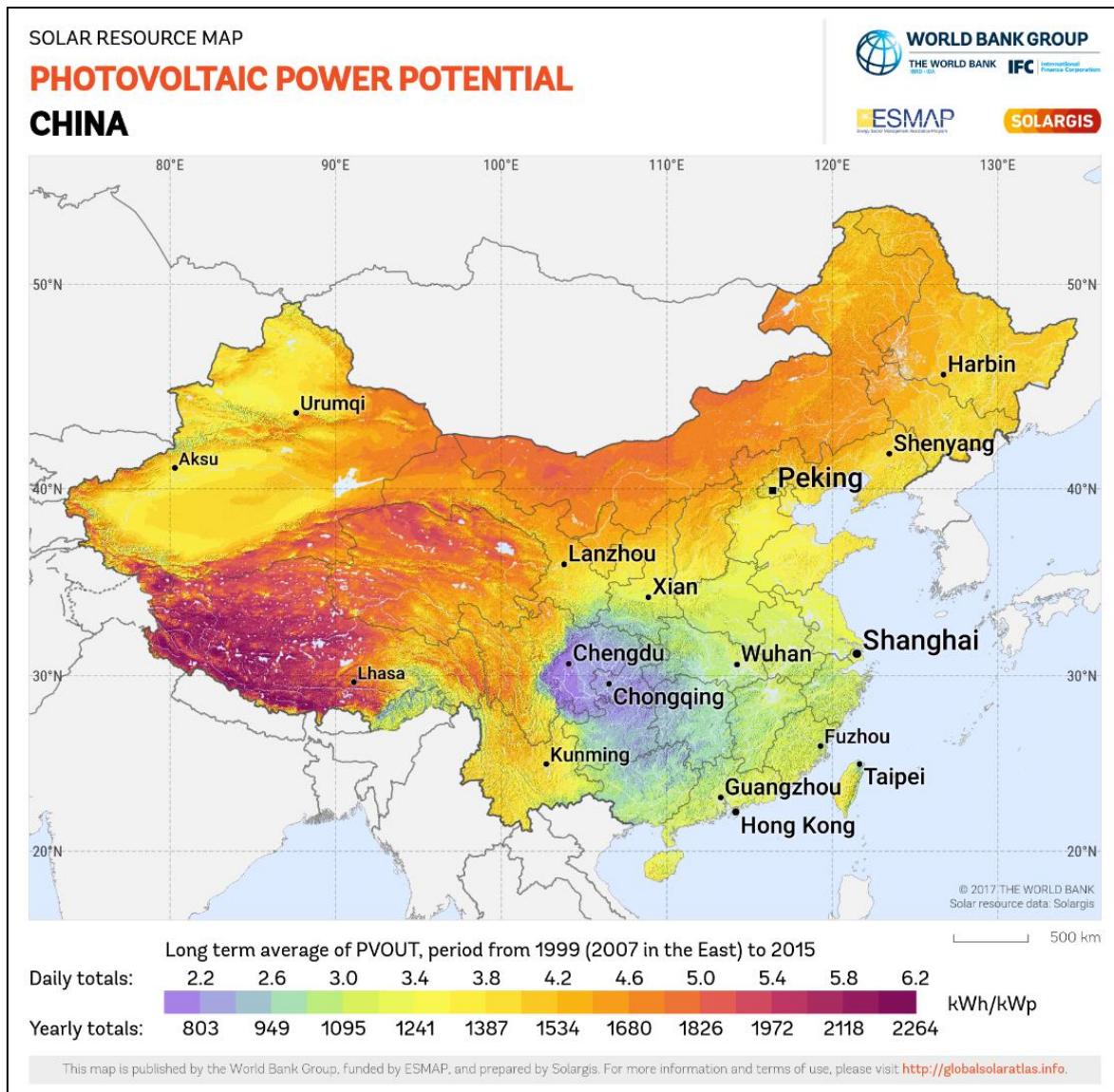
7.2.1 Do potencial fotovoltaico da China

A disponibilidade de recursos solares é uma das características que favorece o potencial fotovoltaico chinês (LIU et. al., 2010). Se regressarmos, atentos a um olhar histórico, observar-se que, em tempos remotos, o sol já era utilizado como fonte de energia pelos ancestrais chineses, desde sua aplicação na agricultura à fabricação de roupas. Desse modo, viabiliza-se uma melhor qualidade de vida dos povos que habitavam o país (LIU et al., 2010).

Hodiernamente, a energia solar fotovoltaica é utilizada, principalmente, em vilas chinesas de difícil acessibilidade, beneficiando pessoas de distintas localidades. Situadas na iluminação de locais públicos, na iluminação de gramados, na sinalização de trânsito e visores solares, ou seja, a aplicação da energia solar na China incide em diversas utilidades (LIU et. al., 2010). Dessa forma, o recurso solar passou a ser utilizado dentro da estratégia nacional chinesa que, por sua vez, persegue a diversificação de novas fontes energéticas, seja em face da busca pela segurança energética, seja contemplando modalidades de energia não poluentes e, consequentemente, promoção da sustentabilidade.

O mapa 4, exposito a seguir, ilustra o poder potencial fotovoltaico chinês.

Mapa 4 – Poder Potencial Fotovoltaico. Recurso Solar, China.



Fonte: GLOBAL SOLAR ATLAS, 2016, s.n.

Ao observar o mapa 4 percebe-se que, considerando a posição geográfica e o clima, a China apresenta um significativo potencial para a produção de energia solar fotovoltaica. Embora o país tenha centenas de cidades e, em função de seu vasto território, apresentam distintos parâmetros de irradiação, Liu et. al. apontam que as regiões do Tibete e o altiplano Qing-zang, ambos localizados no sudoeste do país – parte mais avermelhada do mapa, estão entre as regiões com maior potencial de irradiação de região solar (LIU et. at. 2010). No que se refere a região de Xinjiang, especificamente, dados apontam a existência de mais de 1 milhão

de Km² em áreas desertificadas adequadas, potencialmente, ao desenvolvimento da energia solar (JIANG, 2017).

Conforme destacado, a China possui um ambiente propício para o desenvolvimento da energia solar, principalmente, quando se considera que 70% de seu potencial estão localizadas nas províncias do norte e oeste do território do país. Em escala anual, a energia solar recepcionada na superfície terrestre da China corresponde, aproximadamente, a 4,9 trilhões de toneladas de carvão (JIANG, 2017). Assim, ao visualizar o significativo potencial fotovoltaico chinês, revela-se substancial evidenciar, nesse cenário, os principais setores e atores da trajetória da energia solar fotovoltaica na China.

7.2.2 Dos atores no cenário fotovoltaico chinês

Diante do potencial fotovoltaico chinês apresentado, constata-se que, sobretudo, a tecnologia em energia solar é incorporada às diretrizes políticas energéticas, pois, como pontou Jaguaribe (2018, p. 149), “a nova estratégia de crescimento da China arrisca no aumento da demanda interna agregada, e na capacidade da inovação e da economia verde de atuarem como propulsoras do crescimento”. Desse modo, comprehende-se que, o setor de energia solar fotovoltaico, nos marcos das energias renováveis, apresenta alguns atores considerados relevantes para o desenvolvimento do setor.

No âmbito das instituições governamentais decisórias, dedicadas ao setor da energia solar na China, Cavalcante (2018) destaca o papel do Comitê Permanente do Politburo Central do Partido Comunista da China (CPP); da National Energy Commission (NEC); da National Development Reform Commission (NDRC) e das atividades empreendidas pela National Energy Administration (NEA). Enquanto essas instituições demarcam as diretrizes governamentais gerais, Urban et. al. (2018) consideraram o papel das instituições ligadas ao setor educacional, evidenciaram, nesses termos, os grandes centros de pesquisas, institutos universitários chineses, como por exemplo – os estudos desenvolvidos pela Tsinghua University (localizada em Beijing), a Tianjin University of Technology, a Zhejiang University, a Peking University, os estudos praticados na Hunan University, a Shanghai University, a Fudan University, a NDRC’s Energy Research Institute (ERI), bem como a Chinese Academy of Science (CAS).

Na arena de atuação do setor privado, Jiang (2017) ressalta a participação de empresas relevantes – a exemplo da Hanwha Solar One, JA Solar Holdings, Yingli, Jinniu Energy, Suntech Power, China Sunergy, além da CHINT Corporation – todas dedicadas ao processo de

fabricação de materiais fotovoltaicos. Enquanto Urban et. al. (2018) consideraram a relevância da Trina Solar, Jinko Solar, Hanergy e Himin (na China, identificada como Huanming).

No que se refere ao setor dedicado ao financiamento de projetos fotovoltaicos, destacam-se as ações desenvolvidas pelo Bank of China, China Development Bank, Bank of Shanghai, bem como o Bank of Communications (MERCOM CAPITAL GROUP, 2011 *apud* OCDE, 2015). Por outro lado, no que se refere às ações desencadeadas pelo terceiro setor é relevante destacar as atividades desenvolvidas por algumas ONGs, como por exemplo – aquelas desenvolvidas pelo Greenpeace e pelo Greenovation Hub (URBAN et. al, 2018). Em síntese, o quadro 14 expõe os principais setores e atores ligados ao setor de energia solar na China.

Quadro 14 - Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar na China.

SETOR	ATORES
Instituições Governamentais	Comitê Permanente do Politburo Central do Partido Comunista da China (CPP) National Energy Commission (NEC) National Development Reform Commission (NDRC) National Energy Administration (NEA) Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MOST) Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China (FMPRC) Ministry of Finance (MOF) Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD)
Setor Industrial	China Photovoltaic Industry Association (CPIA) Trina Solar Ltda; China Scillian Instrument Ltda State Grid Corporation of China (SGCC)
Setor Tecnológico-Educacional	Institutos e centros universitários de pesquisas, a exemplo da Tsinghua University localizada em Beijing, a Tianjin University of Technology, a Zhejiang University, a Peking University, a Hunan University, a Shanghai University, a Fudan University, a NDRC's Energy Research Institute (ERI), bem como a Chinese Academy of Sciences (CAS)
Setor Financeiro	Bank of China; China Development Bank; Bank of Shanghai; Bank of Communications.
Empresas Privadas	CHINT Corporation, JA Solar Holdings, Jinniu Energy, Suntech Power, Yingli Solar, China Sunergy e Hanwha Solar One, Trina Solar, Jinko Solar, Hanergy, Himin (na China, conhecida como Huanming).
Terceiro Setor	Greenpeace, Greenovation Hub

Fonte: Elaboração do autor com base em Mercom Capital Group (2011 *apud* OCDE, 2015); Jiang (2017); Urban et. al. (2018); Cavalcante (2018) e CPIA (2021).

Do quadro exposto, salienta-se que não deve ser entendido como exaustivo, ou seja, existem demais atores que podem se expressar no cenário fotovoltaico chinês. No entanto, o

intuito dessa seção, por seu turno, consistiu em apontar alguns dos principais atores e setores que, ponderando suas atuações, atuaram na construção da trajetória de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na China.

7.2.3 Da trajetória de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na China

Os primeiros estudos com células solares na China são datados de 1958, quando se alcançou o primeiro silício de cristal no quadro das pesquisas empreendidas pela Chinese Academy of Science (CAS) (WANG, 1983 *apud* HUANG et. al., 2016). Em 1968, atestam-se os avanços da tecnologia em células solares que, por sua vez, foram utilizados no âmbito dos satélites espaciais chineses. Em seguida, na década de 1970, fábricas chinesas, localizadas principalmente nas cidades de Xangai, Ningbo e Kaifeng, nos marcos do programa espacial do governo chinês, foram orientadas para a produção de satélites (ZHAO et. al., 2013 *apud* HUANG et. al., 2016). Em 1973, conforme indicaram Lin e Wang (1999) e Kong (1996), as células fotovoltaicas foram empregadas como fonte energética no porto de Tianjin. E, subsequentemente, o recurso fotovoltaico foi aplicado em diversos setores do desenvolvimento chinês. Inclui-se, nesse quadro, a área de comunicações no âmbito militar, sistemas de oleodutos e estações de transmissões estabelecidas no meio rural (*apud* HUANG et. al., 2016).

Diante da elevação das demandas por energia, a partir dos anos 1980, o governo chinês inclinou sua percepção para a importância de desenvolvimento dos setores das energias renováveis (QIANG et. al., 2014). Naquele contexto, Spratt et. al. (2014) destacam a institucionalização da Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC), um organismo encarregado da formulação de políticas públicas. Investida dessa atribuição, a NDRC engendrou-se na construção de planos políticos energéticos, na regulação de preços e em diretrizes macroeconômicas. Esse desenho político exigiu o aprofundamento de mecanismos institucionais. Emergia a necessidade de edificar uma organização dotada das *expertises* e *know-how* necessários para o desenvolvimento do setor. Dessa forma, vinculado à NDRC, criou-se, em 1980, o Instituto de Pesquisa Energética, com a finalidade de auxiliar as decisões políticas chinesas, especificamente, em relação as questões energéticas (*apud* CAVALCANTE, 2018).

Dentro desse ambiente, ainda nos anos 1980s, o governo chinês acentuou o desenvolvimento de políticas orientadas à promoção de energias renováveis, contemplando a produção de energia solar fotovoltaica (QIANG et. al., 2014; FAN et. al., 2018). Iniciava-se, assim, o processo de formação de uma indústria nacional, incluindo materiais fotovoltaicos

(YU, 2016). No entanto, ao considerar o elevado custo de produção da energia solar fotovoltaica, quando comparada à produção de demais fontes tradicionais, inviabilizou maiores esforços governamentais. Vale frisar que, naquele momento, as preocupações referentes às questões de ordem ambientais ainda não estavam postas na agenda estratégica de desenvolvimento chinês quando comparada, relativamente, as políticas empreendidas mais recentemente (QIANG et. al., 2014).

No início do século XXI, o governo da China, ao intencionar ampliar o acesso à eletricidade, principalmente em áreas remotas, propôs a emergência de uma política consoante com as necessidades do povo chinês. Nesse sentido, Zhao (2012) sinaliza que, com a implementação do *Township Electrification Program (TEP)*, em 2002, a geração elétrica incorporou a energia solar e eólica como as principais fontes energéticas renováveis utilizadas no programa. Consequentemente, detectou-se o estabelecimento de diversas linhas de produção de células solares, verificando-se, nesse sentido, a promoção de um maior estímulo à indústria solar fotovoltaica (*apud* WANG et. al., 2017).

Em 2003, por sua vez, o governo chinês planejou o desenvolvimento de um programa específico direcionado a fomentar o uso da energia solar. O Programa de Desenvolvimento de Energia Solar, organizado pela Comissão de Desenvolvimento e Planejamento e o *Ministry of Science and Technology* (MOST), se fundamentou no propósito de implementar, para os próximos cinco anos seguintes, o *Golden Solar Program (GSP)* (ZHAO, 2012 *apud* WANG et. al., 2017). Nesse ambiente, concernente à política de energia solar fotovoltaica, Qiang et al. (2014) ressaltaram que houve uma política de P&D do lado da oferta e um planejamento governamental para a ampliação do acesso à eletricidade em áreas remotas, a exemplo da construção de parques fotovoltaicos implementados na região do Tibete.

Interessante frisar que, conforme Zhang, Andrew-Speed e Zhao (2013), as políticas de energias renováveis parte do governo central chinês, pois por meio da elaboração das leis e programas nacionais, estabelece as diretrizes norteadoras para a promoção das energias renováveis em todo o território nacional. Destacam-se, nesse aspecto, a Lei do ano de 2005 e suas emendas de 2009 (*apud* HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

A Lei das Energias Renováveis (LEREN) foi aprovada pelo Comitê Permanente do Congresso Nacional do Povo (NPC), no dia 28 de fevereiro de 2005 e, posteriormente, promulgada em 1º de janeiro do ano seguinte, 2006 (LI; MA, 2009). Com esses dispositivos, se estabeleceram importantes mecanismos de apoio – incluindo a introdução de FITs, orientações referentes aos acordos empreendidos entre as empresas e os usuários finais da energia, além da

institucionalização do Fundo Especial para o Desenvolvimento de Energias Renováveis (ZHANG, ANDREW-SPEED; ZHAO, 2013 *apud* HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

Em 2009, *policymakers* demarcaram um conjunto de políticas de apoio ao setor da energia solar na China. Observou-se, naquele momento, a implementação de subsídios em larga escala, além de programas específicos direcionados à promoção da energia solar fotovoltaica (ABINEE, 2012; HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015). Um dos programas de destaque consistiu no *Rooftop Solar Program* (2009) – direcionado a promoção de painéis solares em telhados, outro, o *Golden Sun Program* (2009) – consistindo na aplicação de subsídios para sistemas fotovoltaicos *on-grid* (na ordem de 50%) e *off-grid* (na ordem até 70%) (HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

O plano de ampliar a participação da energia solar em edifícios, operacionalizado por meio do *Rooftop Solar Program*, passou a ser implementado pelo Ministério das Finanças (MOF), bem como pelo Ministério de Habitação e Desenvolvimento Urbano e Rural (MOHURD). Dessa forma, em 2009, 111 projetos, que englobavam uma capacidade total de aproximadamente 91 MW, foram considerados aprovados. Os subsídios adotados circundaram em torno de 1.3 bilhões de yuans e tinham o objetivo de serem executados em todas as regiões do território chinês (WANG; WU, 2013 *apud* WANG et al., 2017).

A instituição do GSP nasceu da necessidade de promover em larga escala a energia solar fotovoltaica na China (WANG et. al., 2017; ABINEE, 2012). Condicionante que, em função da crise financeira internacional, levou o governo central a elaborar uma política adequada à nova realidade financeira dos mercados internacionais, compatível com as demandas domésticas. A estratégia política considerou, em sua análise, os níveis doméstico e internacional, de modo que, fundamentalmente, atendesse o propósito do desenvolvimento tecnológico direcionado à energia solar fotovoltaica (WANG et. al., 2017). Para sua execução, os percentuais dos subsídios aplicados ao GSP foram da ordem de 50% do valor investido, em sistemas de geração de energia fotovoltaica e, em regiões mais remotas, ou seja, aquelas aplicadas a sistemas *off-grid*, os subsídios governamentais poderiam chegar até 70% do investimento apresentado (ABINEE, 2012). Inicialmente, visualizou-se o emprego de 10 bilhões de yuans e, com base nessa perspectiva, atingir uma capacidade instalada total de 500MW (ABINEE, 2012).

Nos esforços para a implementação do GSP, durante o período 2009-2017, o governo chinês utilizou-se de contratos aplicados aos projetos de energia solar fotovoltaicos. Incluiu-se soluções para possíveis óbices direcionados ao gerenciamento, financiamento de empreendimentos e aquisição de tecnologias fotovoltaicas (LI et. al., 2020).

Huo e Zhang (2012) relataram que, para o alcance de uma política eficaz, a China conseguiu desenvolver um sistema de coordenação e cooperação entre ministérios. Dessa maneira foi possível melhor avaliar o impacto das decisões adotadas. A cooperação entre o MOF e o MOHURD, por exemplo, facilitou no exame decisório no âmbito do RSP. O mesmo ocorreu durante a realização do GSP, onde o MOF e o MOST e a NEA estabeleceram uma política coordenada para a implementação dos subsídios (HUO; ZHANG, 2012).

No que tange às demais esferas governamentais, em 2009, alguns governos municipais, por exemplo, iniciaram algumas políticas regionais de mercado, ou seja, via investimentos, estimulou-se a ampliação da instalação de painéis solares fotovoltaicos (GRAU et. al., 2011). Dessa forma, como resultante, observou-se a incidência de subsídios para projetos de investimentos, linhas de financiamentos para a recuperação do setor empresarial no curto prazo, e além disso, qualificou-se uma política econômica de modo a reduzir os riscos para os negócios empresariais do setor fotovoltaico (LI et al., 2020).

Por outro lado, decorrente das iniciativas adotadas naquele contexto, nos anos de 2008 e 2009 foram observados uma significativa ampliação da capacidade de produção de silício e polissilício (GRAU et al., 2011).

Em 2011, o governo chinês adotou uma política que preconizou a diminuição dos custos no processo de produção das tecnologias de energia solar fotovoltaica (ABINEE, 2012). Diante desse cenário, ao considerar as pressões de 80 fabricantes e fornecedores do mercado de energia fotovoltaico chinês, a CNDR decidiu implementar o mecanismo das FITs, proporcionando uma tarifa de RMB 1/KMh aplicados aos novos projetos de energia solar fotovoltaicos (HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

Com a emissão chinesa do 12º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia Renovável (12PQDER) se estabeleceu uma meta entre 21 GW e 25 GW para a geração de energia solar. Dessa forma, para tal consecução, a China observou a necessidade de estabelecer diretrizes quanto ao uso e distribuição da energia solar fotovoltaica em seu território nacional (ZHANG; HE, 2013). Assim, ao se direcionar à promoção da energia solar distribuída, o plano propôs alcançar uma capacidade instalada de, no mínimo, 21 GW, observando uma geração anual de 25 bilhões de KWh (BAIETTI et. al., 2013). Na prática, engajou-se na construção de grandes centrais de produção de energia solar fotovoltaica, com destaque para as situadas nas províncias de Qinghai, Gansu e nas regiões autônomas de Xinjiang Uigur e Mongólia Interior. A abundância dos recursos solares e a existência de parcelas de terras, ainda não utilizadas, foram fatores que contribuíram para a seleção dessas províncias/regiões a endereçarem os empreendimentos fotovoltaicos (ZHANG; HE, 2013).

A emissão do projeto político chinês denominado *One Belt, One Road* (2013) se fundamentou em um conjunto de estratégias em respostas às necessidades e desafios econômicos da inserção da China em face do novo desenho do cenário internacional. Nesse contexto, a sustentabilidade se projetou como um dos pilares do modelo econômico chinês. Assim, para o alcance desse objetivo, o gigante asiático explicitou seu interesse em combinar, de maneira eficiente, sua inserção econômica no mundo globalizado com as preocupações ambientais, de forma que o Estado exerce um papel fundamental em setores estratégicos-chaves em seu processo de desenvolvimento (JAGUARIBE, 2018).

No estabelecimento desse desígnio político, o mercado doméstico de energia solar fotovoltaica foi percebido, pela alta cúpula do governo chinês, o Conselho de Estado, como uma arena fundamental a ser incentivada (HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

Em suma, as políticas iniciais de investimento foram, principalmente, direcionadas a projetos de geração de energia solar fotovoltaica de pequeno e médio porte - a exemplo do *Solar Rooftop Program*. Já para aos projetos de grande porte, por outro lado, as grandes centrais fotovoltaicas, adotou-se o mecanismo das FITs, definidas de acordo com as especificidades de cada projeto (WANG et. al., 2017).

Destaca-se, nessa seara, o papel empreendido pela *State Grid Corporation da China* (SGCC). De natureza estatal, a companhia emitiu uma série de diretrizes orientadoras e avisos regulamentários, cujo propósito se fundamentou na melhoria e eficiência da gestão das conexões à rede. Nesse processo, uma dessas regulamentações consistiu no cadastro de pessoas individuais junto às empresas de eletricidade para o alcance de fundos subsidiados (LI et al., 2020). Nessa linha, Grau et. al. (2011) sinalizam a ampla atuação do governo chinês que, através de suas instituições de P&D, conseguiram alcançar com sucesso o desenvolvimento de tecnologias em energia solar fotovoltaica.

Outrossim, sublinha-se o papel desempenhado pelo setor privado. Nesse setor, como mencionado, destacam-se a atuação de diversas empresas direcionadas ao mercado de energia fotovoltaica. Salienta-se, nesse sentido, a compatibilidade das atividades dessas empresas dentro da estratégia nacional de desenvolvimento sustentável da China. Na figura 22, observa-se a seguir, a visita de Xi Jinping, presidente chinês, a uma filial da SPIC Solar Power Co., localizada na província de Qinghai, com o propósito de inspecionar o desenvolvimento industrial fotovoltaico chinês (SPIC, 2017).

Figura 22 - Visita de Xi Jinping a uma das filiais da indústria fotovoltaica chinesa.



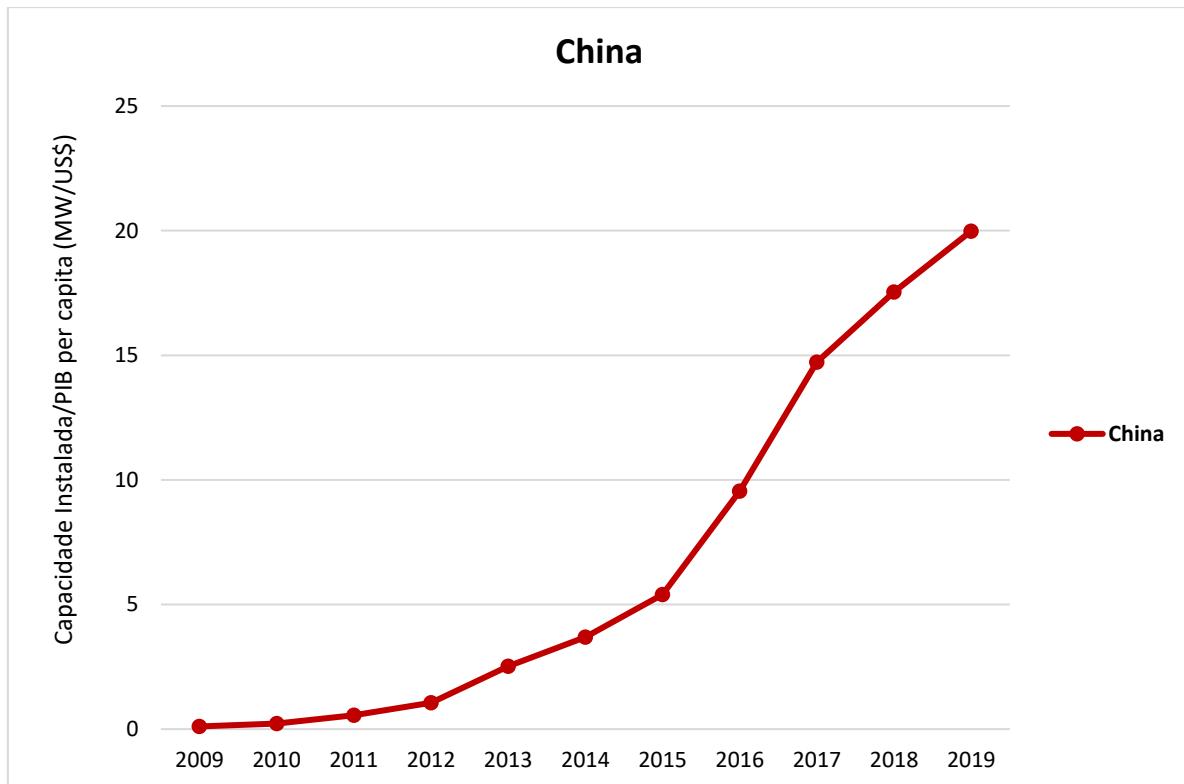
Fonte: SPIC, 2017. Disponível em:
http://eng.spic.com.cn/NewsCenter/PhotoNews/201612/t20161204_270367.htm. Último acesso em:
 22 de mai. 2020.

Naquela ocasião, em agosto de 2016, de acordo com relatos de Wu Haikun, Diretor Geral da Comissão Provincial de Desenvolvimento e Reforma de Qinghai e do Sr. Xie Xiaoping, Presidente da Huanghe Hydropower Development Co. (HHDC), o Presidente Xi ressaltou os benefícios do potencial fotovoltaico chinês e, em face dessa imagem, reforçou os trabalhos desenvolvidos pela indústria fotovoltaica chinesa na promoção da sustentabilidade para as populações locais, produto do apoio governamental dado à geração de energias proveniente de fontes renováveis (SPIC, 2017).

Nos marcos do 13º Plano Quinquenal (2016-2020), o Partido Comunista da China (PCC) ressaltou que o governo permaneceria inclinado para o fomento à geração de energias renováveis, postura que permitiu manter o país em um processo de desenvolvimento orientado para a sustentabilidade. Dessa forma, evidenciou-se, naquele quadro político, o intuito de promover uma transformação para uma economia ancorada numa perspectiva de redução das emissões de carbono e ampliação dos processos de reuso industriais. Ademais, fixaram-se metas para a ampliação de energias renováveis, especificamente, 15,4%, considerando o prazo de até 2020 e 27,5% a serem alcançados até 2050 (MIR-ARTIGUES et. al., 2019).

Em abril de 2018, mediante uma ação que conjugou esforços interministeriais, o governo chinês emitiu o Plano de Ação de Desenvolvimento da Indústria Fotovoltaica Inteligente (2018-2020) (CPIA, 2018). Desse cenário, o conjunto dessas políticas contribuiu, com base no gráfico 6, para uma gradativa elevação do setor solar fotovoltaico chinês, considerando a capacidade instalada/PIB per capita.

Gráfico 6 – Nível de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na China (2009-2019).



Fonte: Elaboração própria com base em IRENA (2019a, 2020a) e World Bank Data (2020).

Assinala-se que o apoio chinês direcionado às tecnologias de energia solar fotovoltaica se fixa na percepção de que, além de buscar o alcance da segurança energética, considera a necessidade de superar os desafios ambientais e redução das mudanças climáticas. Isso posto, observa-se que, essa conduta, possibilita à China construir um sistema de energia sustentável sem, por outro lado, colidir frontalmente com ameaças externas. Em outras palavras, mitiga-se potenciais conflitos decorrentes da busca pelo acesso à combustíveis oriundos de fontes fósseis, ao mesmo tempo em que desenvolve uma estratégia em direção às fontes de energias renováveis (MATHEWS; TAN, 2015).

Em um cenário próximo do contexto chinês, localizada na mesma região asiática, inclina-se o olhar para a trajetória das políticas de energia solar fotovoltaica indiana. Como

observado na imagem chinesa, a Índia também se dedicou à promoção de políticas de incentivo às energias renováveis.

7.3 DA PAISAGEM SOLAR FOTOVOLTAICA NA ÍNDIA

A paisagem da energia solar fotovoltaica da Índia se insere na busca de diversificação energética empreendidas, principalmente, com base nas políticas de incentivo estatais (AHN; GRACZYK, 2012). A configuração desse quadro é proporcionada pelo desígnio indiano de reduzir as emissões de gases poluentes, proteger-se das flutuações nos preços dos combustíveis tradicionais e desenvolver um modelo energético sustentável (JANARDHANAN, 2018).

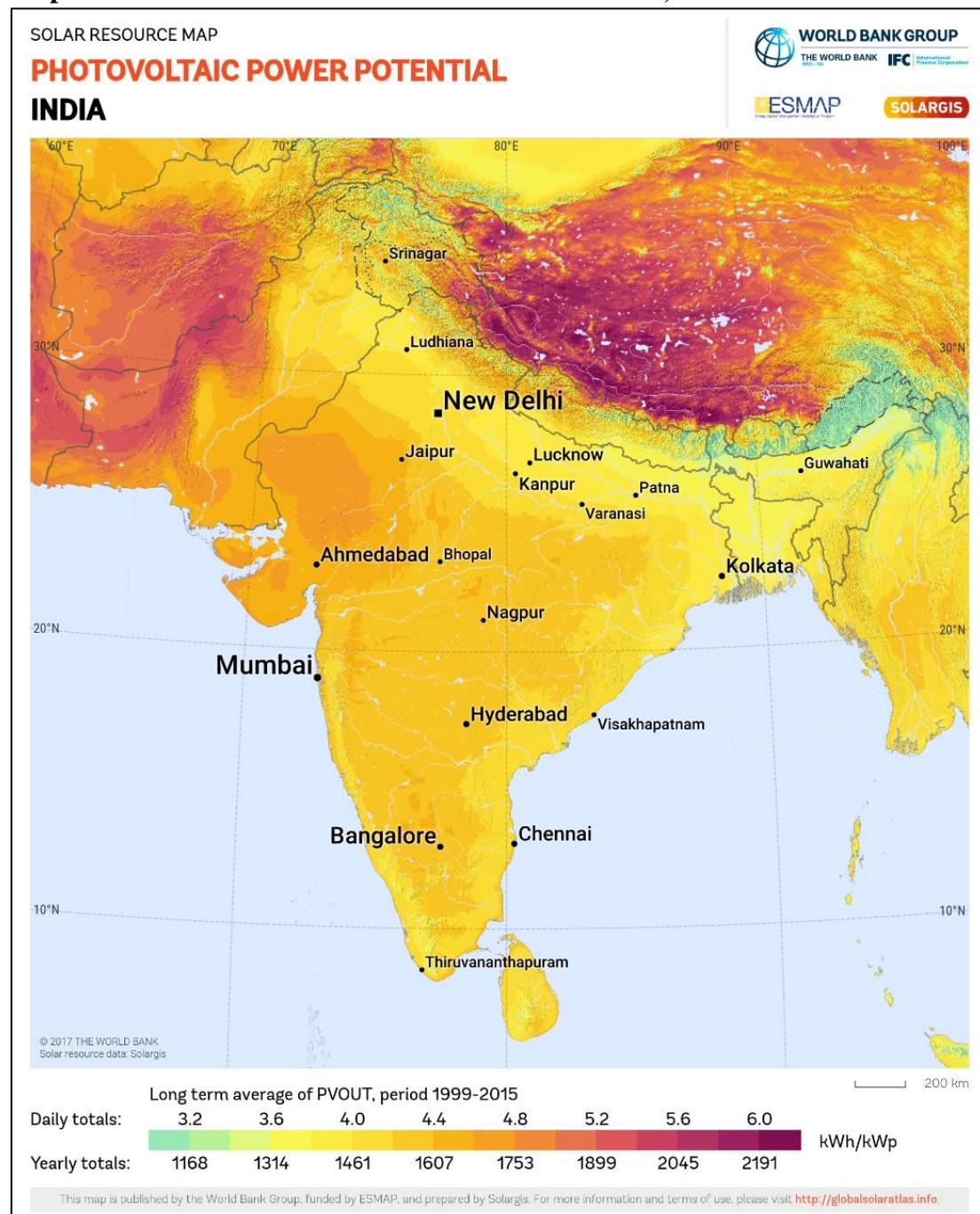
Calcando-se nesse ambiente, a presente seção destinar-se-á à compreensão da configuração e processo de desenvolvimento da paisagem solar fotovoltaica na Índia. Para tanto, parte-se do estabelecimento do perfil do potencial fotovoltaico indiano, ressaltando, nesse prisma, a capacidade fotovoltaica indiana para a geração de energia solar. Em seguida, direcionar-se-á para a identificação, de forma breve, dos principais atores que atuam no setor fotovoltaico indiano. E, finalmente, tecer-se-á o desenho do processo de desenvolvimento político indiano em sua paisagem solar fotovoltaica.

7.3.1 Do potencial fotovoltaico indiano (PV)

Na Índia, a paisagem da energia solar fotovoltaica está contida em um contexto político de promoção de energia proveniente de fontes renováveis. Dessa compreensão, um dos fatores concernentes a essa política reside na necessidade de suprir a crescente demanda por energia (CHANDRA, 2018). Nessa conjuntura, constata-se que a paisagem da energia solar fotovoltaica é beneficiada por dispor de cerca de 300 dias ensolarados e, além disso, há uma ampla disponibilidade de recursos solares na maior parte do território indiano (SHARMA, 2019). Outro dado revela que cerca de 58% do território da Índia apresenta as condições suficientes para o desenvolvimento de energia solar (YENNETI, 2016).

Dessa forma, o mapa 5 ilustra o potencial indiano de energia solar fotovoltaica.

Mapa 5 – Poder Potencial Fotovoltaico. Recurso Solar, Índia.



Fonte: GLOBAL SOLAR ATLAS, 2016, s.n.

O país dispõe de uma geografia favorável ao desenvolvimento de energia solar. A região do deserto de Thar, localizado no Noroeste indiano, recebe a maior incidência da irradiação solar, e nesse aspecto, é possível compreender a seleção dessa região, embora não exclusiva, para a realização de projetos solares com geração de 700 GW a 2100 GW (SUMAN; AHAMAD, 2018). Nesse cenário, ressalta-se a necessidade de a Índia ampliar a eletrificação rural (AGRAWAY et. al., 2020). Assim, a conjunção da disponibilidade dos recursos solares,

com a necessidade de eletrificação, principalmente em zonas rurais, aliado às perceptíveis utilidades da energia solar no mercado, condicionaram o desenvolvimento de políticas direcionadas ao setor de energia solar (RAINA; SINHA, 2019). Dessas considerações, destaca-se os principais atores e setores da energia solar fotovoltaica na Índia.

7.3.2 Dos atores no setor solar fotovoltaico na Índia

A presente seção se dedica a apresentar os principais atores e setores do campo de energia solar na Índia. De fato, no plano das instituições governamentais destacam-se a institucionalização do Ministério de Novas e Energias Renováveis (MNRE), da Central Electricity Regulatory Commission (CERC), da State Electricity Regulatory Commission (SERC), do Ministry of State, do Ministry of Environmental and Forests and Climate Change, bem como da National Institute Solar Energy (NISE) (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

No âmbito do setor industrial, cumpre considerar, nesse sentido, a Solar Energy Society of India (SESI), Federação Nacional de Energia Solar da Índia (FNESI), Associação de Manufatura Solar da Índia (AMSI), Solar Thermal Federation of India (STFI), Solar Power Developed Association (SPDA) e da Solar Energy Trade Association of India (SETAI) (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

Um dos campos essenciais ligado ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica consiste naquele direcionado ao desenvolvimento das pesquisas e estudos de inovações. Desse entendimento, evidencia-se, na paisagem fotovoltaica indiana, o papel desempenhado pelas Universidades, contando com 61 institutos com cursos em energias renováveis; além de diversos centros de pesquisas, tais como a National Physical Laboratory (NPL), o Conselho de Pesquisa Científica e Industrial (CSIR), a National Institute Solar Energy (NISE) e a Solar Energy Corporation of India (SECI) (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

Já o setor financeiro, fundamental em organizar as linhas de financiamento e demais créditos para a executar os projetos de energia solar, Akojam e krishna (2017) sinalizaram as atuações empreendidas pelo State Bank of India (SBI); pelo Bank of Baronda; pelo International Finance Corporation (IFC); além do Asian Development Bank (ADB); do IDBI Bank; AXIS Bank, bem como da Agência Indiana de Desenvolvimento de Energias Renováveis (IREDA).

Nesse mesmo cenário, é mister considerar as ações desenvolvidas pelos atores privados. Nesse campo, destaca-se as atuações da Tata BP Solar, da Photon Energy Sistems, da Lanco Solar, Indosolar Ltd., da Websol Energy System Ltd. Titan Energy Ltd, da Trina Solar (China);

SunEdson (US base) (AKOIJAM; KRISHNA, 2017). Já no que tange ao terceiro setor, também é relevante mencionar, nesse segmento, a participação do Barefoot Engineers; do Greenpeace, assim como do *Center for Science and Environmental (CSE)* (AKOIJAM; KRISHNA, 2017). Diante dessa configuração, o quadro 15, exposto a seguir, sintetiza os principais setores e atores que performaram na paisagem solar indiana.

Quadro 15 - Principais Setores e Atores do Sistema de Energia Solar na Índia

SETOR	ATORES
Instituições Governamentais	Ministry of New and Renewable Energy (MNRE); Central Electricity Regulatory Commission (CERC); State Electricity Regulatory Commission (SERC); Ministry of State; Ministry of Environmental and Forests and Climate Change; National Institute Solar Energy (NISE)
Setor Industrial	Solar Energy Society of India (SESI) Federação Nacional de Energia Solar da Índia (FNESI) Associação de Manufatura Solar da Índia (AMSI); Solar Thermal Federation of India (STFI); Solar Power Developed Association (SPDA); Solar Energy Trade Association of India (SETAI)
Setor Tecnológico-Educacional	Universidades, 61 institutos com cursos em energias renováveis; centros de pesquisas; National Physical Laboratory (NPL); Conselho de Pesquisa Científica e Industrial (CSIR); National Institute Solar Energy (NISE); Solar Energy Corporation of India (SECI)
Setor Financeiro	State Bank of India (SBI); Bank of Baroda; International Finance Corporation (IFC); Asian Development Bank (ADB); IDBI Bank; AXIS Bank; Agência Indiana de Desenvolvimento de Energias Renováveis (IREDA)
Empresas Privadas	Tata BP Solar; Photon Energy Systems; Lanco Solar; Indosolar Ltd. Websol Energy System Ltd. Titan Energy Ltd. Trina Solar (China); SunEdson (US base).
Terceiro Setor	Barefoot Engineers; Greenpeace, Center for Science and environmental (CSE)

FONTE: Akojam; Krishna (2017, p. 575) com adaptação do autor (2020).

Dessa observação, compreendido o potencial fotovoltaico indiano, bem como os atores, em cada um dos principais setores, a seção a seguir, expressar-se-á, na seção a seguir, a paisagem indiana em sua trajetória de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

7.3.3 Da trajetória de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na Índia

Os primeiros ensaios políticos indianos em direção à adoção da energia solar fotovoltaica foram resultantes, consequentemente, das crises do petróleo ocorridas na década

de 1970 (GOEL, 2016). Reforçando, a partir da década seguinte, a importância da energia solar no desenvolvimento energético nacional (SASTRY, 1997; KAPOOR et. al., 2014). Representava-se, a partir de então, a inclinação do país asiático ao incentivo da energia solar fotovoltaica. Destacavam-se, nesse sentido, pesquisas com enfoque sobre a promoção das pesquisas sobre as células fotovoltaicas, o fomento ao desenvolvimento e capacitação dos módulos fotovoltaicos e mecanismos políticos de apoio à instalação de eletricidade (GOEL, 2016).

Dessa forma, na década de 1980, com as aspirações da Índia em prol de diversificar a matriz energética, novas diretrizes políticas passaram a enfatizar estratégias institucionais, cujo propósito residiu em melhor conduzir o gerenciamento do setor de energia indiano. Em 1983, institucionalizou-se o Conselho Consultivo de Energia com a finalidade de implementar uma política nacional de energia, revestindo-se de uma perspectiva integrada. Deflagrada naquele momento, a política consistiu em realizar uma revisão dos rumos energéticos, fundamentalmente ancorado em combustíveis fósseis – carvão e petróleo importados, cujo projeto residiu em construir sistemas energéticos direcionados às fontes de energias renováveis (BARDHAN et. al., 2019).

Na década de 1990, por sua vez, a Agência Indiana de Desenvolvimento de Energia Renovável (IREDA), baseando-se nas experiências adquiridas com os estudos realizados nas décadas anteriores – final dos anos 1970 e anos 1980, lançou seu programa de desenvolvimento de energia solar fotovoltaica (BHATTACHARYA; JANA, 2009). No entanto, cumpre frisar que, até a década de 1990, o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica ocorreu mediante a realização de pequenos projetos. Em 1992, por exemplo, a Índia saiu na vanguarda ao institucionalizar o primeiro ministério, entre todos os países do mundo, dedicado aos trabalhos de fomento às energias renováveis. Em 2006, o organismo foi renomeado Ministério de Novas e Energias Renováveis (MNRE) (ALTENBURG; ENGELMEIER, 2013). Desde então, as atividades desenvolvidas pelo MNRE fincaram-se na formulação e implementação de políticas públicas dirigidas às energias renováveis. Inclui-se, nesse quadro, destinação de recursos financeiros, avaliação e promoção da capacidade da indústria doméstica, além de fomento à P&D e formulação de políticas de energias renováveis em suas relações internacionais (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

Em 2003, a Lei de Eletricidade regulamentou a geração, transmissão e distribuição das diversas modalidades de energia, o que possibilitou uma ampla estruturação do setor elétrico indiano (GOEL, 2016; JANARDHANAN, 2018; TARAI; KALE, 2018; RAINA; SINHA, 2019). No que tange às energias renováveis, a referida lei permitiu o estabelecimento de tarifas

preferenciais, bem como a introdução de quotas. Assegurou-se, nesse sentido, a prática adequada, por meio de licenciamentos, para que sistemas autônomos fossem conectados à rede, difundindo, assim, a participação de fontes de energias renováveis pelo território nacional (GOEL, 2016). Até aquele ano, a principal política governamental voltada à disseminação da energia solar fotovoltaica, embora ainda muito incipiente, consistiu na implementação do programa de lanternas solares (VELAYUDHAN, 2003). Dessa constatação, Janardhanan (2018) ressaltou que a Lei de Eletricidade (2003) significou um marco no processo de transição energética indiana.

O desenho dessa conjuntura ganhou um novo impulso decorrente, em 2005, da emergência da Política Nacional de Eletricidade. Incentivou-se que concessionários e produtores, atuantes no processo de geração de eletricidade, a comprarem quantidades de energias renováveis (ALTENBURG; ENGELMEIER, 2013). Nesse contexto, durante o governo de Manmohan Singh, diversas políticas foram arquitetadas, nos âmbitos federal e estadual, percorrendo iniciativas desde a instalação de painéis fotovoltaicos em telhados até a construção de grandes usinas fotovoltaicas. Em 2006, por exemplo, definiu-se a Política Nacional de Eletrificação Rural que, ao contemplar as diversas fontes de energias renováveis, estabeleceu um esquema de incentivo específico para a geração de eletricidade mediante o uso da energia solar fotovoltaica (ALTENBURG; ENGELMEIER, 2013).

Em 2008, o governo da Índia anunciou uma política estratégica de enfrentamento aos desafios climáticos, tratou-se do Plano Nacional de Ação sobre Mudanças Climáticas (PNAMC). A política consistiu em oito estratégias consideradas como missões nacionais específicas, dentre elas incluindo o fomento governamental à energia solar, traduzindo-se em um significativo passo indiano na ampliação do uso da energia solar como fonte energética (SAHOO, 2016).

Dessa forma, em novembro de 2009, o governo indiano lançou uma estratégia política direcionada à energia solar, denominada Missão Solar Nacional Jawaharlal Nehru (MSNJS), que foi implementada, oficialmente, em janeiro de 2010 (AKOIJAM; KRISHNA, 2017; SHARMA, 2019). De um olhar mais abrangente, compreende-se que a MSNJS consistiu em uma das principais ações do governo indiano, em conexão com governos estaduais, em caminho ao fomento de um ambiente energético ancorado numa perspectiva de sustentabilidade. Presume-se na confluência de atender as necessidades domésticas indianas, em relação à segurança energética, bem como, mitigar os reveses ambientais provocados pelas mudanças climáticas (SUMAM; AHAMAD, 2018).

O propósito da MSNJN reside em transformar a Índia, até o ano de 2022, em um país líder global no setor de produção de energia solar (AKOIJAM; KRISHNA, 2017). Para a consecução desse objetivo, a MSNJN se tornou um projeto eficaz na implementação e gerenciamento de diversos mecanismos políticos (ALTENBURG; ENGELMEIER, 2013). Dentro do conjunto de seus propósitos, a MSNJN demarcou o compromisso de pontuar metas específicas, em megawatt (MW), em termos de capacidade instalada para a energia solar fotovoltaica conectadas à rede (SUMAN; AHAMAD, 2018). Inicialmente, a meta estabelecida foi de 20 GW a fim de ser alcançada em até 2022. No entanto, em 2015, a meta foi revisada e a missão considerou atingir 100 GW (SECI, 2020b; ÍNDIA, 2020).

Em 2013, o governo indiano institucionalizou o *National Institute of Solar Energy* (NISE), um organismo dedicado ao estudo de P&D em energia solar (MNRE, 2020; NISE, 2020). Tratou-se, portanto, de uma conversão do Centro de Energia Solar em uma instituição de natureza autônoma, cujo propósito seria de apoiar o MNRE na implementação dos objetivos estabelecidos pela MSNJN, com foco nas funções de coordenação das pesquisas, controle dos projetos, tecnologias e matérias correlatas (MNRE, 2020).

A MSNJN também engendrou linhas de atuação na consecução de objetivos direcionados à promoção de P&D. Os trabalhos da missão estiveram voltados para o acesso à informação, empregada sob domínio público, qualificação de recursos humanos, estimulando o desenvolvimento de expertise necessária para a indústria de energia solar fotovoltaica, incentivos para o setor industrial realizar a ampliação da fabricação e instalações fotovoltaicas (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

Dentro desse contexto, houve tanto projetos financiados pelo governo, como pela iniciativa privada, nesse último, direcionada e apoiada pelo setor público. Assim, fomenta-se desde a construção de sistemas de aquecimentos e secagem provenientes de energia solar, sistemas fotovoltaicos, além de edifícios solares (SAHOO, 2016). Um dos ativos da missão consistiu em seu legado de, dentre outros aspectos, possibilitar a construção de um SNI ancorado no estímulo a pesquisas e inovação direcionados à sustentabilidade (AKOIJAM; KRISHNA, 2017).

Quando Narendra Modi se tornou Primeiro Ministro, em 2014, questionava-se, naquele momento, se Modi provocaria uma revolução no âmbito da política de energia solar (CARRIGTON, 2014). Como se pode perceber, Modi, ainda enquanto Ministro-Chefe de Gujarat, já dedicava atenção aos projetos de parques solares, como se pode visualizar na figura 23, apresentada na página a seguir. Naquela conjuntura, a Índia logrou avanços no campo das energias renováveis. O planejamento do MNRE se fundamentou na estratégica de projeto

nacional da ‘Nova Índia’, cingindo-se da perspectiva indiana de diversificação da matriz energética em face de seus desafios energéticos contemporâneos (SHARMA, 2019).

Já em janeiro de 2015, a Índia substituiu a antiga Comissão de Planejamento – instituição que atuou durante 65 anos – e a transformou no *National Institution for Transforming India* (NITI), comumente identificada como *NITI Aayog* (NITI, 2020; TARAI; KALE, 2018). A missão do NITI é estabelecer as diretrizes e planejamentos gerais das estratégias nacionais de desenvolvimento indiano. Inserido nesse quadro, ressalta-se aquelas direcionadas às avaliações e monitoramento das diversas políticas energéticas (NITI, 2020). Depois da institucionalização da NITI, Takai e kale (2018) apontaram que o governo indiano se dedicou a revisar as metas estabelecidas para a energia solar, como produto destas revisões, detectaram um aumento da capacidade instalada conectada à rede.

A figura 23, exposta a seguir, ilustra uma das visitas de Narendra Modi a um dos parques solares como uma das políticas indiana direcionadas ao setor.

Figura 23 – Visita de Narendra Modi a parque solar em Gujarat.



Fonte: CARRIGTON, Damian. Can Narendra Modi bring the solar power revolution to India? The Guardian. 2014. Fotografia de Ajit Solanki/AP. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2014/sep/30-sp-narendra-modi-india-solar-renewables-energy>. Último acesso em: 06 de mai. 2020.

Presente nas ações de Modi, persiste-se no intuito de alcançar os propósitos de desenvolvimento da energia solar, assim, diferentes estratégias políticas foram estabelecidas

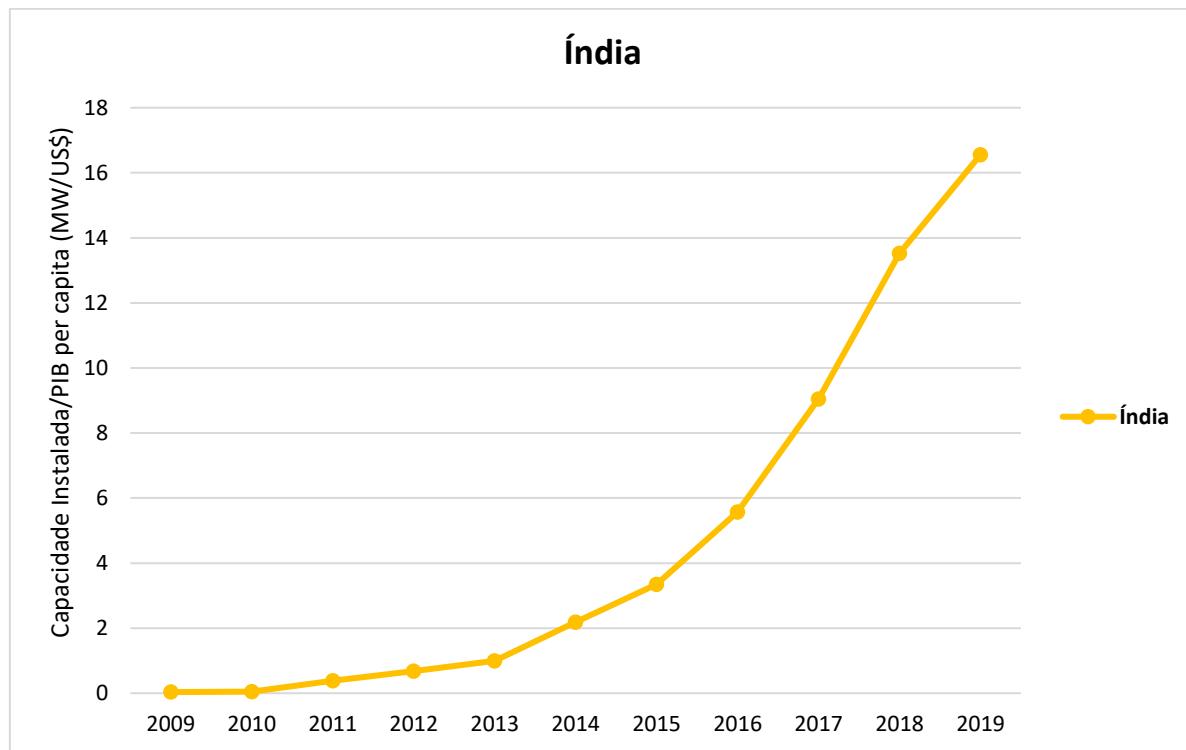
por meio da MSNIN. Uma das políticas se inclinou para a elaboração de cidades solares. Nesse esquema, as cidades solares adotariam uma subtração, em torno de 10%, em sua demanda energética proveniente de fontes poluentes. Nesse cenário, identificou-se a participação de 50 cidades solares que contavam, em cada uma delas, com um financiamento de 5 milhões observados, variavelmente, com o nível populacional e a proposta apresentada (MNRE, 2018 *apud* RAINA; SINHA, 2019).

Dentre os projetos desenvolvidos pela política indiana, além das cidades solares, também foram implementados parques solares (RAINA; SINHA, 2019). Nesse eixo, sob os auspícios do MNRE, elabora-se um programa para incentivar, em cada um dos estados indianos, a construção de parques solares. Compreendeu-se, enquanto proposta, o incentivo à construção de toda uma infraestrutura, cujo suporte contou com o apoio financeiro aos projetos solares sinalizados com uma capacidade superior a 500 MW (SECI, 2020a). Dessa forma, o MNRE contou com a participação de 25 projetos solares (SUMAN; AHAMAD, 2018). As execuções ficaram a cargo da *Solar Energy Corporation of India (SECI)*, uma empresa ligada ao poder estatal indiano, sob a tutela do MNRE. Diversas regiões do território indiano recepcionam as atividades da SECI, assim, o governo central mantém uma política de cooperação e coordenação com as desenvolvidas pelos governos estaduais (SECI, 2020a; SUMAN; AHAMAD, 2018).

A estratégia política concernente aos parques solares dedicou-se à mitigação dos óbices intrínsecos à gestão e a avaliação de riscos. No que se refere aos estados indianos, os parques solares aderiram ao cumprimento de quotas solares, investimentos solares, além de proporcionar oportunidades de empregos para a população da região local (SECI, 2020a). O estabelecimento de uma sinergia entre os desenvolvedores solares e a comunidade local, decorreu das trocas de experiências entre os atores envolvidos no processo de execução dos projetos. Para o período de até 2021-2022, portanto, o governo indiano programou, pelo menos, 50 parques solares, cujo alcance seria de 40.000 MW em energia solar em capacidade instalada (ÍNDIA, 2020).

A construção dessa trajetória possibilitou à Índia desenhar uma linha ascendente, conforme ilustra o gráfico 7, na página a seguir, referente ao nível de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica no período 2009-2019.

Gráfico 7 – Nível de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica na Índia (2009-2019).



Fonte: Elaboração própria com base em IRENA (2019a, 2020a) e World Bank Data (2020a).

Em suma, ao longo das três paisagens fotovoltaicas, conforme apresentadas a partir das trajetórias de Brasil, China e Índia, foi possível evidenciar o papel das políticas estatais no processo de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica. Diante dessas configurações, em seguida, partiu-se para a análise comparativa dos diferentes níveis das políticas empreendidas pelos três países à luz dos padrões e regularidades diagnosticados, até então, no presente trabalho.

8 DAS POLÍTICAS ESTATAIS DE BRASIL, CHINA E ÍNDIA: ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O mundo inteiro reconhece a energia solar como aliada na questão da sustentabilidade e da geração de empregos. Enquanto países avançam no uso dessa tecnologia, com milhões de sistemas instalados na China, Índia, Alemanha, Austrália, Estados Unidos, Japão e Reino Unido, por exemplo, o Brasil, tropical e ensolarado, está “comendo poeira” (SAUAIA; KOLOSZUK, 2021, s.n.).

Das discussões empreendidas nos capítulos anteriores, quanto ao desenho das políticas dedicadas à energia solar fotovoltaica, nos casos de Brasil, China e Índia, parte-se a análise comparativa, com base nas dimensões explicativas. Dessa maneira, questionou-se quais fatores políticos explicam os diferentes níveis de desenvolvimento de Brasil, China e Índia no incentivo à energia solar fotovoltaica? As questões secundárias residiram em compreender: i) como as políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica foram inseridas nas agendas estatais de Brasil, China e Índia? e (ii) quais dimensões políticas explicam os diferentes níveis de desenvolvimento de Brasil, China e Índia no incentivo ao setor de energia solar fotovoltaico? A hipótese central sugeriu que um maior nível das políticas de incentivo estatal correspondeu a um nível mais alto de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico. Dessas indagações, o objetivo geral consistiu em investigar os fatores políticos que explicam os diferentes níveis de Brasil, China e Índia no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no período 2009-2019.

Para tanto, ao considerar a literatura especializada e diante da natureza dos dados observáveis, conforme sinalizado na parte metodológica, o capítulo em tela encontra-se organizado em duas seções, a saber: 1.) das dimensões explicativas das políticas estatais em perspectiva comparada e 2.) das discussões dos resultados. Na primeira seção, considerar-se-á a Dimensão do Planejamento (DP), a Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP) – com suas subdivisões e seguida da Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN). Na segunda seção, tem-se a discussão dos resultados à luz dos principais elementos teóricos e empíricos evidenciados no trabalho.

8.1 DAS DIMENSÕES EXPLICATIVAS DAS POLÍTICAS ESTATAIS EM PERSPECTIVA COMPARADA

8.1.1 Dimensão do Planejamento (DP)

Brasil e China iniciaram ainda, na década de 1950, seus primeiros estudos relacionados às células fotovoltaicas. No entanto, no caso brasileiro não houve, naquele momento, uma política que contemplasse a energia solar fotovoltaica, apenas a realização de estudos isolados no contexto de grupos universitários a fim de ampliarem seus conhecimentos sobre essa fonte energética. No caso da China, através da Política Energética Rural (PENRU) considerou, dentre outras fontes, o uso da energia solar no contexto do propósito de ampliar o acesso à eletricidade no meio rural (YISHENG et. al., 2002).

A Índia, por sua vez, apesar de reconhecer a emergência da energia solar no mundo em seu 3º Plano Quinquenal (1961-1966) (3PQIN), somente em seu 6º Plano Quinquenal (1980-1985) (6PQIN) considerou a possibilidade de adoção da energia solar nos delineamentos de uma política energética direcionada, sobretudo, ao cenário de eletrificação rural (KAPOOR et. al., 2014). Na década seguinte, em 1993-1994, a IREDA desenvolveu um programa direcionado ao fomento da energia solar fotovoltaica, com base nas experiências indianas acumuladas pela instituição e com foco principal na comercialização da própria tecnologia (BHATTACHARYA; JANA, 2009; ALI; SEMWAL, 2014).

Com o PRODEEM, em 1994 (BRASIL, 1994) e o *Brightness Programme* (BRIP), em 1996 (IEA, 2012), Brasil e China contemplaram, respectivamente, a possibilidade de incentivo à energia solar fotovoltaica. Ambos os projetos foram destinados às áreas de comunidades remotas e desprovidas de acesso à eletricidade. No caso brasileiro, o Programa não especificou qual energia renovável seria priorizada (BRASIL, 1994). Já o governo chinês, por meio do BRIP, estabeleceu o compromisso de injetar 10 bilhões de RMB com o propósito de ampliar o acesso da energia solar fotovoltaica, principalmente na região oeste do país (JIAHUA et. al. 2006; ZHANG; HE, 2013 *apud* ANDREWS-SPREND; ZHANG, 2019).

No início do novo milênio, Brasil, China e Índia ampliaram o interesse e o espaço da energia solar fotovoltaica em seus respectivos programas energéticos. No Brasil, em 2003, mediante a finalidade de assegurar a universalização da energia elétrica, o PLpT considerou a utilização das tecnologias de energia solar e eólica (BRASIL, 2003). No que tange à China, por sua vez, logo depois do 10º Plano Quinquenal (2001-2005) para o Desenvolvimento Econômico e Social (10PQDES), cuja a meta residiu em 15 MW para a produção de células fotovoltaicas

e 53 MW em capacidade acumulada (CHINA, 2001), implementou-se o Plano de Eletrificação Rural, o *Township Electrification Program* (TEP), contando com a adoção da energia solar e eólica como fontes energéticas (CHINA, 2003). Dessa forma, no âmbito do TEP, 20 MW em energia solar fotovoltaica e eólica e 20 MW em pequenas hidrelétricas foram as metas estabelecidas. Apontou-se ainda que, com base nessas condições, o programa atenderia mais de 1000 municípios, com estimativa de inclusão de um milhão de pessoas (IEA, 2012).

Em seguida, o Brasil estabeleceu um conjunto de planos e programas nos marcos de continuidade de sua política energética: o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) – dedicado a promover e ampliar as metas energéticas na modalidade da geração distribuída (BRASIL, 2007a), o PHCMV (BRASIL, 2009), o PADIS – direcionado a indústria de semicondutores em geral (BRASIL, 2007b) e o PNEE (2011) – dedicado a uma política mais ampla voltada à eficiência energética, onde apontou a necessidade de incentivar a instalação de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos (BRASIL, 2011). Na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2012-2015) (ENCTI 2012), por exemplo, o país reconheceu a necessidade de desenvolver a cadeia produtiva do setor fotovoltaico, bem como a necessidade de apoio a indústria de peças e equipamentos para energias renováveis, incluindo dentre outras fontes, a energia solar (BRASIL. MCTI, 2012).

No quadro da política chinesa, o 11º Plano Quinquenal Nacional (2006-2010) para o Desenvolvimento Econômico e Social (11PQDES) estabeleceu a meta de construção de projetos, em 50 municípios, de demonstração em energias renováveis. Dessa forma, o governo chinês assinalou o interesse de promover as energias oriundas de fontes hidrelétricas, eólica e solar fotovoltaica (CHINA, 2006a; CHINA, 2006b). Em 2007, a China instituiu o Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para Energias Renováveis (PDMLER), sinalizando 150MW, em 2010, e 300MW, em 2020, nas áreas rurais e de difícil acesso à eletricidade provenientes da energia solar fotovoltaica (CHINA, 2007). Além disso, em 2009, conforme mencionado, a China intensificou sua atuação por meio de dois programas fundamentais para o fomento da energia solar, conforme mencionado – o RSP e o GSP.

No plano nacional indiano, observa-se uma estratégia política integrada, quando comparada ao empreendimento pelo Brasil. Decorrente da necessidade de redução dos gases poluentes ao meio ambiente, nos marcos do Plano de Ação Nacional de Mudanças Climáticas (PANMC), o governo indiano explicitou um conjunto de oito missões específicas, direcionadas ao desenvolvimento nacional (ÍNDIA, 2008). Dentro desse quadro político, sublinhou-se a MSNIN (2010). A MSNIN se traduziu, sobretudo, no interesse indiano em liderar o setor de energia solar. No âmbito da referida Missão, um de seus propósitos consistiu em transformar a

Índia em um país líder em toda cadeia do setor solar fotovoltaico, primando por componentes de baixo custo e alta tecnologia (ÍNDIA, 2010).

Nessa direção, em 2011, o governo indiano lançou o Plano Estratégico para o Setor de Novas Energias e Renováveis (PENER) para o período 2011-2017. A estratégia empreendida se consubstanciou em, além de ampliar o mix energético da Índia, com o emprego das diversas fontes de energias renováveis, alcançar 4 GW em energia solar fotovoltaica através da geração descentralizada (ÍNDIA, 2011). Ressalta-se ainda que, naquele mesmo ano e nos quadros da MSNIN, o governo estabeleceu uma Política Solar para a região de Rajasthan (PSRaj). O intuito dessa política consistiu em tornar o estado um dos pólos exportadores em componentes fotovoltaicos para as demais regiões do país. Dedicaram-se, assim, esforços para a construção de parques solares, incluindo P&D, usinas solares térmicas e fotovoltaicas, além de estudos específicos e treinamentos (IEA, 2011). O projeto demarcou a meta de 50 MW, além da venda direta, certificadas pelas Companhias Distribuidoras (DISCOMS) do Rajasthan com as metas de 200 MW, em 2013, e 400 MW adicionais, em 2017 (IEA, 2011).

Voltando-se para a China, o governo emitiu uma série de planos que contemplaram a energia solar fotovoltaica. O 12º Plano Quinquenal (2011-2015) para o Desenvolvimento Econômico e Social Nacional (12QDES), 12º Plano Quinquenal de Desenvolvimento de Energia Renovável (12QDER), o White Paper: política energética da China de 2012, bem como a emergência do 12º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Energético (12PQDE) (CHINA, 2011; 2012a; 2012b). Dos planos chineses ressalta-se o estabelecimento de um planejamento dedicado ao campo da energia solar. No 12º Plano Quinquenal do Desenvolvimento de Energia Solar (12PQSolar) (2012-2015) evidenciou-se o propósito específico de alcançar, até o final de 2015, a meta de 21 GW em capacidade instalada (CHINA, 2012a).

Diante desse quadro, cumpre considerar que a China compreendeu a atualização dos potenciais geográficos de cada uma de suas regiões. Na China Central e Oriental, por exemplo, priorizou-se o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica em sua modalidade de geração distribuída. No norte e oeste do território chinês, dedicou-se à construção de uma usina fotovoltaica que, por meio da modalidade conectada à rede, sinalizou atingir a meta de 10 GW em capacidade instalada (CHINA, 2012a). Além disso, diretrizes para o setor energético solar foram estabelecidas. Para as bases do sistema de energia solar fotovoltaico indicou alcançar 10 GW na modalidade distribuída, bem como o emprego de 250 bilhões de yuan em investimentos. Dentro desse contexto, indicou-se a criação de uma nova cidade de demonstração de energia solar, contando com aprimoramentos no sistema de inovação tecnológica, melhoria da

eficiência da indústria e dos produtos fotovoltaicos, fomento a um ambiente sustentável no processo de produção solar; além de aperfeiçoamentos nos âmbitos do planejamento, implementação, organização e avaliação da própria política empreendida para a energia solar fotovoltaica (CHINA, 2012a).

No caso da Índia, em 2012, se apresentou o 12º Plano Quinquenal (12PQIN) para setores econômicos, com a indicação de alcance de 10 GW em energia solar. Projeteu-se, além das 60 cidades solares, a construção de um projeto modelo para a construção de cidades verdes e a incorporação da energia solar em áreas turísticas, religiosas e locais relevantes (ÍNDIA, 2012).

O Brasil, por sua vez, engendrou uma iniciativa intersetorial entre o MME e a EPE, possibilitando a publicação de um conjunto de informações sobre planos de ampliação da energia elétrica em diversas localidades do território nacional. Desse modo, o governo brasileiro deu início a uma série de Planos Decenais de Expansão Energética (PDEE) (BRASIL/MME/EPE, 2006; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2017; 2018; 2019). Dessa forma, com base na apreciação desses planos diagnostica-se que, a partir de 2013, com a emissão do PDEE 2022, se incorpora a energia solar fotovoltaica no âmbito da política de expansão energética brasileira. Antes disso, em 2012, por exemplo, apenas ressaltavam-se as oportunidades econômicas e ambientais com a promoção da energia solar fotovoltaica (BRASIL. MME/EPE, 2012).

Ainda em 2013, o Brasil implementou o Programa Inova Energia (INOVA). O propósito do programa consistiu no fomento à difusão de componentes da indústria eletrônica, sistemas integrados e redes inteligentes de eletricidade, as denominadas *smart grids*. Na prática, caracterizou-se no apoio político às empresas brasileiras, em seu processo de desenvolvimento das cadeias produtivas de tecnologias de energias renováveis, incluindo não apenas a solar fotovoltaica, mas a solar térmica e eólica (BRASIL, 2013). Já em 2015, conforme mencionado, com o ProGD, um programa dedicado ao incentivo à geração distribuída e cogeração, que além de contemplar outras fontes renováveis, dedicou esforços à energia solar fotovoltaica (BRASIL, 2015a).

Na China, para o período 2014-2020, destacam-se os Planos de trabalho do Projeto fotovoltaico de Redução da pobreza que, através da implementação de subsídios, apoiou 30 municípios das províncias de Ningxia, Shanxi, Qinghai, Hebei, Gansu e Anhui. Houve, portanto, esforços para o fomento à agricultura e ampliação do emprego e renda das populações locais, bem como o Plano Nacional de Mudanças Climáticas 2014-2020 com projeção de 100 GW em energia solar (CHINA, 2014a; CHINA, 2014b).

Retomando o caso do Brasil, observa-se que os PDEEs (2022; 2023; 2024; 2026; 2027 e 2029) apresentaram uma série de prognósticos e avaliações de cenários com a inclusão das diversas fontes de energias. Propôs-se a expansão controlada da energia solar (BRASIL/MME/EPE, 2012), uma perspectiva de inserção ampliada nas zonas rurais (BRASIL/MME/EPE, 2013) com uma estimativa de expansão de 1 GW, até 2022, visualizando um cenário de 7 GW para o período 2017-2026 (BRASIL. MME/EPE, 2017) e a expansão da energia solar fotovoltaica, principalmente na região Nordeste do país se daria, sobretudo, em função do cenário de tendência de queda dos preços (BRASIL/MME/EPE, 2019). Em suma, os PDEEs se caracterizaram mais na qualidade de estudos prospectivos. Em suas expressões, ressalta-se que “as expansões propostas nos estudos prospectivos não estão restritas ao aproveitamento de projeto solares e eólicos e poderão ser aproveitados para o escoamento de energia proveniente de quaisquer tipos de fontes” (BRASIL. MME/EPE, 2017, p. 147).

Por outro lado, quando se inclina o olhar para a Índia visualiza-se que, em 2015, sob a salvaguarda da MSNIN e mediante a emissão da Resolução Ministerial (RM2015), o governo ampliou a meta de energia solar conectada à rede para 100.000 MW, considerando o período de alcance em 2021-2022 (ÍNDIA, 2015b). Institucionalizou-se, nesse sentido, o *Grid Connected Solar Rooftop Programm* (GCSR) com o objetivo de atingir 40 GW até 2022 em telhados solares (INDIA, 2019).

Em 2016, no âmbito da MSNIN, a Índia emitiu um conjunto de diretrizes dedicadas ao fomento de Parques Solares. Fixou-se a meta de implementar 25 parques solares, contando com 500 MW em cada um, inseridos, consequentemente, em um propósito mais amplo de atingir 20 GW de capacidade instalada em energia solar (ÍNDIA, 2016a). Em 2017, sendo elevada em mais 20 GW adicionais (ÍNDIA, 2021). Em suma, vale salientar que sob os marcos da MSNIN, evidenciou-se uma perspectiva ancorada numa visão de longo prazo, possibilitando a instalação de projetos solares fotovoltaicos conectados à rede com o propósito de criar na Índia um centro de manufatura referente ao setor solar fotovoltaico (ÍNDIA, 2021).

Quanto à China, por meio da política energética de longo prazo, conduzida por Xi Jinping, em 2016, emitiu-se a política da Revolução Estratégica de Produção e Consumo Energético (2016-2030). A iniciativa política apresentou aspectos relevantes sobre as perspectivas de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. Reputou-se, nesse aspecto, incentivar a produção de energia solar e eólica, através da utilização de tecnologias inteligentes, fomentando as P&D em energia solar a fim de melhorar a eficiência das células solares, ampliar as centrais fotovoltaicas em regiões remotas e zona rurais a fim de combater a pobreza. Possibilitou-se a geração de eletricidade a partir do hibridismo energético, entre as fontes solar

e eólica, por exemplo, além de aprimorar os padrões gerenciais e da proteção ambiental no decorrer do processo de geração da energia solar (CHINA, 2016b).

Para circunscrever o período 2016-2020, a China lançou o 13º Plano Quinquenal de Desenvolvimento das Indústrias Emergentes Estratégicas (13PQDIEE), o 13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia Elétrica (13PQDEE), o 13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Energético (13PQDE) e o 13º Plano Quinquenal de Desenvolvimento de Energia Renovável (13PQDER). Nesses planos, a China apresentou metas específicas para o desenvolvimento da energia solar (CHINA 2016c, 2016d, 2016e, 2016g). Registrhou-se, portanto, 65 GW provenientes de energia solar fotovoltaica, 45 GW advindos de centrais fotovoltaicas e 5 GW decorrentes da solar térmica, compreendendo um total de 110 GW em energia solar fotovoltaica (CHINA, 2016f). Dentro desse cenário, conforme salientaram Ball et. al., ressaltou-se a perspectiva chinesa para o campo da energia solar ativamente dedicadas ao fomento de P&D, comprometendo-se em reestruturar o campo tecnológico chinês dedicado ao setor fotovoltaico (BALL et. al., 2017). Dentro do 13PQSolar, a China evidenciou um planejamento dedicado a liderar o setor solar fotovoltaico. Sinalizou-se, nesses termos, promover a elaboração de produtos solares líderes, melhoria nos sistemas de testes, métodos e organização das empresas, avançar na liderança no desenvolvimento do processo de tecnologia avançada do setor solar fotovoltaico (CHINA, 2016a).

Já em 2017, a Índia emitiu uma Agenda de Ação de Três Anos 2017-2018 a 2019-2020 (AGTIN). Na iniciativa se estabeleceu uma meta de 40 GW, em energia solar para sistemas *off-grid* com possibilidade de ser aplicada em diversos setores, tais como residencial, setor industrial, agrícola e comercial em geral. Além disso, evidenciou-se a necessidade de organizar uma campanha educativa, de modo a conscientizar os agricultores dos benefícios, em termos de sustentabilidade e eficiência, da utilização de microsistemas de irrigação movidos a energia solar (ÍNDIA, 2017a). No caso brasileiro, em 2018, por meio do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias Renováveis e Biocombustíveis (PCTIRB) (BRASIL. MCTIC. SDTI, 2018) e da ENCTI (2018) para o período 2016-2022 (BRASIL. MCTIC, 2018) registraram o intuito de promover, dentre as fontes de energias renováveis, a energia eólica e solar.

Em síntese, ao considerar esses delineamentos, o quadro a seguir sistematiza as principais políticas e/ou metas estabelecidas que contemplam a energia solar nos casos de Brasil, China e Índia.

Quadro 16 – Principais políticas que envolvem a energia solar no Brasil, China e Índia.

POLÍTICAS E METAS								
BRASIL			CHINA			ÍNDIA		
ANO	POLÍTICA	DESCRIÇÃO/META	ANO	POLÍTICA	DESCRIÇÃO/META	ANO	POLÍTICA	DESCRIÇÃO/META
1950 – 1990								
			1950 - 1970	Política Energética Rural (PENRU).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolver o problema da escassez de energia no meio rural, incluindo a utilização de fontes oriundas da energia solar e biogás; ✓ Focar em estabelecer preços acessíveis para o desenvolvimento agrícola. 	1951 - 1956	1º Plano Quinquenal da Índia (1PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menção marginal a energia solar, embora reconheceu que os recursos energéticos indianos apenas contaria, naquele momento, com ênfase no carvão, petróleo e hidrelétrica.
			1983	Política Econômica Rural (PECRU).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sinalizou a necessidade de promover o desenvolvimento de pequenas hidrelétricas, energia solar, eólica, biogás, dentre outras fontes. 	1961 - 1966	3º Plano Quinquenal da Índia (3PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Houve menção, porém marginal ao uso da energia solar.
			1986 - 1990	7º Plano Quinquenal Nacional da China (7PQNCH).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explorar os recursos energéticos da energia solar em áreas rurais; ✓ Menção marginal à energia solar, incluindo eólica, hidro e geotérmica. 	1980 - 1985	6º Plano Quinquenal da Índia (6PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconheceu a importância do desenvolvimento da energia solar; ✓ Recomendou a construção de um centro de P&D para estudos dedicados a energia solar; ✓ Sinalizou para a elaboração de um futuro programa de energia solar fotovoltaico.

						1985 - 1990	7º Plano Quinquenal da Índia (7PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconheceu o potencial da energia solar fotovoltaica na Índia, embora sinalizasse os altos preços para o desenvolvimento das tecnologias que deveriam ser reduzidos por meio de apoio à P&D aplicados.
1991-2000								
1994	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possibilitar a ampliação de microssistemas e realizar a descentralização energética a fim de alcançar localidades remotas. 	1996 - 2000	9º Plano Quinquenal Nacional da China (9PQNCH)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acelerar o processo de promoção do acesso a energia em área rurais e, no âmbito das fontes renováveis, sinalizou estabelecer medidas para o uso da energia solar, pequenas hidrelétricas, geométrica, eólica e biomassa. 	1993 - 1994	Programa de Desenvolvimento da Energia Solar. (PDES)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promover da energia solar fotovoltaica no âmbito da IREDA; ✓ Fomentar a comercialização da energia solar fotovoltaica.
			1996	Brightness Programme (BRIP)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possibilitar, até 2010, o acesso a eletricidade de em torno 23 milhões de pessoas, incluindo as fontes eólica, solar e hidrelétrica. 	1992 - 1997	8º Plano Quinquenal da Índia (8PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Projetou o desenvolvimento de tecnologias de energia solar fotovoltaica; ✓ Elaboração e implementação de projetos direcionados às células fotovoltaicas.
						1997 - 2002	9º Plano Quinquenal da Índia (9PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconheceu o papel das energias renováveis no processo de transição energética, incluindo a energia solar; ✓ Ressaltou a realização de projetos de P&D na área da energia solar fotovoltaica, incluindo células de silício; ✓ Implementação de um programa direcionado às

								células solares de eficiência.
2001-2010								
2003	Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Programa Luz para Todos (PLpT).	✓ Entre as opções tecnológicas adotou sistemas de energia solar e eólica para o acesso à energia.	2001	10º Plano Quinquenal Nacional para o Desenvolvimento Econômico e Social. (10PQDES).	✓ Fomentar a comercialização de tecnologias de energias renováveis (fotovoltaica, eólica e bioeletricidade) em áreas rurais; ✓ Elevar a produção de células solares para 15MW e capacidade acumulada de 53MW.	2001/ 2002	Programa de Eletrificação em Vilas Remotas (PEVR)	✓ Promover a eletrificação em vilas remotas, incluindo a utilização da energia solar.
2007	Plano Nacional de Energia (PNE) 2030.	✓ Estabelecer a ampliação da regulamentação da Geração Distribuída e fomento à segurança energética. ✓ Houve uma sinalização periférica para o uso da energia solar fotovoltaica.	2002/ 2003	Township Electrification Program. (TEP)	✓ Fomentar a energia solar e eólica como fontes energéticas para abastecer populações de zonas rurais.	2002 - 2007	10º Plano Quinquenal da Índia (10PQIN)	✓ Reconheceu o papel da energia solar fotovoltaica, principalmente em áreas rurais e remotas; ✓ Demonstração de aplicabilidades da energia solar fotovoltaica; ✓ Propõe-se eletrificar 4000 aldeias por meio da energia solar.
2007	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS)	✓ Fomentar a indústria de semicondutores, incluindo componentes solares fotovoltaicos.	2005/ 2006	Lei das Energias Renováveis (LEREN)	✓ Fomentar a utilização de fontes de energias renováveis com o propósito de ampliar a segurança energética, melhorar a eficiência e acesso da eletricidade de modo compatível com o meio ambiente. ✓ Promover o amplo acesso ao uso de energias renováveis incluindo o uso da energia solar fotovoltaica.	2003	Lei de Eletricidade (Política de eletricidade). (LEI2003)	✓ Promover a geração de eletricidade a partir de fontes de energias renováveis; ✓ Favorecer o acesso a energias renováveis por meio de quotas e subsídios; ✓ Desenvolver uma política de eletrificação rural contando com a participação de fontes renováveis.

2008	Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC)	✓ Substituir as fontes oriundas de combustíveis fósseis por energias renováveis, incluindo hidrelétrica, energia solar e eólica.	2006 - 2010	11º Plano Quinquenal Nacional para o Desenvolvimento Econômico e Social. (11PQDES)	✓ Construir, em 50 municípios, projetos de demonstração em energias renováveis, incluindo solar fotovoltaica, hidro e eólica.	2006	Política de Eletrificação Rural (PERural)	✓ Possibilitar o acesso à eletricidade por meio do uso da energia solar fotovoltaica na zona rural e regiões remotas por meio de sistemas independentes da rede.
2009	Programa Habitacional Minha Casa, Minha Vida. (PHMCMV)	✓ Autorização para custeio de equipamentos de energia solar, dentro do âmbito do PHMCMV.	2006 - 2010	Programa Nacional de P&D de alta tecnologia (PNP&D) – 863.	✓ Fomentar projetos orientados ao desenvolvimento tecnológico, incluindo o setor de energia solar; ✓ Possibilitar o financiamento de empresas privadas ligadas à P&D em fontes renováveis, incluindo aquelas dedicadas à energia solar.	2007 - 2011	11º Plano Quinquenal da Índia (11PQIN)	✓ Reconhece o papel das energias renováveis no processo de mitigação das mudanças climáticas e independência energética, incluindo a energia solar; ✓ Sublinha o papel do MNRE na promoção de programas para iluminação elétrica e bombeamento de água por meio do uso da energia solar fotovoltaica. ✓ Reafirma o interesse em apoiar programas de P&D em energias renováveis, incluindo sistemas solares.
			2006 - 2010	Programa Nacional de Projetos e Pesquisa Básica (PNPB) – 973	✓ Promover a continuidade do desenvolvimento tecnológico na área de energia, incluindo energia solar, além de eólica, biomassa e nuclear.	2008	Plano de Ação Nacional sobre Mudanças Climáticas (PANMC)	✓ Sinaliza um conjunto de políticas orientadas para a mitigação das mudanças climáticas; ✓ Estabelece oito missões direcionadas a redução de gases poluentes, incluindo a MSNJP.
								✓ Criar uma estrutura de política habilitada à implantação de 20.000 MW de energia solar até 2022.

			2006 - 2010	Programa de P&D em Tecnologias-Chave – (PDTC)	✓ Incentivar o desenvolvimento de P&D em energia solar.	2010 - 2022	Missão Solar Nacional Jawaharlal Nehru (MSNPN)	✓ Estabelecer a liderança global indiana no âmbito da fabricação de toda a cadeia de energia solar. ✓ Atingir de 4 a 5 GW em capacidade instalada até 2020. ✓ Perfazer, anualmente, uma meta de 2GW em capacidade de células solares.
			2007 - Atual	Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para Energias Renováveis. (PDMLER)	✓ Ampliar a participação das tecnologias de energias renováveis no campo, principalmente a energia solar, eólica e hidrelétrica para o funcionamento de máquinas agrícolas.			
			2009	Rooftop Solar Program (RSP)	✓ Fornecer 15 RMB/W a projetos direcionados a telhados solares e 20 RMB/W a projetos fotovoltaicos integrados às edificações. ✓ Subsidiar projetos dedicados a ampliação da energia solar fotovoltaica em telhados; ✓ Apoiar os desenvolvedores de projetos solares fotovoltaicos em todas as partes do território chinês.			
			2009	Golden Sun Programme (GSP).	✓ Fornecer subsídios ao desenvolvimento da energia fotovoltaica, estabelecendo uma meta de 500MW em capacidade instalada até 2012; ✓ No nível nacional, os desenvolvedores contam com 70% subsidiado pelo governo do custo total;			

						✓ Sinalizou que os projetos de até 30KW são elegíveis para até 50% dos custos referentes a instalação, transmissão e distribuição da energia gerada.			
2011-2019									
2011	Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEE)	✓ Indicação para instalar sistemas fotovoltaicos em prédios públicos, sem metas específicas. Referência marginal à energia solar fotovoltaica.	2011 - 2015	12º Plano Quinquenal (2011-2015) Nacional para o Desenvolvimento Econômico e Social. (12PQDES)	✓ Construir usinas solares com 5GW em capacidade instalada. Inner Mongólia, Ningxia, Tibete, Gansu, Yunnan e Xinjiang foram as regiões ressaltadas para a aplicação dos projetos.	2011 - 2017	Plano Estratégico para o Setor de Novas Energias e Renováveis para o Período 2011-2017. (PENER)	✓ Desenvolver projetos de tecnologias renováveis, os demonstrando e comercializando em colaboração integrada com empresas, cientistas e instituições tecnológicas. ✓ Atingir 4GW em energia solar fotovoltaica descentralizada; ✓ Ampliar em 6%, até 2022, a participação de energias renováveis no mix energético e, em 10%, no mix total da eletricidade.	
2012	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 (ENCTI 2012)	✓ Reconhece a necessidade de desenvolvimento da cadeia fotovoltaica até o grau solar; ✓ Apoiar a indústria tecnológica de peças e equipamentos de energia eólica, solar, biomassa e hidrelétrica.	2012 - 2015	12º Plano Quinquenal de Desenvolvimento da Energia Solar (12PQSolar)	✓ Priorizar o sistema de energia solar fotovoltaico com uma capacidade estimada em 10 GW na modalidade distribuída; ✓ Promover as localidades de Qinghai, Gansu, Mongolia Interior e Xinjiang por meio de usinas fotovoltaicas conectadas à rede com capacidade instalada de 10GW; ✓ Projeta-se 50 milhões de KW em capacidade instalada até 2020; ✓ Estima-se a realização de 250 bilhões de Yuans em investimentos;	2011	Política Solar para a região de Rajasthan (PSRaj)	✓ Alcançar 66 MW em capacidade instalada em energia solar em Rajasthan no âmbito da MSNIN; ✓ Estabelecer 50 MW em energia solar termica e fotovoltaica, respectivamente para ambas, aos licitantes vencedores. ✓ Promover uma política híbrida com energia solar a fim de substituir aos geradores movidos a diesel; ✓ Apoiar a instalação de energia solar em 200MW, até 2013 e mais 400MW,	

					<ul style="list-style-type: none"> ✓ Criar uma nova cidade de demonstração de energia solar; ✓ Aprimorar o sistema de inovação tecnológica; ✓ Melhorar a eficiência da indústria e dos produtos fotovoltaicos; ✓ Fomentar um ambiente sustentável na produção de energia solar; ✓ Promover ativamente a cooperação internacional. ✓ Aprimorar a gestão da política de energia solar. 			até 2017 por meio da venda aos Dicoms do Rajasthan.
2012	Resolução Normativa 432/2012	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introduz o sistema de medição líquida, micro e mini geração distribuída. 	2012 - 2015	12º Plano Quinquenal de Desenvolvimento da Energia Renovável (12PQDER)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Projeta-se atingir, até 2015, a capacidade instalada de 21 GW em energia solar; compondo-se de 10GW em usinas fotovoltaicas e 1GW termosolar e 10 GW on-grid e off-grid. 	2012 - 2017	12º Plano Quinquenal da Índia (12PQIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atingir 30 GW em energias renováveis, sendo 15 GW para eólica e 10 GW em energia solar, além de 2.100 hidrelétricas de pequeno porte e o saldo restante provenientes de biomassa; ✓ Sinalizou que o estabelecimento de quotas e CER, de modo a edificar um cenário positivo para a ampliação do uso da energia solar por parte dos consumidores; ✓ Institucionalizou o National Institute of Solar Energy dedicado aos desenvolvimento tecnológico de energia solar e tecnologias solares híbridas.
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incentivar a indústria de eletrônicos, sistemas e soluções com metodologias integradas 			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estima-se que a capacidade instalada de energia solar seja superior a 21GW até 2015, com uma área de 	2015	Resolução Ministerial para a ampliação de	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar as metas da MSNIN quanto aos Projetos de Energia Solar conectada à rede de 20 GW para 100 GW até o ano 2021-2022.

2013	Plano Inova Energia (INOVA).	para o estabelecimento de redes <i>smarts grids</i> . ✓ Fomentar o desenvolvimento tecnológico de empresas brasileiras no cômputo das energias renováveis, incluindo eólica, solar fotovoltaica e termosolar.	2012 - Atual	White Paper: Política energética da China 2012 (WP2012)	recepção de calor solar de 400 milhões de m ² . ✓ Criar, até 2015, 200 condados com uso de energia verde e 1.000 aldeias com uso de energia solar.	- Atual.	projetos de energia solar conectada à rede para 100.000 MW até o ano 2021-22 sob a MSNIN (RM2015)	✓ Atingir nos próximos sete anos a meta de 40 GW em solar fotovoltaicos em telhados conectados à rede. ✓ Atingir 60 GW em energia solar concentrada em parques solares, subestações e pequenos projetos localizados fora dos parques solares.
2013	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2022.	✓ Observou-se que a autoprodução e a energia solar fotovoltaica representarão, até 2022, aproximadamente 15% de eletricidade consumida e 2,7% da demanda energética total do país.	2013 - 2015	12º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Energético. (12PQDE)	✓ Projeta-se, até 2015, atingir 100 GW em energia eólica. 21 GW em energia solar, além de 13GW em biomassa e 3 GW provenientes de resíduos sólidos.	2016 - Atual	Diretrizes para o Desenvolvimento de Parques Solares (DDPS)	✓ Implementar 25 parques solares, com 500 MW cada, a fim de atingir 20 GW de capacidade instalada em energia solar.
2014	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2023.	✓ Indicação de construção de usinas fotovoltaicas em 2017. ✓ Indicação de Realização de Leilões; ✓ Reconhece o papel da energia solar fotovoltaica no desenvolvimento da economia nacional.	2014 - 2020	Plano de trabalho do Projeto fotovoltaico de Redução da pobreza (PTPFRP)	✓ Até 2020, realizar o projeto de redução da pobreza contando com uso da energia solar fotovoltaica; ✓ Apoiar os municípios e o trabalho em âmbito nacionais de outros países no combate à pobreza por meio de sistemas de energia solar; ✓ Desenvolver os primeiros projetos de redução da pobreza com uso de sistemas fotovoltaicos, a fim de promover o acesso a energia em 30 municípios das províncias de Ningxia, Anhui, Shanxi, Hebei, Gansu e Qinghai, por meio de projetos-piloto de demonstração.	2016	UJWAL BHARAT (UBHARAT)	✓ Fomentar o acesso a eletricidade em localidades afastadas dos grandes centros urbanos; ✓ Conectar regiões indianas ainda desconectadas de eletricidade; ✓ Promover a disseminação da energia solar em localidades remotas.

2015	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2024.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evidenciou a instalação de plantas fotovoltaicas, principalmente em regiões mais afastadas dos centros e na zona rural ✓ Visualizou um cenário de expansão de 6 GW, até 2024, decorrentes de leilões realizados nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste. 	2014 - 2020	Plano Nacional de Mudanças Climáticas da China 2014-2020 (PNMCC)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estebece até 2020, 100 GW em capacidade instalada em energia solar, com 800 milhões de m² em cobertura de superfície terrestre. 	2017	Projeto da Política de Desenvolvimento de Tecnologia e Inovação para Novas Energias e Renováveis (PDTIER)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconhece o papel da tecnologia na promoção do acesso de energia; ✓ Considera a tecnologia solar fotovoltaica como uma das fontes de energias renováveis.
2015	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída – (ProGD)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incentiva a ampliação da geração de energia distribuída na rede elétrica. ✓ Estabelece para a solar fotovoltaica um valor de 454,00/MWh. 	2015	Made in China 2025 (MC2025)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fomentar novos componentes e ferramentas tecnológicas de energias renováveis; ✓ Promover Modelos de redes eletricas inteligentes. 	2017 - 2020	Agenda de Ação de Três Anos da Índia. 2017-18 a 2019-20 (AGTIN)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atingir, até 2019-2020, 100 GW em capacidade instalada em fontes de energias renováveis e 175 GW até 2022. 20GW em capacidade de energia solar na modalidade off-grid, até 2019-20 e 40 GW até 2022. ✓ Somar no período, 15,8 GW e 53GW, respectivamente, em energia eólica e solar. ✓ Propor uma campanha nacional de conscientização, principalmente para agricultores sobre os benefícios do uso da energia solar em pequenas áreas de irrigação.
2017	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2026	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Visualiza-se um cenário de expansão de energia solar fotovoltaica de 7 GW para o período 2017-2026; ✓ Recomendou o desenvolvimento de um programa para a ampliação de 1GW em 	2016	Revolução Estratégica de Produção e Consumo Energético (2016-2030). (RE2030)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoiar o desenvolvimento e produção da energia solar e eólica por meio de tecnologias inteligentes; ✓ Fomentar as P&D em energia solar melhorando a eficiencia das células solares; ✓ Promover as centrais solares fotovoltaicas a fim 	2018 - atual	Política Nacional Híbrida Eólica-Solar. (PNHES)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A Índia fixou uma meta de 175 GW em capacidade instalada a partir de fontes de energia renováveis. ✓ Adicionar 100 GW de energia solar e 60 GW de capacidade de energia eólica.

		<p>energia fotovoltaica até 2020;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ressaltou a necessidade de queda dos preços, embora já se apontasse para esse cenário. 			<ul style="list-style-type: none"> ✓ de combater a pobreza em zonas periféricas e rurais. ✓ Possibilitar a geração de energia híbrida eólica-solar; ✓ Aprimorar os padrões gerenciais e de proteção ambiental no processo de geração da energia solar. 			
2018	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2027.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Projetava-se uma ampla participação das energias eólica e solar, principalmente na região Nordeste; ✓ Destacou uma tendência de diminuição do preço de forma sustentável com impacto na dinâmica do setor fotovoltaico. 	2016 - 2020	13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Indústrias Emergentes Estratégicas. (13PQDIEE)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atingir, até 2020, uma meta superior a 110 GW em capacidade instalada, compondo-se por 60 GW em energia solar fotovoltaica distribuída; 45GW em usinas fotovoltaicas e 5GW em usinas térmicas. 	2018	Plano Nacional de Eletricidade (PNE2018)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atingir 100 GW em capacidade instalada para energia solar até 2022.
2018	Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias Renováveis e Biocombustíveis (PCTIRB)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desenvolver novas tecnologias para fonte de energia solar fotovoltaica e eólica, em observância às condições nacionais. 	2016 - 2020	13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia Elétrica. (13PQDEE)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoiar os residentes locais a participarem da produção de energia solar em telhados; ✓ Fomentar a autoprodução de energia limpa, incluindo a solar e compartilhar seus resultados energéticos. 			
2018	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 (ENCTI 2018)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instalação de um instituto de tecnologia em energias renováveis, com foco inicial em eólicas e posteriormente energia solar. 	2016 - 2020	13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia Solar. (13PQSolar)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcançar, até o final de 2020, a energia solar instalada de 110 GW, dos quais, a energia fotovoltaica representará uma meta superior a 105GW. ✓ Construir, até 2020, 100 zonas dedicadas a demonstração de projetos de energia solar fotovoltaicas na modalidade distribuídas; ✓ Assegurar 80% das novas edificações implantem telhados solares e 50% das edificações existentes implantem esse sistema. 			

2019	Plano Decenal de Expansão Energética (PDEE) 2029	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Indicou uma conjuntura de expansão das energias solares e eólica na região nordeste; ✓ Sinalizou a tendência de queda dos preços para ampliação dessas fontes energéticas. 	2016 - 2020	13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Energético. (13PQDE)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atingir 110 GW, dos quais 60GW provenientes da fotovoltaica distribuída, 45GW de usinas fotovoltaicos, 5 GW da geração térmica solar. 			
			2016 - 2020	13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia Renovável (13PQDER)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcançar uma meta superior a 110 GW em capacidade instalada, até o final de 2020, energia solar integrada à rede. 			
			2016 - 2020	13º Plano Quinquenal de Inovação em Tecnologia Energética (13PQITE)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fomentar o desenvolvimento das principais técnicas para a indústria fotovoltaica; ✓ Melhorar a eficiência da geração de energia fotovoltaica; ✓ Promover a integração do sistema de energia solar térmica em uma escala mais elevada. 			
			2018	Plano de Ação para o Desenvolvimento da Indústria Fotovoltaica Inteligente (2018-2020) (PADIFI)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promover uma gestão inteligente em toda a cadeia solar fotovoltaica; ✓ Incentivar o uso de ferramentas tecnológicas da informação no setor fotovoltaico, como a big data, Inteligência Artificial (IA) e internet 5G. 			

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil (1994; 2002; 2003; 2005; 2007a; 2007b; 2009; 2015a; 2015b); IEA (2008, 2010; 2011; 2012; 2013; 2016a; 2016b; 2017a; 2017b; 2018; 2020); Yisheng et. al. (2002); Ku et. al. (2003); Brasil. MCTI (2012); Brasil. MCTIC. SDTI (2018); Brasil. MME/EPE (2006; 2007a; 2007b; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2017; 2018; 2019); China (1986; 1996; 2004; 2005; 2006a; 2006b; 2011; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2012e; 2012f; 2013; 2014a, 2014b; 2016a; 2016b; 2016c; 2016d; 2016e; 2016f; 2016g; 2016h; 2016i; 2018; s/ano); Índia (2003; 2006; 2010; 2011; 2012a; 2012b; 2013a; 2013b; 2015a; 2015b; 2016a, 2016b; 2016c; 2016d; 2017a; 2017b; 2017c; 2018; 2019; 2019-2020; 2020b); Bhattacharya; Jana (2009); Sergi (2011); Huo e Zhang (2012); Zhang e He (2013); Ali e Semwal (2014); Kapoor et. al. (2014); Made in China (2015); Akojam e Krishna (2017); Shubbak (2019); Plutshack (2018) e APEP (2019).

Em suma, o conjunto de Planos Quinquenais, apresentado pela China, demarcou uma sucessão de iniciativas coordenadas quanto à política de diversificação energética. Nesse cenário, observou-se que o planejamento chinês para a promoção da energia solar fotovoltaica esteve, inicialmente, dedicado à aquisição de tecnologias devolvidas no exterior. Sendo transportado, gradativamente, para uma internalização em um processo de aprendizado, desde P&D até a fabricação de toda a cadeia de componentes fotovoltaicos. Além disso, ampliou-se a margem de atuação chinesa para a aplicação de projetos mais sofisticados, implementados no próprio território nacional (BALL et. al., 2017).

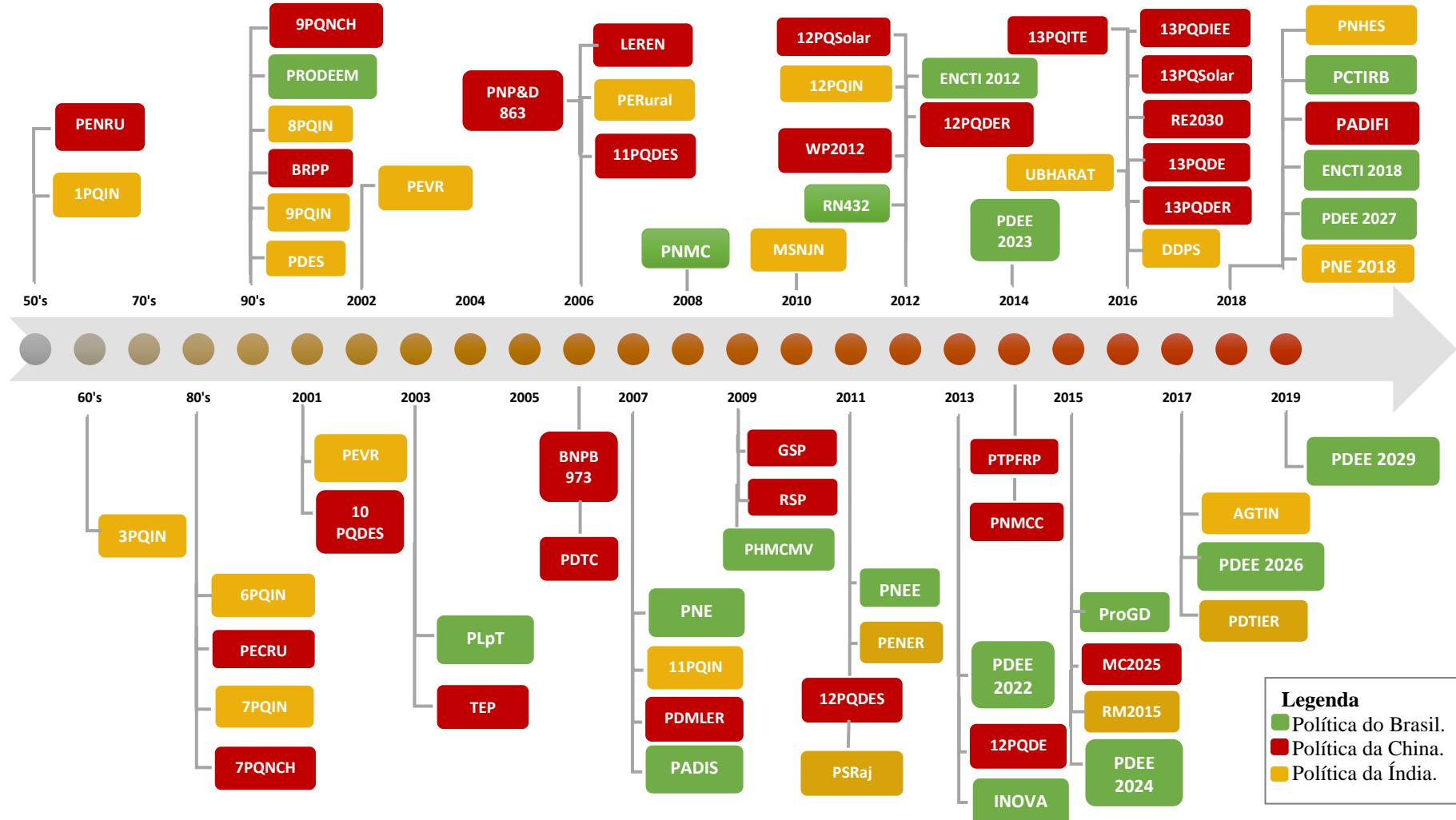
Para além dos contínuos planos quinquenais, o governo chinês também elaborou outro plano com um olhar estratégico direcionado para o longo prazo. Nesses termos, evidenciou-se, em 2015, a emissão do *Made in China 2025* (MC2025), uma estratégia política que balizou as posições para os mais diversos setores do desenvolvimento chinês. A política anunciada realçou a necessidade de avançar na qualidade da indústria manufatureira, possibilitando à China liderar, até 2049, o desenvolvimento tecnológico em escala global (ANDREWS-SPREND; ZHANG, 2019).

Em 2018, a China lançou o Plano de Ação para a Indústria Fotovoltaica Inteligente (2018-2020) com o propósito de desenvolver um gerenciamento inteligente em toda a cadeia da indústria fotovoltaica. Ferramentas como Inteligência Artificial, Big data e internet 5G foram incorporadas ao planejamento chinês, sendo adotadas em toda a cadeia industrial fotovoltaica até 2020 (CHINA, 2018). Nesses termos, a construção de usinas fotovoltaicas inteligentes alcançaria resultados mais significativos, sobretudo, decorrente do desenvolvimento de equipamentos e *softwares* mais sofisticados, melhorando assim, a competitividade da indústria chinesa no campo fotovoltaico (CHINA, 2018).

Para o período 2018-2022, a Índia instituiu a Política Nacional Híbrida Eólica Solar, cujo objetivo consistiu no estabelecimento de ambiciosas metas para o âmbito das energias renováveis. Nos marcos dessa política, considerou-se atingir, até 2022, 175 GW, dentre os quais 100 GW para a energia solar e 60 GW em eólica (ÍNDIA, 2017c). Metas endossadas pelo Plano Nacional de Eletricidade (2018). Evidenciou-se, naquele contexto, que os recursos solares e eólicos seriam complementares e o processo de hibridação entre as duas tecnologias auxiliaria na mitigação de externalidades decorrentes das variabilidades, além de potencializar o uso da infraestrutura disponível (ÍNDIA, 2017c).

Em suma, a figura 24, exposta a seguir, sintetiza as principais políticas que envolveram a energia solar, considerando os casos de Brasil, China e Índia.

Figura 24 – Síntese das principais políticas que envolvem a energia solar (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021) com base nas políticas identificadas no quadro 16.

Diante das configurações observadas, é possível diagnosticar as seguintes comparações na dimensão do planejamento, conforme exposto no quadro a seguir.

Quadro 17 - Comparaçao na dimensão do planejamento (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Houve um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico? (+0,40)	Não [0,00]	Sim [0,40]	Sim [0,40]
▪ Houve um planejamento estatal específico para energia solar, com metas específicas para o setor solar fotovoltaico? (+0,35)	Não [0,00]	Sim [0,35]	Sim [0,35]
▪ Houve algum programa político para energias renováveis que contemplou o setor solar fotovoltaico? (+0,25).	Sim [0,25]	Sim [0,25]	Sim [0,25]
Total	0,25	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.1.2 Dimensão Dos Instrumentos de Apoio Político (DIAP)

8.1.2.1 Dos subsídios (S)

A implantação de subsídios depende, sobretudo, dos interesses específicos dos governos em cada um dos países adotantes. Para o setor de energia solar fotovoltaico, a redução ou dedução de impostos, incidentes na aquisição de equipamentos, módulos e instalações são exemplos de subsídios aplicados ao setor (DANTAS, 2020). Assim, para fomentar a energia solar fotovoltaica, Brasil, China e Índia adotaram diferentes esquemas de subsídios. A China, por exemplo, se propôs a organizar e implementar um planejamento específico para o desenvolvimento da energia solar. Em 2009, subsídios foram adotados pelo RSP e GSP (50% a 70%), contribuindo para a ampliação das possibilidades de execução desses programas políticos endereçados à energia solar (HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015).

Nesse processo, a coordenação entre as políticas nacionais e as políticas provinciais foram compreendidas como um aspecto relevante. Diante desse quadro, o 12PQSolar ressaltou o gerenciamento governamental, tanto no processo de coordenação de subsídios, quanto no

monitoramento e avaliação das operações empreendidas para o fomento da energia solar fotovoltaica (CHINA, 2012a). No entanto, com a finalidade de alcançar a melhor aplicabilidade da política adotada consideraram-se as singularidades contextuais. Em cada uma das províncias, por exemplo, foram adotados subsídios compatíveis com a necessidade de cada uma das localidades quanto à geração da energia solar fotovoltaica, considerando as modalidades centralizadas e descentralizadas.

Assim, em face dessas disposições, o quadro a seguir expõe os diferentes montantes dos principais subsídios direcionados a cada uma das províncias chinesas.

Quadro 18 - Síntese dos Subsídios fotovoltaicos nas províncias chinesas.

Subsídio	Província/ Cidade	Usina Fotovoltaica	Sistemas fotovoltaicos distribuídos
Subsidiado pelo poder de geração (RMB yuan/kWh).	Shandong	1,20	0,05 a
	Xangai	0,30	0,25 a
	Hebei	0,15	1.3 (2014) b
	Jilin	0.15a	
	Hunan	0.20a	
	Zhejiang	0.10a	
	Jiangsu	1.25 (2013) b; 1.20 (2014) b; 1.15 (2015) b.	
Subsidiado pela inicial capacidade instalada (RMB yuan/W)	Anhui/Hefei	3	
	Henan/Luoyang	0,1	
	Shaanxi	1	
Ambos os métodos (RMB yuan/W, RMB yuan/kWh). (c)	Jiangxi	Primeira etapa: 4 Segunda etapa: 3	0,2
	Guangdong/ Dongguan	0,25	0,1

(a) O instrumento de subsídio é a *net metering* com base em subsídios estatais de 0,42 RMB yuan/kWh;

(b) O instrumento de subsídio é por meio de FIT e o preço é para cada ano;

(c) A unidade é RMB yuan/W para a usina fotovoltaica e RMB yuan/kWh para sistema fotovoltaico distribuído.

Fonte: ZOU et. al., 2017, p. 200. Tradução do autor (2020).

Diante desse cenário, com o intuito de estimular a competitividade dos produtores locais de energia solar fotovoltaica, o governo chinês implementou diversos subsídios, desde ao fomento às pesquisas aos descontos em contas de energia, quanto em empréstimos com juros

baixos e aplicados ao setor de infraestrutura elétrica, além da facilitação na aquisição de terras para o desenvolvimento de projetos fotovoltaicos. Entende-se que, nesses termos, a China seria capaz de lançar empresas nacionais competitivas no mercado global de energia solar (GANG, 2015). Em 2016, com a emergência do 13PQSolar (2016-2020), a política chinesa se direcionou ao desenvolvimento do mercado, ou seja, enfatizou que o setor solar fotovoltaico, gradativamente, alcançasse sua autossuficiência e reduzisse a necessidade de subsídios estatais (CHINA, 2016a).

No caso brasileiro, subsídios foram um dos mecanismos de apoio ao desenvolvimento de energias renováveis incluindo, nesse contexto, a energia solar fotovoltaica. Conforme Ramos et. al. (2018), em 1997, por meio do CONFAZ, observou-se a implementação de isenção do ICMS direcionados a energia eólica e solar. Outros programas e regulamentações nacionais, a exemplo do PADIS, REIDI e da RN 482/2012 previram a adoção de subsídios aplicáveis às fontes de energias renováveis. Alguns programas regionais, conduzidos pela SUDAM, SUDECO e SUDENE, também apresentaram subsídios às energias renováveis. Além disso, destacam-se a implementação de programas dirigidos pelos estados – Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Tocantins e Goiás como exemplos. Ressalta-se que esses estados implementaram programas de subsídios específicos direcionados à energia solar. Dessa forma, em face desse ambiente, o quadro 19 sintetiza os principais subsídios aplicáveis a projetos de energia solar no Brasil.

Quadro 19 – Principais subsídios aplicáveis aos projetos de energia solar no Brasil.

	Ano	Política	Fontes	Subsídio
Programa Federal				
Nacional	1997	CONFAZ	Energia solar e eólica.	Isenção do ICMS
Regional	2002	SUDAM	Diversos setores aplicáveis a todas as fontes de energia	Redução de 75% do IR.
Regional	2002	SUDENE	Diversos setores aplicáveis a todas as fontes de energia	Redução de 75% do IR.
Nacional	2007	PADIS	Todas as fontes que utilizam semicondutores	Redução de alíquotas de importações; PIS/CONFINS.
Nacional	2007	REIDI	Todas fontes de energia elétrica	Suspensão da contribuição do PIS
Nacional	2012	RN 482/2012	Todas as fontes de energia elétrica	Isenção de até 80%

Regional	2016	SUDECO	Fontes de energia	Redução do IR
Programas Estaduais				
Minas Gerais	2013	Política Estadual de Energia Solar; Programa Mineiro de Energias Renováveis	Energia solar Fotovoltaica e Energias Renováveis	Desoneração do ICMS e incentivos fiscais na produção de peças solares.
Rio de Janeiro	2015	Política Estadual de Uso da Energia Solar	Energia Solar	100% do ICMS
São Paulo	2015	Decreto nº 61.440/15'	Energia Solar e Eólica	Isenção no ICMS
Mato Grosso do Sul	2016	Lei 4.966/16	Todas as fontes renováveis incluindo solar fotovoltaica	Desoneração do pagamento dos encargos ambientais.
Tocantins	2017	Programa Palmas Solar	Energia Solar	Até 80% do ITBI; do IPTU e do ISSQN
Goiás	2017	Programa Goiás Solar	Energia Solar	Isenção do ICMS.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ramos et. al. (2018).

No cenário indiano, os subsídios estatais foram um dos instrumentos políticos auxiliares na promoção da energia solar fotovoltaica. A Índia considerou, inicialmente, no âmbito da MSNJN, estabelecer 30% em subsídios aplicáveis a empreendimentos de energia solar. A proposta inicial observou uma perspectiva de que, gradativamente, os subsídios seriam reduzidos. Dessa forma, previu-se a implementação de periódicas avaliações e revisões das metas em função da necessidade de acompanhar as volatilidades dos custos e das tendências tecnológicas nacionais e globais (ÍNDIA, 2010).

Em 2015, com o intuito de promover a ampliação da energia solar pelo território indiano, o governo da Índia considerou elevar as provisões financeiras a fim de elevar o acesso e a implementação de novos projetos de telhados solares, isso para o período 2016-2020. Dessa maneira, a aplicação de subsídios de 30% seria mantida a todos os estados indianos, além de um quantitativo de até 70% para os estados considerados especiais em termos de empreendimentos de energia solar (GOEL, 2016). No nível dos estados indianos, além da adoção da depreciação acelerada, que possibilitou o pagamento de menos impostos sobre o lucro (ROHANKAR et. al., 2016), alguns esquemas subsidiados também tiveram o foco em segmentos específicos voltados ao estímulo da energia solar, como exposto a seguir.

Quadro 20 – Alguns dos Estados indianos com subsídios em energia solar.

	Estado	Diretrizes Políticas	Segmento alvo
1	Andhra Pradesh.	✓ Subsídio de 20% do custo de capital de até 3Kw no mercado interno do setor.	✓ Todos os consumidores do segmento trifásico. ✓ Os consumidores monofásicos não são elegíveis.
2	Karnataka.	✓ INR 7.2 com subsídio.	✓ Todos os consumidores. ✓ 1-5 na faixa monofásica 230V ✓ 5-50 na faixa trifásica 415V ✓ 50- 1GW na faixa de 11KW
3	Kerala.	✓ Subsídio estatal de 39000 para o custo aprimorado.	✓ Admissível a todos consumidores.

Fonte: CARE's Ratings (*apud* Goel, 2016, p. 133) com adaptação e tradução do autor (2021).

Em 2016, o governo indiano propôs um conjunto de diretrizes para a implantação de cidades solares. Dentro dessas orientações estimou-se que, através da *Solar Energy Corporation of India* (SECI), em conjunta avaliação com o MNRE, a proposição de projetos solares com a possibilidade de aquisição de percentuais de subsídios ao longo da avaliação e desenvolvimento do projeto. Assim, as diretrizes que traduzem a trajetória para a aquisição de subsídios dentro de cada fase podem ser verificadas no quadro a seguir.

Quadro 21 - Subsídios aplicados aos projetos de parques solares na Índia (Fases em %).

	Trajetória Histórica	Subsídio em (%)
1	Data de emissão da aprovação administrativa.	5%
2	Aquisição de terras (não menos que 50% da terra adquirida).	20%
3	Cobertura Financeira.	20%
4	Construção de Subestações Subterrâneas, desenvolvimento de terras e outras instalações correlatas de acordo com o detalhamento do projeto.	25%
5	Construção de linhas de transmissão conectadas à rede.	20%
6	Parcela final na conclusão.	10%
	Total	100%

Fonte: Índia (2016a, p. 7) com tradução e adaptação do autor (2021).

Diante destas disposições, que compreende a existência de políticas subsidiadas direcionadas ao setor de energia solar fotovoltaica, o quadro 22 sintetiza as principais comparações em relação aos subsídios.

Quadro 22 – Comparação em relação aos subsídios (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Políticas com subsídios incentivaram o setor de energia solar fotovoltaica? (1,00).	Sim [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Não houve políticas subsidiadas? (0,00)	Não [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

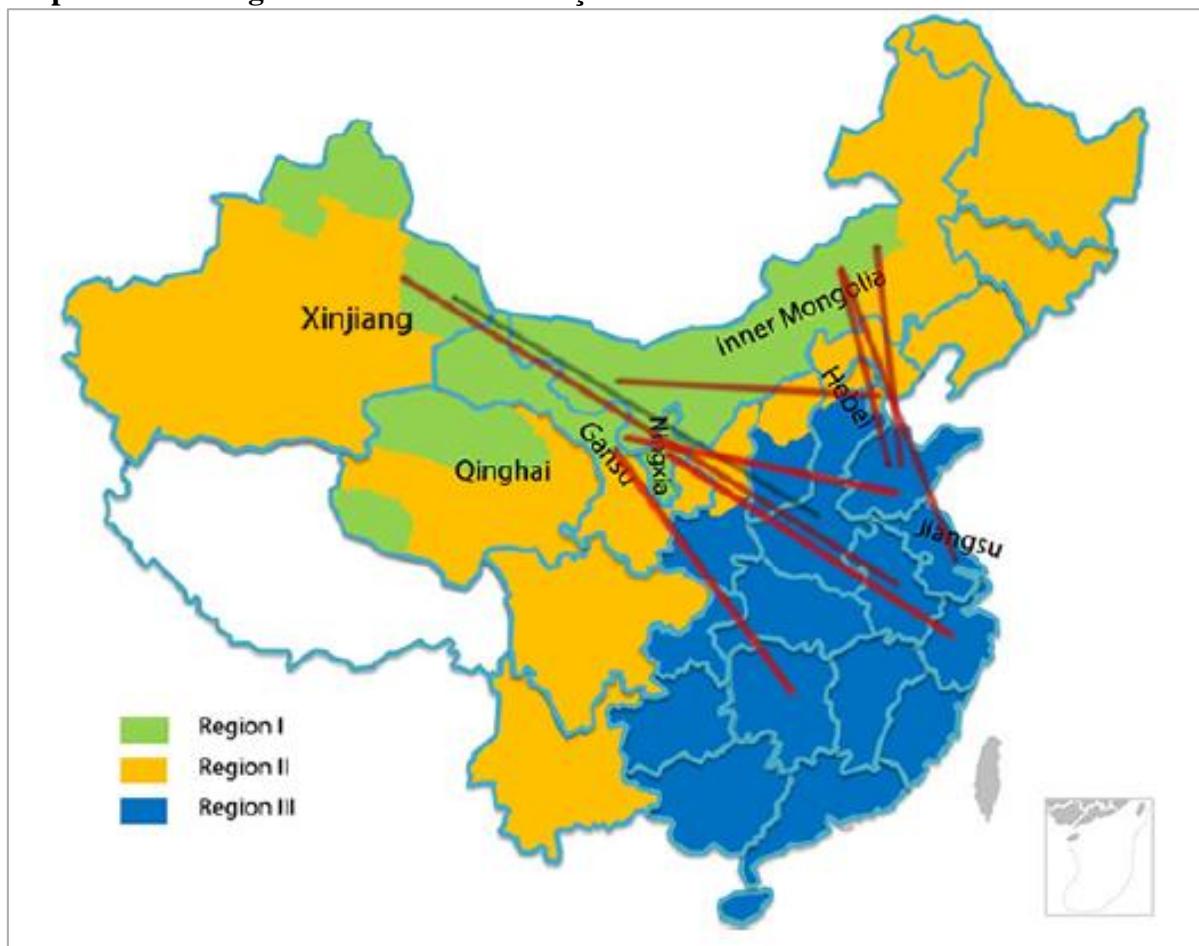
8.1.2.2 Das FITs

As FITs foram um dos instrumentos políticos adotados por diversos países para o fomento das energias renováveis (REN21, 2019a). China e Índia desenvolveram políticas específicas, por meio de FITs, para o fomento da energia solar fotovoltaica. O caso da China é emblemático, pois a aplicação da FIT se traduziu em uma das escolhas que estruturaram a política de promoção dessa fonte energética. Diante da necessidade de ajustes relacionados aos preços e alocação dos recursos financeiros, conforme sinalizaram Qiang et. al., (2014), a partir de 2006, por meio um comunicado emitido pela Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (CNDR), observou-se a sinalização chinesa pela política de FIT. Evidenciou-se, a partir de então, que a implementação desse mecanismo político impulsionou o mercado de energia solar fotovoltaica na China (QIANG et. al., 2014).

Em 2011, a China começou a implementar distintos desenhos de FITs, em diferentes regiões. As práticas apresentadas refletem ajustes regulares ao longo dos anos em observância, sobretudo, às necessidades das estratégicas políticas e aos comportamentos dos mercados (YE et. al., 2017). Outro fator relevante deriva dos atributos naturais de cada uma das regiões

chinesas. Observa-se que ao considerar a qualidade de país continental proporciona ao território chinês recepcionar distintas radiações solares. Dessa forma, a China sistematizou a aplicação das FITs em três diferentes regiões do país, conforme o mapa 6 exposto a seguir (YE et. al., 2017). E, entre 2011 e 2017, como se pode observar a partir de Daoyuan et al. (2017, p. 31), revelam a trajetória do emprego das FITs nas três diferentes regiões chinesas ilustrada no gráfico 8 da página a seguir.

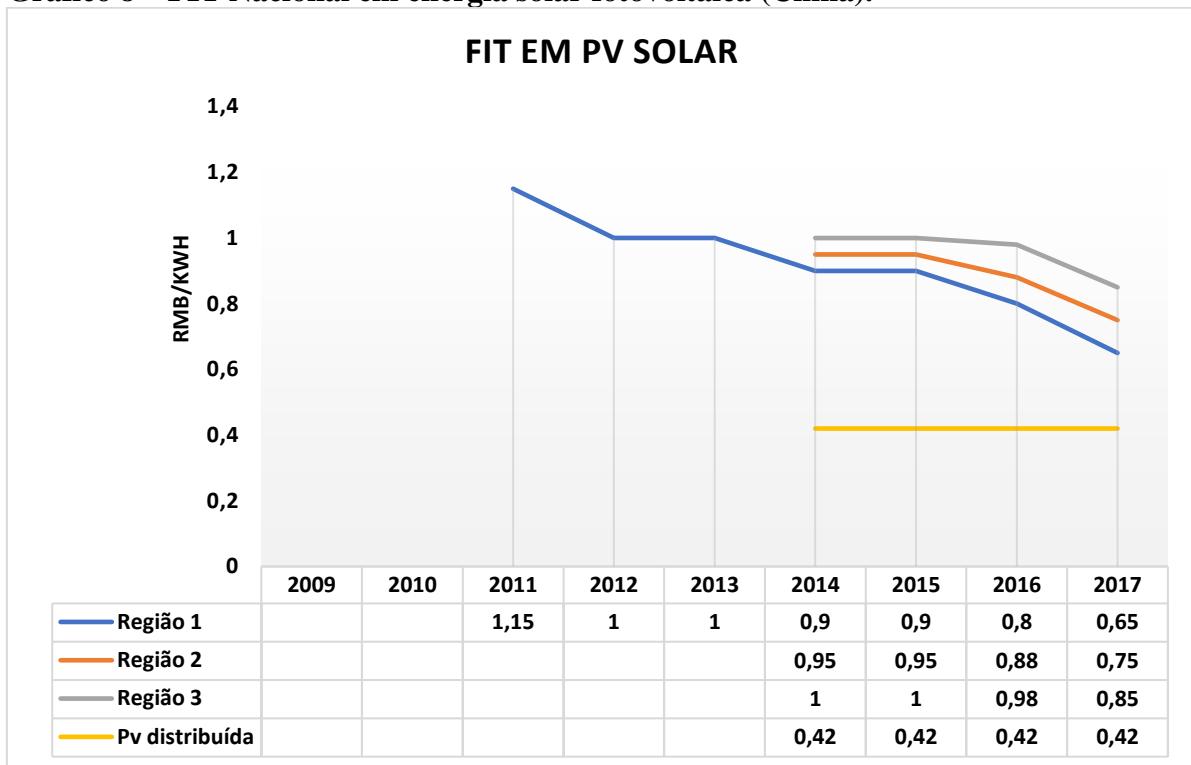
Mapa 6 – Três Regiões da China com adoção de FITs*.



*Linhas vermelhas correspondem as rotas de linhas transmissão de alta tensão (em construção).

Fonte: YE et. al., 2017, p. 499.

Gráfico 8 – FIT Nacional em energia solar fotovoltaica (China).



Fonte: Elaboração pelo autor com base nos dados retirados de Daoyuan et al. (2017, p. 31).

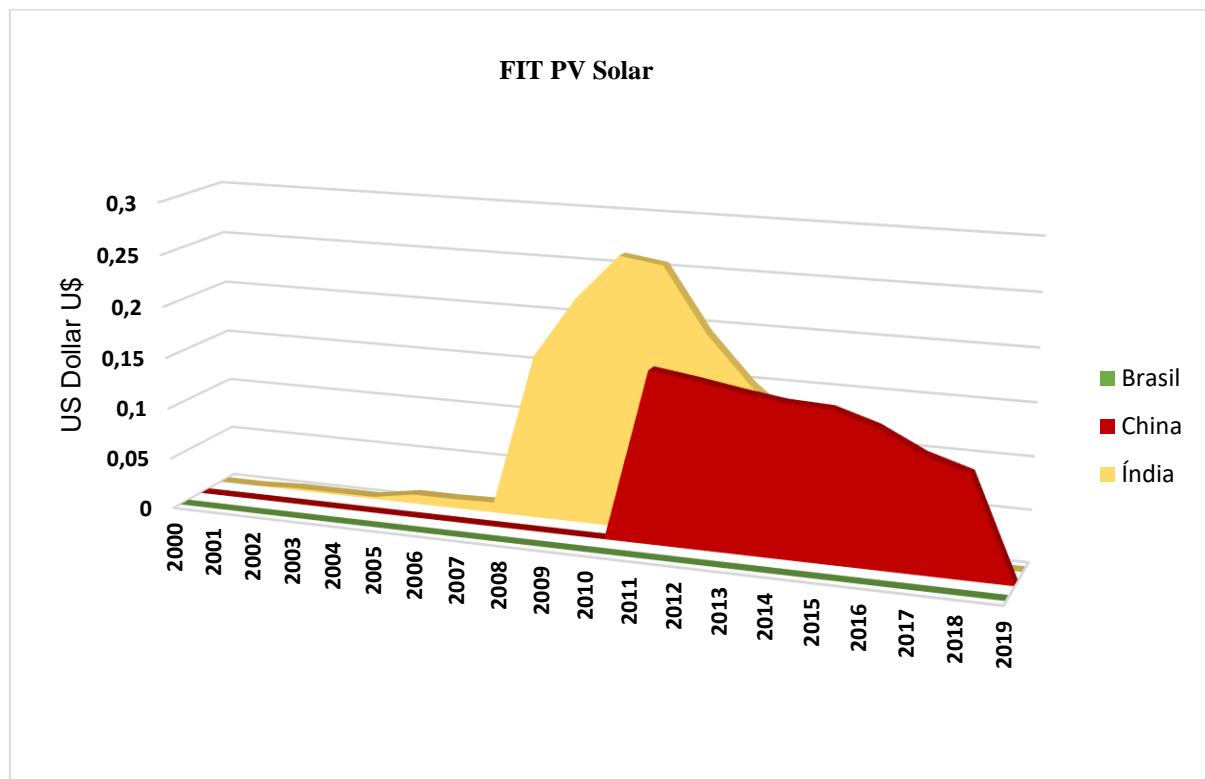
No caso da Índia, emergiu-se a necessidade de implementação de FITs em consonância com as demandas domésticas dos desenvolvedores de projetos fotovoltaicos. Inicialmente, em face de cada uma das particularidades regionais, o emprego de FITs ocorreu no nível estadual. O Estado do Gujarat, por exemplo, adotou FITs e os desenvolvedores de energia solar passaram a ter assegurados uma tarifa preferencial contando, nesses termos, com um prazo de até 25 anos. Percebe-se, portanto, as contribuições desse esquema, quanto ao seu potencial ao fomento da energia solar, por isso, vários outros governos estaduais iniciariam estudos para adotar em seus respectivos estados (ROHANKAR et. al., 2016).

No quadro político brasileiro, o PROINFA adotou as FITs como instrumento de promoção das energias renováveis. Todavia, conforme mencionado, o programa se direcionou a outras energias renováveis. Desse modo, a adoção de FIT ocorreu para o fomento das energias eólicas, hidrelétricas e biomassa (BRASIL, 2012). Não havendo, portanto, uma sinalização para projetos fotovoltaicos (FEITOSA, 2010; DALVI, 2017).

De acordo com dados da OECD.stat (2020), a partir de 2007, é possível observar o emprego de FIT direcionados a energia solar fotovoltaica por parte dos governos da China e da Índia. Com base no exposto, no caso brasileiro constata-se a ausência dessa modalidade de

apoio político no processo de promoção endereçado, especificamente, à energia solar fotovoltaica. Desse cenário, o gráfico 9 representa o nível das FITs em energia solar fotovoltaica, dentro do período 2000-2019, considerando Brasil, China e Índia.

Gráfico 9 – Aplicação de FIT para energia solar fotovoltaica em Brasil, China e Índia, 2000-2019.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021) com base em OECD.stat (2020).

O gráfico 9 permite observar que a adoção de FITs ocorreu, sobretudo, a partir de 2008 (Índia) e 2010 (China). Quanto ao Brasil, de acordo com dados da OECD.stat (2020), não houve uma política específica, por meio de FITs, endereçada à energia solar fotovoltaica. No entanto, quando se observa a China, evidencia-se que a adoção de uma política baseada em FITs contribuiu, como um instrumento relevante, para o crescimento da capacidade instalada fotovoltaica (CREO, 2018; OECD.stat, 2020).

Diante desse panorama, o quadro 23 sintetiza os principais aspectos comparativos diagnosticados em relação a aplicação das FITs no contexto do setor de energia solar fotovoltaico em Brasil, China e Índia.

Quadro 23 – Comparação em relação às FITs (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Implementou-se FITs específicas para o setor de energia solar fotovoltaica? (1,00).	Não [0,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Política baseada em FITs inexistente? (0,00)	Sim [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	0,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.1.2.3 Da *Net Metering/Autoconsumo*

A necessidade de ampliação do acesso a energias renováveis, principalmente na modalidade de geração distribuída, impulsionou os governos a adotarem o sistema *net metering*. Dessa maneira, esse mecanismo político permitiu a difusão da energia solar fotovoltaica, passando a ser adotada, portanto, por diversos atores em distintos países. Brasil, China e Índia foram resilientes em adotarem esse instrumento em seus diferentes contextos.

Na Índia, a política de energia solar direcionada ao estado de Gujarat representou um dos projetos pioneiros em adotar o *net metering* para a promoção da energia solar fotovoltaica. Inicialmente, em 2009, adotou-se o sistema em distintas edificações destinadas às atividades governamentais, instalações industriais, bem como empreendimentos comerciais (IEA, 2018). No âmbito nacional, nos marcos da MSNIN, observa-se diretrizes políticas direcionadas à implementação de telhados solares em prédios governamentais considerando o mecanismo da *net metering* (INDIA, 2010).

De maneira ampliada, em 2013, vários estados indianos passaram a adotar esse instrumento de apoio político. Tamil Nadu, Uttarakhand, Punjab, Delhi e Andhra Pradesh são alguns dos exemplos de estados que simbolizam essa propagação. Em 2017, diagnosticou-se que a *net metering* atingiu pelo menos 30 estados e territórios geridos pela união. Por meio desse mecanismo, além de possibilitar o acesso à fonte de energia solar, a Índia ampliou sua adoção em diversos segmentos, incluindo setores industriais e comerciais, telhados solares, arquiteturas logísticas e edificações de fábricas (CLIMATESCOPE, 2019a; GOEL, 2016).

No caso do Brasil, em 2012, se estabeleceu uma política energética que possibilitou a incorporação de *net metering*. Considerou-se o emprego desse esquema às tecnologias de

energia solar, eólica, biomassa e pequenas hidrelétricas (BRASIL, 2012). Com a resolução de 2015, sinaliza-se para além das fontes de energias renováveis endereçadas à energia elétrica, as modalidades de cogeração qualificada (BRASIL, 2015b). Nesse cenário, mediante o ProGD, o sistema *net metering* se tornou um dos mecanismos consideravelmente utilizados pelo setor de energia solar fotovoltaico no Brasil (SANTOS, 2017; BRADSHAW, 2018; RAINERI, 2019).

Quanto à política energética chinesa, não há uma convergência na literatura sobre a adoção da China ao instrumento da *net metering*. Zou et. al. (2017) e Jia et. al. (2020) consideram como uma política adotada pelo governo chinês. Para a IEA.PVPS (2016), o modelo chinês se classifica nos quadros das políticas de autoconsumo, sem considerar uma adoção à *net metering*. No entanto, a IEA.IRENA (2021) afirmou que, em 2012, a China estabeleceu padrões para a implementação de uma política de incentivo à energia solar fotovoltaica com base nos esquemas de autoprodução e sistema de *net metering* (IEA.IRENA, 2021).

Diante deste cenário, considera-se que, a partir de 2013, introduziu-se uma política de *net metering* munida da finalidade de fomentar o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. Sua implementação contou com a adoção de incentivos adicionais, ou seja, estavam previstos subsídios na ordem de 0,42 yuan/KWh (ZOU et. al., 2017; JIA et. al, 2020). Shandong, Shanghai, Jilin e Hunan foram algumas das províncias em que esta política foi adotada (ZOU et. al., 2017). Nesses termos, evidenciou-se o propósito de garantir uma ampla adesão por parte dos proprietários de sistemas fotovoltaicos (JIA et. al., 2020).

Diante dessas configurações, o quadro 24 compara a adoção do sistema de *net metering/autoconsumo* em Brasil, China e Índia no âmbito da energia solar fotovoltaica.

Quadro 24–Comparação em relação à adoção de *net metering/autoconsumo* (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Política baseada em <i>net metering/autoconsumo</i> incentivou o setor de energia solar fotovoltaica? (1,00)	Sim [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Política baseada em <i>net metering/autoconsumo</i> inexistente? (0,00).	Não [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.1.2.4 Dos Certificados de Energias Renováveis (CERs)/ Obrigação de Compra de Renováveis (OCRs)

No âmbito das OCRs, os CERs se apresentaram como um dos instrumentos políticos adotados por China e Índia para impulsionar o cenário energético ancorado no uso de fontes renováveis. Na Índia, por exemplo, o estabelecimento de quotas para as energias renováveis ocorreu, em 2001, com a implementação da Lei de Conservação de Energia. Estimulou-se, com esse esquema, os produtores de energia locais a especificar uma parte de sua produção elétricas para às fontes renováveis. Empregou-se, nesse contexto, ao uso específico de CERs, que traria benefícios à imagem das empresas partícipes, elevando os instrumentais políticos à criação de um ambiente propício a geração de energia sustentável. No âmbito dos projetos de energia solar, praticou-se a implementação de quotas com a adoção de CERs. Aponta-se que, nesse contexto, os CERs solares foram mais valorizados no mercado em comparação com aqueles negociados no âmbito das demais fontes renováveis (ROHANKAR et. al., 2016).

No caso brasileiro, de acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), em parceria com o Instituto Ideal (entidade privada sem fins lucrativos), se institucionalizou o selo solar, cujo propósito residiu em qualificar os usuários dessa fonte energética perante seus clientes e gerar um reconhecimento geral pela sociedade. O Instituto deteve a incumbência de conceder o Selo Solar às empresas, bem como é responsável pela realização de supervisões dos requisitos básicos para a emissão do reconhecimento. Enquanto isso, a CCEE, por sua vez, executa o processo de verificação da autenticidade dos contratos gerados a partir da compra e uso da energia solar (CCEE, 2014). No entanto, o Selo Solar não se traduziu em uma política estatal amplamente utilizada no escopo das políticas de incentivo à energia solar no Brasil.

Em 2016, ao emitir o 13PQDER, a China sinalizou introduzir o uso de CERs que, combinado com outros mecanismos de apoio, fomentaria o mercado de energias renováveis. A princípio, o objetivo seria reduzir, gradativamente, a aplicação dos subsídios financeiros já aplicados ao mercado. Dessa forma, os CERs seriam implementados por meio da adoção de quotas aplicáveis a energias hídricas e não hídricas incluído, nesse quadro, a energia solar (CHINA, 2016i). Em 2018, por sua vez, de modo a institucionalizar o uso de CERs, a NEA emitiu um projeto com o propósito de estabelecer uma política de quotas obrigatórias e avaliações direcionadas ao consumo de energias renováveis em cada uma das províncias chinesas. Dessa maneira, ao observar a necessidade de ampliação das práticas ligadas à sustentabilidade, evidenciou-se a emissão e comercialização de CERs por meio da

implementação de metas obrigatórias (ZHANG, 2019). Nesse sentido, importante sublinhar que esse mecanismo é introduzido na China, desde 2017, como uma política de projeto piloto e vai sendo aprimorada e revisada ao longo dos anos seguintes. Sua implementação a nível nacional se deu em 2020. No entanto, como a política passou por diversas fases e emitiu, desde 2017, em torno de 8 milhões de certificados para as fontes eólicas e sistemas fotovoltaicos (RE100 CLIMATE GROUP, 2020), considerar-se-á como uma política que moldou o setor solar fotovoltaico.

Diante dessas interfaces, conforme se constatou, o quadro 25 compara os cenários de Brasil, China e Índia no que tange a institucionalização de CREs/OCRs, referentes à energia solar fotovoltaica.

Quadro 25 – Comparação em relação aos CERs/OCRs (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Política baseada em CERs/OCRs incentivou o setor energia solar fotovoltaico? (1,00)	Não [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Política baseada em CERs/OCRs inexistente? (0,00)	Sim [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	0,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.1.2.5 Dos Leilões

Os leilões foram outro instrumento político utilizados por Brasil, China e Índia a fim de estimular o setor de energia solar fotovoltaica. Em vista disso, com o propósito de promover a energia solar fotovoltaica, o Brasil passou a adotar os leilões, precisamente, a partir de 2014 (EPE, 2018b; RAMALHO et. al, 2017). O primeiro deles ocorreu no nível estadual, em Pernambuco e, em anos seguintes, leilões nacionais foram realizados (EPE, 2018b). A tabela 3 apresenta a relação dos leilões realizados, a quantidade de projetos contratados, bem como suas respectivas potências comercializadas e os valores praticados.

Tabela 3 – Quantidades comercializadas e preços de venda a cada leilão.

Leilão/ano	Quantidade de projetos contratados	Potência comercializada (MW)	Preço-Teto (R\$/MW/h)	Preço médio praticado na data do leilão	Preço médio (R\$/MWh)* (ano base 2018)
LER/2014	31	890	262,0	215,1	272,5
1 LER/2015	30	834	349,0	301,79	351,85
2 LER/2015	33	929	381,0	297,75	341,72
A-4/2017	20	574	329,0	145,7	150,5
A-4/2018	29	807	312,0	118,1	120,6

*valores atualizados pela EPE (2018b) com base no IPCA de agosto de 2018.

Fonte: EPE, 2018b, p. 39 com adaptação do autor (2021).

Registra-se, contudo, que durante a realização desses certames outras fontes de energias também foram contempladas. Salienta-se, no entanto, que os quantitativos expostos na tabela anterior são referentes, especificamente, a projetos dedicados à energia solar fotovoltaica. Adiciona-se a essa fonte o fato de que, como se pode visualizar, há uma relativa queda nos preços médios praticados, isso se considerar o período 2015-2018 (EPE, 2018b). Tal constatação encontra-se compatível com a tendência praticada internacionalmente em período similar (IRENA et. al., 2018).

No que tange à Índia, quase que exclusivamente, foram realizados leilões nas fases iniciais dedicadas à implementação ocorrendo, conjuntamente, com outros instrumentos de apoio político. No decorrer de suas aplicações e avaliações, o governo indiano foi se adequando ao processo de ampliação das capacidades instaladas de energia solar, o que fez com que realizasse constantes revisões. Dessa maneira, em termos gerais, a Índia obteve sucesso na aplicação de leilões, principalmente se concentrando na implantação de projetos em telhados solares (IRENA, 2017).

Tabela 4 - Leilões em energia solar na Índia.

Programa de Leilões	Ano	Número de leilões realizados	Capacidade contratada (MW)
MSNIN Nível Nacional			
Fase I, Lote I	2010	1	150
Fase I, Lote II	2011	1	350
Fase II, Lote I	2014	1	750
Fase II, Lote II	2015-16	12+	2800

Fase II, Lote III	2016	3+	975
Fase II, Lote IV	2016	6+	1700
Leilões Nível Estatal			
Karnataka	2012-16	5	1590
Andhra Pradesh	2013-14	2	1500
Jharkhand	2016	1	1200
Punjab	2013-15	2	800
Telangana	2014-15	2	700
Madhya Pradesh	2012-15	3	625

Fonte: IRENA, 2017, p. 63 com base em Bridge to India (2017a); BNEF (2016a) e Azuela et. al. (2014). Adaptado pelo autor (2021).

No continente asiático, China e a Índia realizaram leilões para algumas fontes de energias renováveis, sendo a tecnologia fotovoltaica a que recebeu maior atenção na execução desse esquema (IRENA, 2019d). Na China, os esquemas de leilões foram incorporados como uma das estratégias políticas, sobretudo, por meio da Lei da Eletricidade para as Energias Renováveis de 2005 (AZUELA et al., 2014). Ressaltam-se as pressões internacionais decorrente das mudanças climáticas e mais enfaticamente observando as preocupações ambientais locais e a necessidade de desenvolvimento industrial. Dessa forma, os leilões foram adotados a fim de promover diversas fontes de energias renováveis, a exemplo, a energia eólica e solar. Para a energia solar fotovoltaica, os esquemas de leilões se enquadram nos moldes daqueles praticados, inicialmente, pela energia eólica. Desse modo, selecionava-se o preço mínimo como critério de proposta vencedora (AZUELA et. al, 2014).

Diversos certames de leilões foram realizados no nível provincial. No entanto, apenas em 2019, a NEA da China realiza o primeiro certame unificado a nível nacional. O leilão foi direcionado aos participes desenvolvedores fotovoltaicos com projetos a serem conectados à rede de energia elétrica até o final daquele mesmo ano. Nesse cenário, foram registrados 4.338 projetos fotovoltaicos que computaram uma capacidade de geração energética de 24,55 GW (HAUGWITZ, 2019). Todavia, 3.905 projetos foram aprovados e, nesse quadro, contabilizaram um total de 22,8 GW em capacidade de produção fotovoltaica comercializada (CLIMATESCOPE, 2019b). Diante desse contexto, exposta a seguir, a tabela 5 sintetiza esquemas de leilões de energia solar fotovoltaica realizados na China.

Tabela 5 - Leilões de energia solar fotovoltaica na China.

Programa de Leilões	Número de Projetos contemplados	Preço vencedor	Capacidade comercializada
Nível Nacional (2019)	3.905	436,4 yuans (preço médio)	22,8GW
Nível Provincial (2016).			(MW)
Anhui	7	0.945	600
Anhui (Lianghuai)	12	0.71-081	1000
Guangxi	5	0.96-0.98	210
Hebei	48	0.86-0.96	655
Hubei	59	0.88-0.94	2505
Jiangsu	8	0.92-0.96	330
Mongólia Interior (Chifeng)	4	0.78-0.83	80
Mongólia Interior (Huhehaote)	7	0.76-0.80	70
Mongólia Interior (Wulanchabu)	8	0.73-0.78	100
Mongólia Interior (Baotou)	11	0.52-0.63	900
Mongólia Interior (Wuhai)	7	0.45-0.58	500
Qinghai	17	0.77-0.85	500
Shandong (Jining)	6	0.83	450
Shandong (Xintai)	5	0.83	450
Shanxi (Yangguan)	12	0.61-0.88	950
Shanxi (Ruicheng)	6	0.65-0.83	500
Zhejiang	34	0.96-0.97	1150

Fonte: Elaborado pelo autor (2021) com base em CLIMATESCOPE (2016; 2019b).

Diante desse contexto, Brasil, China e Índia adotaram, em suas respectivas políticas energéticas, o uso de leilões. No caso da energia solar, traduziu-se em um dos instrumentos implementados por ambos países. Nesses termos, expõe-se a seguir o quadro 26 por meio do qual sintetiza a comparação em relação aos leilões nos três países.

Quadro 26 – Comparação em relação aos leilões realizados (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Foram realizados leilões específicos ao setor energia solar fotovoltaica? (1,00)	Sim [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]

■ Não foram realizados leilões específicos para o setor solar fotovoltaico? (0,00)	Não [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.1.2.6 Do Financiamento Público (FP)

As diversas linhas de FP são canais que possibilitam o acesso a recursos por parte dos desenvolvedores de projetos fotovoltaicos. No caso brasileiro, ressalta-se o papel desempenhado por dois principais bancos públicos, o BNDES e o Banco do Brasil (BB), ambos apresentaram linhas de financiamentos para o setor energético. O propósito consistiu em fomentar o acesso às tecnologias energéticas e suas aplicabilidades em distintas localidades do país (FIGUEIRAS, 2013; RAMOS et. al., 2018). Dessa forma, para promover o desenvolvimento da indústria brasileira, uma das exigências, da parte das linhas de financiamento público praticadas pelo BNDES é a de que, ao menos, um dos conteúdos sejam oriundos da indústria local. No que se refere ao setor de energia solar fotovoltaico, a partir de 2014, ao perceber o mercado brasileiro ainda incipiente, o BNDES empreendeu o Plano de Nacionalização Progressiva (PNP) incluiu a possibilidade de fomento ao desenvolvimento da cadeia solar fotovoltaica no Brasil (RAMOS et. al., 2018).

Sublinha-se a participação de instituições públicas e privadas no cenário da cadeia solar fotovoltaica no Brasil. Pontua-se, nessa seara, a atuação desde os bancos nacionais, supramencionados, como bancos/fundos regionais, a exemplo do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) proporcionando taxas atrativas para o financiamento de projetos fotovoltaicos. Além disso, a atuação de bancos estaduais foi uma condicionante fundamental para a expansão do acesso ao crédito nos estados. Alguns dos exemplos podem ser citados: as ações empreendidas pela AgeRio, Goiás Fomento, o BDMG, assim como o Desenvolve SP. Nesse contexto, também ficou evidente a participação de bancos privados e bancos multinacionais (BID, Novo Banco de Desenvolvimento, dentre outros), além de cooperativas (RAMOS et. al., 2018).

Sobre esse cenário, Sauaia sinalizou a existência de óbices nos mecanismos facilitadores de acesso ao crédito por parte tanto de pessoas físicas, bem como de pessoas jurídicas. Por outro lado, as linhas de financiamento existentes não estão compatíveis com as necessidades e

especificidades dos desenvolvedores fotovoltaicos brasileiros, o que dificultou ainda mais o acesso ao financiamento, sobretudo, para a geração em sua modalidade distribuída (SAUAIÁ, ABSOLAR, 2017).

No caso da China, o desenvolvimento de bancos locais foi uma das estratégias para avultar o acesso aos financiamentos de projetos fotovoltaicos. As linhas desses financiamentos caracterizavam-se pela aplicação de juros baixos e arquitetadas de maneira compatível com as diversas necessidades dos projetos envolvidos. Cumpre ressaltar que, embora se reconheça a possibilidade de riscos de inadimplências, o objetivo central consistiu na facilitação e ampliação dessa política a fim de desenvolver o setor fotovoltaico. Ademais, a injeção de fundos diretos e a oferta de terrenos, com preços baixos, contribuíram para que governos locais promovessem a aquisição de investimentos e espaços territoriais orientados à produção da energia solar fotovoltaica (GANG, 2015).

Ainda nos marcos das políticas chinesas de financiamento, observou-se que há uma diversidade de bancos estatais orientados à promoção de créditos de baixo custo, orientados ao desenvolvimento de projetos de energias renováveis, como evidenciados nas ações empreendidas pelo China Development Bank (CDB) (BRIDLE; KITSON, 2014). No âmbito dos financiamentos para os desenvolvedores de energia solar, Andrews-Speed e Zhang (2015) indicam que o apoio dado pelo governo chinês incidiu, principalmente, na promoção de P&D, na facilitação de créditos a fim de possibilitar a melhoria e obtenção da manufatura necessária, na implementação e instalação dos projetos empreendidos pelos fabricantes.

Dessa maneira, o governo chinês possibilitou que empresas se inserissem no mercado de energia solar por meio de financiamentos a fim de atuarem na cadeia produtiva de energias renováveis. Em 2010, por exemplo, a China estendeu um aporte de 36 bilhões de dólares para o setor privado desenvolver projetos direcionados ao uso das energias renováveis (TAN, ZHAO, POLYCARP; BAI, 2013 *apud* BRIDLE; KITSON, 2014, p. 36). Os bancos chineses continuaram apoiando o desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico, só o CDB, por exemplo, financiou em torno de 43.500MW implementados, até 2015, com o propósito de expandir o uso da energia solar em âmbito doméstico (BALL, 2017).

Em suma, o FP direcionado ao desenvolvimento de P&D em energia solar fotovoltaica se configurou como uma das prioridades da China. Nessa direção, o governo chinês atuou, principalmente, onde havia as dificuldades e incertezas técnicas de modo a suprir as possíveis falhas no processo de desenvolvimento da indústria fotovoltaica (HUO; ZHANG, 2012). Um dos exemplos consistiu nos esforços em P&D realizados pela estatal *Emei Semiconductor Research Institution*, pois ao desenvolver o polissilício, em um cenário em que tal manufatura

se encontrava ausente no mercado fotovoltaico doméstico, possibilitou a transferência de tecnologia para as empresas fabricantes atuantes no setor fotovoltaico chinês. Consequentemente, detectou-se uma rápida e notória elevação da capacidade produtiva no mercado chinês, ou seja, em apenas um ano transitou-se de 1.801 MW (2008) para um quantitativo de 6.824 MW (2009) (HUO; ZHANG, 2012).

Na Índia, diversos desafios financeiros foram característicos para o desenvolvimento do mercado de energia solar. O financiamento por parte de instituições internacionais foram os meios iniciais para o fomento do setor. No entanto, como sinalizaram Miller e Hope (2000 *apud* PLUTSHACK, 2018, p. 26), em 1994, o financiamento de 10 milhões de dólares, promovido pelo Banco Mundial, não resolveu todos os obstáculos para o desenvolvimento do mercado solar indiano. Diante desse cenário, de dificuldades de acesso ao crédito na Índia, conforme pontuou Plutshack (2018), desenvolveu-se a atuação de pequenas instituições financeiras, além de grupos de créditos informais, principalmente quando observados as zonas rurais e mais periféricas dos grandes centros. Esse mecanismo possibilitou que mais pessoas tivessem a obtenção de créditos, ampliando as possibilidades de adoção de sistemas fotovoltaicos.

No entanto, o acesso a FP por parte de desenvolvedores fotovoltaicos, principalmente aqueles desprovidos de recursos iniciais permaneceu, até 2015, com um dos grandes desafios a serem enfrentados pela Índia. Diante desse contexto, e assumindo o entendimento de que a energia solar seria um recurso energético estratégico para o desenvolvimento, o governo indiano passou a assumir maiores riscos em face das possibilidades de inadimplência dos tomadores (TFE CONSULTING GMBH, 2017). Linhas de créditos foram verificadas no âmbito do *State Bank of India* (SBI), no *Punjab National Bank* (PNB), além da IREDA. Ressalta-se, no entanto, que embora levaram extensivos prazos até a sua aprovação, principalmente para desenvolvedores menores, ainda foram apontadas como instituições que oferecem condições atraentes (DAMANI, 2020). Dentre as atuações empreendidas pela IREDA, no âmbito das energias renováveis, reside no apoio financeiro a diversas propostas de desenvolvedores de energias renováveis incluindo, principalmente, projetos direcionados à energia solar fotovoltaica em áreas rurais (NIEZ, 2010).

De acordo com dados da IEA (2020), por meio de uma amostra observada em 2018, detectou-se que o nível de investimento indiano em energia solar fotovoltaica foi superior quando comparado aos níveis de investimentos aplicados às demais fontes de energia oriunda de fontes poluentes. Já em 2019, por meio do Gabinete de Comissão de Assuntos Econômicos (GCAE), a Índia aprovou uma importância de US\$ 6,5 bilhões de dólares a serem investidos,

até 2022, na ampliação e desenvolvimento da energia solar em projetos ligados ao meio agrícola.

Nesse cenário, o banco central indiano, o *Reserve Bank of India* (RBI), empreendeu uma série de diretrizes e normas orientadoras a fim de coordenar e estimular, tanto bancos públicos, como bancos privados a facilitarem o acesso ao crédito em áreas estratégicas e prioritárias ligadas ao desenvolvimento indiano. Inclui-se, nesse quadro, mecanismos para ampliar o acesso ao financiamento por parte dos desenvolvedores fotovoltaicos (INDIAGOSOLAR, 2020; RBI, 2014). Dessa forma, os empréstimos financeiros direcionados para o fomento da energia solar estão inseridos dentro das linhas prioritárias do desenvolvimento energético indiano nos quadros definidos pelo RBI (RBI, 2020).

Já no caso do *Small Industrial Development Bank of India* (SIDBI), ao incorporar a necessidade de promover aos seus clientes mecanismos de acesso ao desenvolvimento de tecnologias de energias renováveis, apresentou-se linhas de créditos voltados para projetos de telhados solares (DAMANI, 2020). Além do mencionado, instituições internacionais também estabeleceram linhas de financiamento para a promoção de projetos de energia solar fotovoltaicos. Carteiras fomentadas pelo Banco Mundial, KFW e *Asian Development Bank* (ADB) se direcionaram, sobretudo, para o segmento de telhado solares (TFE CONSULTING GMBH, 2017). Outrossim, por sua vez, consistiu nos projetos aprovados pelo Novo Banco de Desenvolvimento (NDB), do BRICS, ao focar em linhas de financiamento para a ampliação de projetos direcionados às tecnologias de energias renováveis incluindo, nesse quadro, projetos que utilizam energia solar. Em síntese, o quadro a seguir apresenta as principais instituições com linhas de financiamentos a projetos fotovoltaicos nos casos de Brasil, China e Índia.

Quadro 27 - Principais instituições públicas e intergovernamentais com linhas de financiamentos para desenvolvedores de projetos fotovoltaicos (Brasil, China e Índia).

BRASIL	CHINA	ÍNDIA
Banco do Brasil (BB)	China Development Bank (CDB)	IREDA
BNDES	Bank of China	Reserve Bank of India (RBI)
Banco do Nordeste do Brasil	Bank of Shanghai	State Bank of India (SBI)
Banco da Amazônia	Bank of Communications	SIDBI
<hr/>		
Banco de Desenvolvimento da América Latina	Asian Development Bank (ADB)	Asian Development Bank (ADB)
World Bank	World Bank	World Bank
Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)		

Novo Banco de Desenvolvimento (NDB)	Novo Banco de Desenvolvimento (NDB)	Novo Banco de Desenvolvimento (NDB)
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Fonte: Elaboração do autor (2021) com base em MERCOM CAPITAL GROUP (2010); TFE CONSULTING GMBH (2017); Ramos et. al. (2018) e Damani (2020).

Frisa-se ainda que a enérgica atuação do governo chinês se desenvolveu um ambiente propício à ampliação das relações entre as políticas nacionais e locais com as empresas estatais e privadas, contribuindo para delinear as configurações e alcançar os resultados pré-estabelecidos pelo setor nos marcos da política energética nacional (HOCHSTETLER; KOSTKA, 2015). Dessa forma, o governo chinês reconheceu a necessidade de se estabelecer modelos de PPP a fim de aprofundar a promoção da energia solar. Incentivou-se, nessa linha, os processos de cooperação entre as políticas públicas locais com as empresas privadas para, principalmente, constituir projetos conjuntos direcionados ao uso da energia solar no âmbito da agricultura (CHINA, 2016a).

No caso do Brasil, as relações empreendidas pelo governo brasileiro com o setor privado direcionaram a atuação dos diversos atores para uma política orientada em função dos custos. Considerou-se, sobretudo, às distintas condições de atratividade quanto ao uso de fontes de energia disponíveis no mercado, além dos fatores ligados à competitividade e à segurança jurídica (CAVALCANTE, 2018). No entanto, conforme ressaltaram Hochstetler e Kostka (2015), embora as PPP tenham desempenhado um papel considerável no setor de energia eólica no Brasil, suas interações foram mais tímidas quando observadas ao setor de energia solar.

Quanto ao cenário indiano, as PPP foram fundamentais para o desenvolvimento e ampliação dos atores no mercado de energia solar fotovoltaico. No âmbito da Política Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME) indica-se o intuito de elevar as PPP por meio da criação de novos modelos de negócios decorrentes, sobretudo, do cálculo entre as necessidades energéticas indianas e os resultados a serem alcançados (ÍNDIA, 2012). Nessa linha, Moallemi et. al. salientam que embora o governo indiano tenha realizado aportes significativos para o desenvolvimento do setor de energia solar, na outra mão, uma quantidade relevante de investimentos pode ser constatada como oriundos do setor privado. Evidenciou-se, nesse contexto, uma transição para uma abertura de capital privado, o que possibilitou novos aportes de investimentos estrangeiros em projetos direcionados à energia solar (MOALLEMI et. al., 2017). Consoante, nesses termos, com os apontamentos de Dalei, ao ressaltar o papel dos financiamentos públicos, bem como a necessidade de ampliação do acesso aos investimentos internacionais (DALEI. ENTREVISTA, 2020).

Dentro dessas interfaces, o quadro 28 revela as seguintes comparações em relação ao financiamento público em Brasil, China e Índia.

Quadro 28 – Comparação em relação ao Financiamento Público (Brasil, China e Índia).

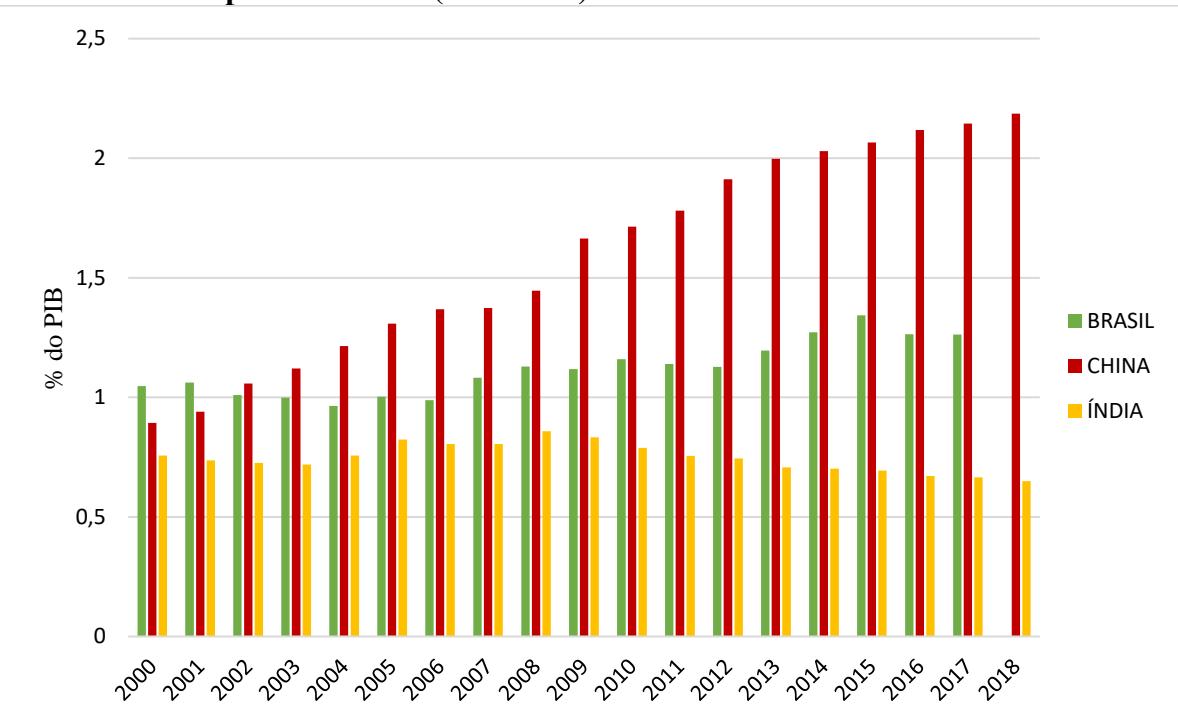
	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Houve linhas de FP que contemplou o setor solar fotovoltaico? (1,00)	Sim [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Não houve linhas de FP que contemplou o setor fotovoltaico? (0,00).	Não [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaboração própria (2021).

8.1.2.7 Do Fomento à P&D

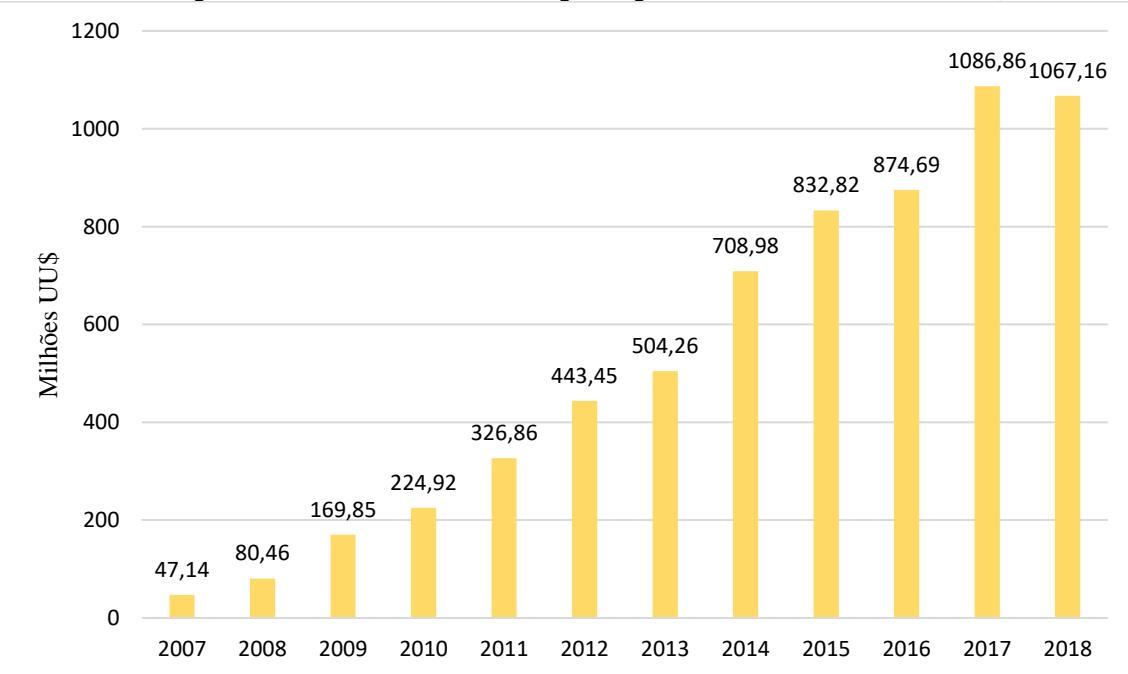
Brasil, China e Índia apresentaram inclinações para políticas de fomento à P&D endereçadas às tecnologias de energias renováveis. Nesse ambiente, o fomento à P&D tornou-se um dos mecanismos essenciais no processo de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. Inicialmente, cumpre considerar o nível de despesas que cada um desses países direcionou à realização de P&D, pois o quadro é delineado pela ênfase que cada país coloca na promoção da P&D.

Dentro desse cenário, no comparativo com Brasil e Índia, conforme ilustra o gráfico 10, é possível visualizar o quantitativo em despesas em P&D em relação ao %PIB empreendido pela China desde o início do século XXI. Observar esse expediente é relevante, pois como se verificará, com base no gráfico 11, as despesas em P&D, computadas no âmbito dos 21 principais fabricantes fotovoltaicos, demonstram, em termos anuais acumulados, uma gradativa elevação de investimentos dedicados ao setor.

Gráfico 10 – Despesas em P&D (% do PIB)²⁶

*O dado referente ao Brasil, em 2018, ainda não se encontrava disponível.

Fonte: Elaboração própria com base em World Bank Data (2020b).

Gráfico 11 -Despesas em P&D anuais dos 21 principais fabricantes fotovoltaicos, 2007-2018.

Fonte: PVTECH. 21 PV Manufacturers total annual cumulative R&D expenditure (US\$ Millions) 2007-2018. Disponível em: <https://www.pv-tech.org/editors-blog/rd-spending-analysis-of-21-pv-manufacturers>. Último acesso em: 11 de ago. 2020. Adaptação do autor (2021).

²⁶ “Despesas internas brutas com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), expressas como uma porcentagem do PIB. Incluem despesas de capitais correntes em quatro setores principais: empresas, governo, ensino superior e organizações privadas sem fins lucrativos. A P&D cobre pesquisa básica, aplicada pesquisa e desenvolvimento experimental” (tradução nossa, WORLD BANK DATA, 2020b, s.n.).

No caso da China, o interesse no campo da inovação tecnológica é admitido como fulcral ao seu desenvolvimento (CHINA, 2012; CHINA, 2016a). Percebe-se que a virada para o século XXI representou uma aceleração do engajamento chinês em seu processo de desenvolvimento tecnológico. Diversos planos nacionais foram emitidos pelo governo da China e, dentro dessa arquitetura política, incluíram o fomento à P&D direcionados às tecnologias de energia solar fotovoltaica. Ressalta-se, nesse cenário, o apoio dado aos laboratórios de pesquisas, os parques tecnológicos domésticos e o incentivo às P&D empreendidas no campo empresarial (HONGHANG et. al., 2014). Nos quadros da política energética chinesa, a ênfase nas tecnologias dirigidas às energias renováveis é uma das estratégicas relevantes em sua trajetória de desenvolvimento. No âmbito da energia solar, a China entendeu que as principais tecnologias empregadas na fabricação de células fotovoltaicas devem ser conduzidas com o propósito de melhorar a eficiência e suas aplicações (CHINA, 2016a).

Dessa forma, a perspectiva ancorada na inovação e sustentabilidade foram, notadamente, incorporadas ao pensamento estratégico chinês (CHINA, 2016a; 2016b; 2016c; 2016d). Durante o período 2006-2010, políticas de fomento à P&D em energia solar fotovoltaica foram instituídas. Dessa maneira, decorrente dos trabalhos empreendidos pelo MOST, aportes financeiros foram implementados nos quadros de três principais programas que já tinham sido institucionalizados em décadas anteriores (HUO; ZHANG, 2012). No âmbito do Programa 863 (1986), por exemplo, aplicou-se 160 milhões de yuan à P&D e pesquisa de filmes finos. Para ampliar o desenvolvimento da pesquisa básica, o Programa 973 (1997) definiu um suporte financeiro de 30 milhões de yuans centrados em P&D direcionados à energia solar fotovoltaica. Outrossim, consistiu nos marcos do Programa de P&D em Tecnologias-Chave (1981) que, no intervalo 2006-2010, endereçou 20 milhões de yuan às tecnologias em energia solar. A ênfase dessa iniciativa se concentrou na produção de equipamentos fotovoltaicos e no processo de sofisticação dos estudos direcionados ao uso de silício cristalino (HUO; ZHANG, 2012).

Dessa forma, as políticas tecnológicas dedicadas à energia solar consubstanciaram-se em uma variedade de projetos em desenvolvimento. Cintila-se, nesse aspecto, os projetos de demonstração de microgeração *on-grid* e os projetos de demonstração para a elaboração de novas cidades solares. Para tanto, intencionou-se integrar os institutos de pesquisas, além da institucionalização de um laboratório nacional concentrado nos estudos da energia solar. Outrossim consistiu na execução de distintos projetos, como foco na pesquisa básica, eficiência e inovação em tecnologias avançadas, além de pesquisas mais amplas e integradas referentes à energia solar (CHINA, 2012a). Sob esse prisma, a China evidencia-se uma política dedicada

em busca da eficiência e desenvolvimento da indústria fotovoltaica inteligente regada pela tecnologia de ponta (CHINA, 2018).

Dessa maneira, as atuações governamentais chinesas promoveram, tanto no nível central, quanto nas províncias, a acessibilidade tecnológica, estrutura e formação de pessoal qualificado para o alcance da eficiência dos produtores locais dedicados à energia solar. O conjunto dessas ações possibilitou a melhora da competitividade das empresas chinesas. A Yingli Solar, por exemplo, conseguiu aprimorar seus resultados através da reestruturação de seus laboratórios decorrente, sobretudo, da realização de amplas pesquisas com a utilização de tecnologias de ponta. Ressalta-se, dentro desse processo, o papel executório do MOST e da NDRC, ambos atuantes na coordenação e implementação tecnológicas, bem como na formação de recursos humanos. Configuração decorrente da ampla atuação do governo chinês através de agências governamentais (GANG, 2015). Em termos gerais, conforme ressaltou Fu (2015), a experiência chinesa demonstrou que, em um curto espaço de tempo, foi possível um país emergente projetar caminhos que proporcionaram o desenvolvimento de indústrias competitivas no âmbito das tecnologias de energias renováveis, com relevante repercussão no mercado de energia global.

Inovação e sustentabilidade também se encontraram nos quadros da política energética indiana. A política “*Made in India*” revelou, nesse sentido, a ênfase indiana na promoção de P&D direcionado às tecnologias sustentáveis. Tal política possibilitou ao governo indiano atrair empresas estrangeiras a ampliarem a produção de energia solar fotovoltaica (IEA, 2020). Além disso, vale salientar que, desde 2005, o MNRE concentra esforços no fomento à P&D em energia solar fotovoltaica. Dessa forma, percebe-se que o cenário consiste em diversos financiamentos em P&D, apoio ao desenvolvimento da indústria fotovoltaica, incluindo atividades como a organização de seminários, capacitação de recursos humanos e exposições de projetos fotovoltaicos (SHARMA, 2019).

Decorrente da necessidade de elevar o nível das políticas climáticas, conforme mencionado, a Índia elaborou um conjunto coordenado de missões em diversas frentes políticas (IEA, 2020). Dentre essas missões sublinha-se a MSNIN (ÍNDIA, 2010). O governo da Índia intensificou, por meio da MSNIN, o fomento à P&D com ações específicas ao campo da energia solar fotovoltaica. A Índia elaborou um amplo programa dedicado à P&D em energia solar, contemplando desde a pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, melhoria e eficiência dos processos, avaliação de projetos, apoio à edificação da infraestrutura necessária ao desenvolvimento dos projetos de P&D, além do amparo dado às iniciativas oriundas de incubadoras e *startups* (ÍNDIA, 2010).

Ressalta-se, todavia, que os esforços endereçados à promoção de tecnologias em energias renováveis compõem estruturas de governo mais abrangentes (IEA, 2020). Pode-se elencar, nesse sentido, que o governo indiano criou diversos centros de ensino dedicados às energias renováveis. Dentro desse quadro, construiu unidades específicas direcionadas ao suporte dos projetos fotovoltaicos. Mais de 30 centros de estudos e pesquisas com esse desígnio foram arquitetados. Entende-se, a partir desse ambiente, que a Índia deu um passo significativo especializando-se e gerando um banco de recursos humanos dotados da expertise necessária ao desenvolvimento da energia solar (RAINA; SINHA, 2019).

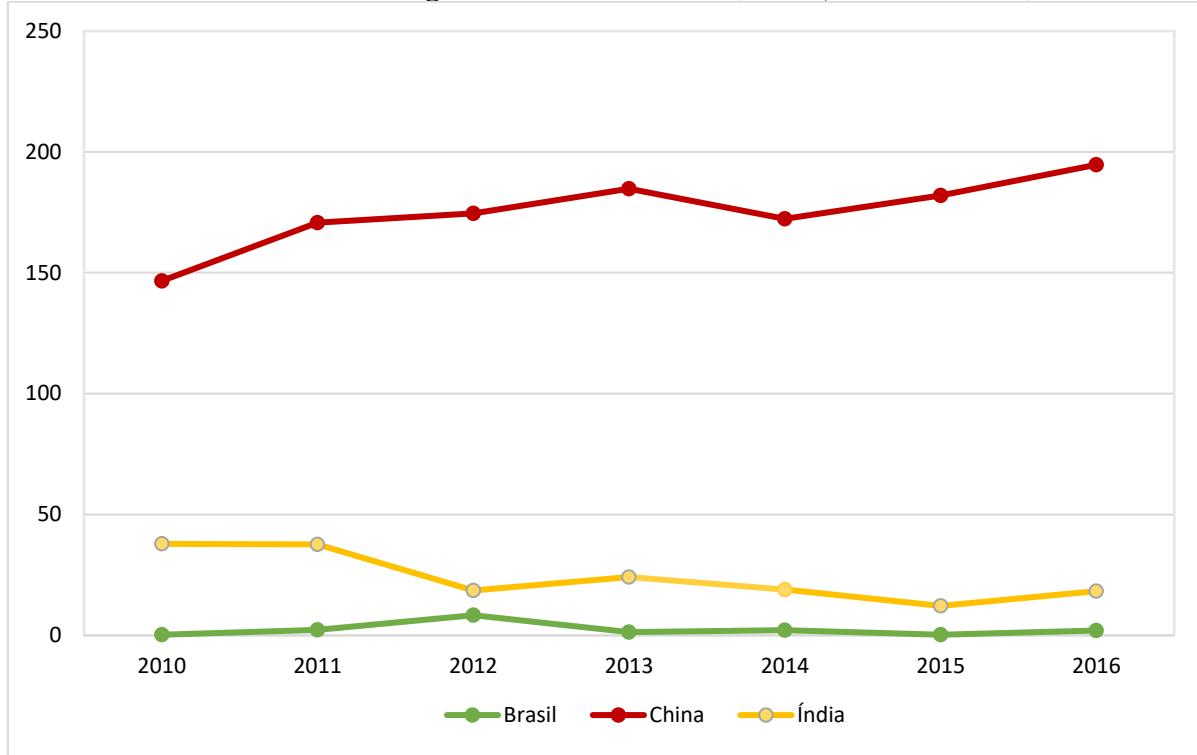
No que tange ao caso brasileiro, as pesquisas iniciais foram empreendidas por meio de parcerias. Conjugou-se, assim, esforços desenvolvidos pela UNICAMP com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (ITP), ligado ao governo do Estado de São Paulo, ao alterarem a rota metalúrgica, alcançaram a produção de silício em grau solar no âmbito nacional (DUBEUX, 2015)²⁷. No âmbito da ANEEL, mesmo em face das chamadas P&D 13/2011 e da P&D 01/2016 no quadro política energética no Brasil, Galert et. al. (2019) evidenciaram a ausência de uma abordagem coordenada de projetos de P&D no nível nacional, emergindo como um dos óbices ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

Diante desse cenário, tonifica-se o reconhecimento de que, além da baixa quantidade de projetos de P&D direcionados a energia solar. De fato, os projetos em P&D empreendidos no Brasil ocorrem, sobretudo, com base em atividades isoladas (CARSTENS; CUNHA, 2019). Sinaliza-se, portanto, para a necessidade de se estabelecer uma coordenação entre os diversos projetos fotovoltaicos que estão em curso no Brasil e, nessa direção, compatibilizá-los dentro de um portfólio de P&D estratégico, ancorado numa política nacional de desenvolvimento, com metas e objetivos definidos direcionados ao setor solar fotovoltaico.

O reflexo dos cenários pode ser observado com base nos resultados decorrentes da ênfase dada em P&D em cada um dos três países, conforme revela-se nos gráficos 12 e 13, respectivamente, quanto ao nível de produção e o percentual proporcional de patentes em energia solar fotovoltaica de forma comparativa.

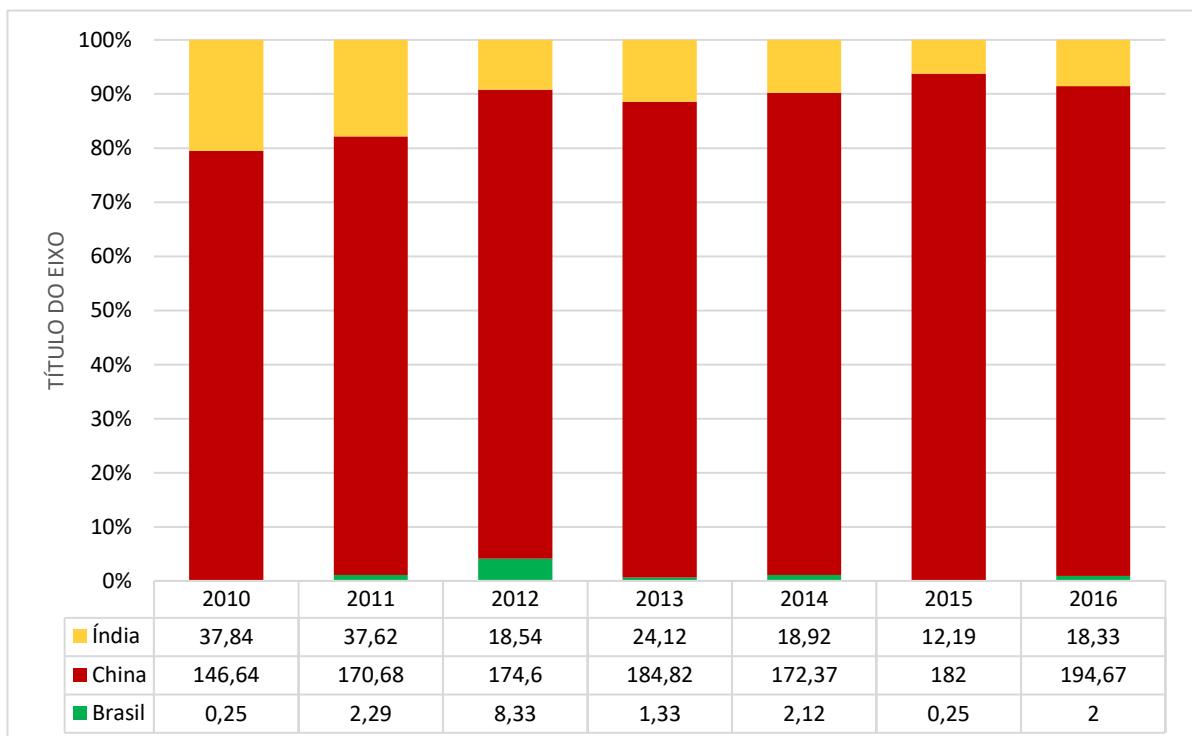
²⁷ Evidencia-se, nesse cenário, a existência de alguns outros Institutos de Ciência e Tecnologia (INCTs) que desenvolvem trabalhos direcionados às tecnologias solar fotovoltaica no Brasil, a exemplo do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia (INCT-EREEA); Instituto Nacional de Engenharia em Superfícies (INES) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos (INCT-NAMITEC) (RAMOS et. al., 2018).

Gráfico 12 – Patentes em Energia Solar Fotovoltaica (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaboração do autor (2021) com base em OECD.Stat (2020).

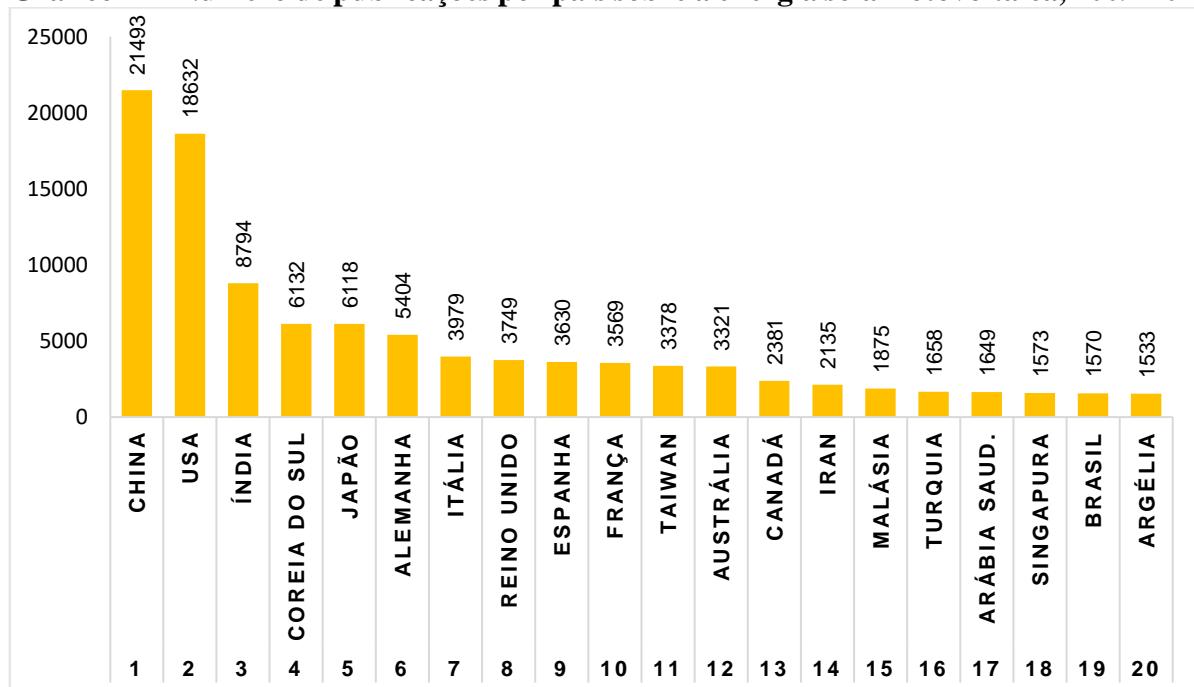
Gráfico 13 – Patentes em Energia Solar Fotovoltaica por % (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaboração do autor (2021) com base em OECD.Stat (2020).

Nesse contexto, a título de exemplo, é pertinente observar o gráfico 14, no qual revela o número de publicações, por país, considerando a palavra-chave “*photovoltaic*”, na base *Web of Science*, referente ao período 2009-2019.

Gráfico 14 - Número de publicações por país sobre a energia solar fotovoltaica, 2009-2019.



Fonte: Elaboração própria com base em *Web of Science* (2021).

Diante do gráfico 14, observou-se a liderança chinesa (1º) seguida da presença indiana (3º) considerando os países emergentes com maior número de publicações na plataforma, enquanto o Brasil situando-se na 19ª posição (WEB OF SCIENCE, 2021).

Em termos gerais, o quadro 29 demarca aspectos comparativos em relação a presença de algum tipo de política de fomento em P&D nos casos de Brasil, China e Índia considerando o setor solar fotovoltaico.

Quadro 29 – Comparaçao em relação ao Fomento à P&D (Brasil, China e Índia).

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Houve alguma política de fomento à P&D que contemplou o setor solar fotovoltaico? (1,00).	Sim [1,00]	Sim [1,00]	Sim [1,00]
▪ Política de fomento à P&D inexistente? (0,00).	Não [0,00]	Não [0,00]	Não [0,00]
Total	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaboração própria (2021).

8.1.3 Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN)

Em um cenário político marcado por diversas interações globais, Brasil, China e Índia desenvolveram distintas atuações no meio internacional. Suas posturas foram evidenciadas por meio de distintos relacionamentos e acordos políticos. Destacaram-se as participações em organismos multilaterais, estabelecimento de cooperações internacionais, emissão de declarações de intenções conjuntas e demais atos direcionados ao incentivo das energias renováveis. Nessa esfera, as ações internacionais dedicadas ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica podem ser diagnosticadas através de uma observação dos distintos atos políticos estabelecidos em uma arena demarcada por potenciais constrangimentos estruturais.

Dessa forma, observou-se que as ações internacionais adotadas pelo Brasil, envolvendo a energia solar fotovoltaica, estiveram inseridas nos quadros das políticas de cooperação internacionais dedicadas à promoção das energias renováveis. O Brasil se posicionou como um dos países que, internacionalmente, contribuíram para o campo das energias renováveis. Em alguns de seus atos internacionais é possível observar menção à energia solar (CONCÓRDIA. MRE, 2020). Alemanha, Argentina, China, Índia, França e EUA foram os principais países em que se estabeleceram atos internacionais com demonstrações de interesses mútuos, com o Brasil, voltados ao desenvolvimento do setor solar. No âmbito do BRICS, por exemplo, enquanto coalização política, se configurou como um dos meios de inserção internacional do Brasil no estímulo às energias renováveis, traduzindo-se em uma arena de promoção da diversidade das fontes renováveis (CONCÓRDIA. MRE, 2020).

Quando se considera as relações entre Brasil e China, no âmbito da energia solar, até 2018, observou-se que foram realizadas algumas ações iniciais, principalmente aquelas dedicadas aos processos de cooperação e fluxos de investimentos. Para o setor fotovoltaico, destacam-se as investidas da China, como por exemplo, por meio do BYD, grupo chinês, indicando investimentos na ordem de U\$ 50 milhões de dólares para a construção de uma fábrica fotovoltaica na cidade de Campinas-SP (CAVALCANTE, 2018).

Do ponto de vista estratégico, as ações internacionais chinesas consideraram avançar nos processos de cooperação internacional dedicadas, sobretudo, ao fomento à P&D em energia solar. O propósito da China se fundamentou no fortalecimento das relações bilaterais e multilaterais, notadamente, a título de promover e ampliar a realização de pesquisas referentes ao desenvolvimento do setor fotovoltaico. Para tanto, sinalizou-se para o estabelecimento de uma plataforma internacional a fim de realização de cooperação e intercâmbio de informações,

conjugando esforços entre diversos governos e empresas que se demonstraram interessadas em elaborar e implementar projetos inovadores em matéria de energia solar (CHINA, 2016a).

Dessa forma, verificou-se que os atos internacionais chineses, dedicados à promoção da energia solar, estiveram inseridos dentro do contexto das discussões das políticas energéticas. No plano multilateral, a China se inseriu em diversas arenas internacionais. Destacam-se, nesse aspecto, suas posições na Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APEC), Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN), BRICS, ONU, Organização para Cooperação de Xangai (OCX), entre outras arenas internacionais. No plano dos atos bilaterais, memorandos de entendimento mútuos, planos de ações e declarações conjuntas revelaram a participação chinesa em diversas relações estabelecidas. Austrália, Alemanha, Brasil, EUA, Índia, Japão, Rússia e Turquia são alguns dos principais parceiros bilaterais no campo das energias renováveis e, nesse contexto, com posições políticas de incentivo à energia solar (APEP, 2019; CHINA, 2020a; CHINA, 2020b; CHINA, 2020c).

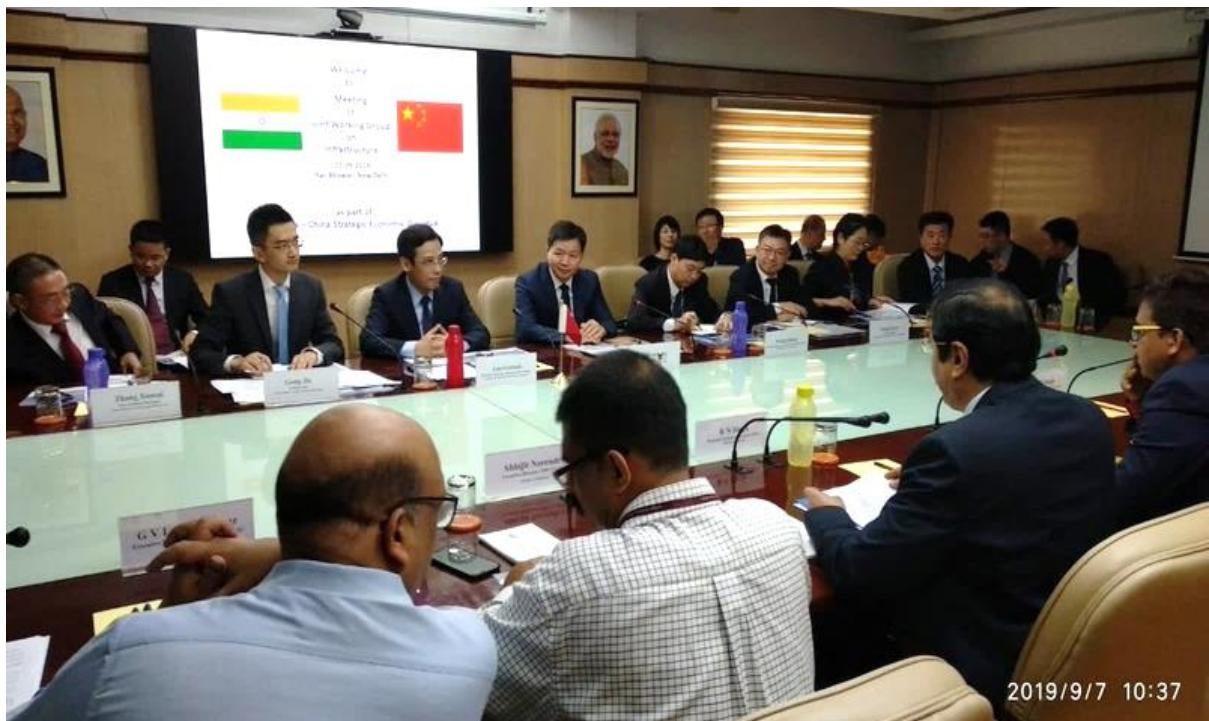
Estratégias chinesas consistiram em valorizar o mercado internacional, principalmente nos corredores econômicos que perfazem o “*One Belt, One Road*”, “China-Paquistão” e “Bangladesh-China-Índia-Mianmar” sem abdicar, no entanto, de mercados já consolidados, como Europa, EUA, além de países de emergentes, africanos e demais regiões asiáticas (CHINA, 2016a). Salienta-se que os atos chineses no âmbito internacional estiveram congruentes com as diretrizes estabelecidas em seu planejamento estratégico, sobretudo endereçado às políticas de incentivo à energia solar. Além disso, a China propôs o fortalecimento de mecanismos multilaterais de certificação e reconhecimento mútuo internacional atinentes aos materiais solares, como uma ativa defesa do Sistema da *International Electrotechnical Commission - IEC* - para a Certificação de Normas Relativas a Equipamentos para uso em Aplicações de Energias Renováveis (IECRE – sigla em inglês) (CHINA, 2016a).

Dentro dessa conjuntura, ao compartilhar a mesma região geográfica e serem países que comungam de fronteiras idênticas, as relações entre China e Índia, embora em alguns aspectos sejam considerados conflitantes, operou-se nas bases de um relacionamento pacífico, seja por meio de acordos em organismos multilaterais, seja por meio do estabelecimento de relações bilaterais com o propósito cooperar em energias renováveis, incluindo a tecnologia fotovoltaica.

Na figura 25 registrou-se, em 2019, a realização da 6ª Reunião de Diálogo Econômico Estratégico Índia-China. Naquele contexto, ambos os países reafirmaram o compromisso em fortalecer os processos de cooperação no âmbito das renováveis. Sinalizaram, mais especificamente, o interesse em cooperar em atividades de P&D, dedicadas à elaboração e

produção de novas células solares provenientes da utilização de materiais alternativos (DHARMARAJ, 2019).

Figura 25 – Sexta Reunião de Diálogo Estratégico Índia-China (SED).



Fonte: Dharmaraj (2019). Disponível em: <https://opengovasia.com/india-china-to-work-on-rd-for-new-solar-cell-technology/>. Último acesso em: 14 de set. 2020.

Os esforços da Índia dedicados à promoção da energia solar em escala global se concretizaram com sua liderança na criação, conjuntamente com a França, da Aliança Solar Internacional (ISA, sigla em inglês) (ISA, 2020a; SHARMA, 2019; SHIDORE; BUSBY, 2019). Narendra Modi e François Holland, então presidente francês, apresentaram a iniciativa na COP 21, em 2015, na França, dentro do espírito voltado para a transição energética sustentável (ISA, 2020a). Por conseguinte, em 2018, Modi e Macron, atual presidente francês, ao institucionalizar a ISA, reuniram interesses mútuos em elevar a participação da energia solar como forma de ampliar a segurança energética e, ao mesmo tempo, mitigar a emissão de gases poluentes. Reconheceu-se, naquele cenário, a liderança indiana no quadro de promoção das políticas de energias renováveis. Considera-se, nesse aspecto, as diligências empreendidas por Modi ao recrutar apoio político para que a Índia sediasse a ISA em seu território (SHARMA, 2019)²⁸.

²⁸ A ISA nasce com um olhar especial para os 122 países que compõem o “cinturão solar”, ou seja, países que se localizam entre os trópicos de câncer e capricórnio. Hodieramente, é composta por 86 países signatários e projeta mobilizar, até 2030, uma quantia acima de US\$ 1 trilhão de dólares em financiamentos direcionados a P&D,

A Índia empreendeu, nesse contexto, diversos atos internacionais. França, Alemanha e Rússia foram alguns dos países em que a Índia estabeleceu processos de cooperação em energias renováveis, incluindo projetos de energia solar. A cooperação entre o NISE (Índia) e o *The National Energy Institute* (INES) (França) representou, por exemplo, um dos atos internacionais indianos dedicados ao intercâmbio de pesquisas em energia solar. Além disso, decidiu cooperar nas áreas de telhados solares, gerenciamento de tecnologias inteligentes, produção de células solares e desenvolvimento de veículos elétricos provenientes de tecnologias solares. Com a Alemanha, a Índia cooperou nos setores de financiamento, fomentando programas de telhados solares, parques solares e promoção de sistemas *off-grid*. Na cooperação com a Rússia, contemplou-se o setor de construção de usinas solares de grande porte (INDIA, 2020).

O desenho desse quadro de ações internacionais se desenvolveu em uma arena internacional plasmada de declarações conjuntas, processos de cooperação e entendimentos mútuos. Ressalta-se também alguns pontos conflitantes, principalmente decorrente do que se convencionou chamar de “guerras solares”, termo comumente utilizado para designar a ocorrência de pontos de fricção entre China e *policymakers* de outras nações, em virtude da, notadamente, ascensão da indústria chinesa de energia solar e sua inserção no mercado global fotovoltaico (SHUBBAK, 2019). Em 2009, por exemplo, conforme pontuou Grundinger (2015), a Alemanha depreciou, de 8% a 16%, seus preços no mercado por meio de uma redução das FITs (GRUNDINGER, 2015 *apud* SHUBBAK, 2019). Em 2011, países europeus reduziram seus subsídios à programas de incentivos fotovoltaicos (SHUBBAK, 2019). Nesse contexto, um dos pontos de atrito ocorreu quando a China recebeu acusações, por parte da União Europeia (EU) e do governo norte-americano, pela prática de “subsídios ilegais” e da realização de *dumping* no mercado fotovoltaico como mecanismos de dinamizar a competitividade de sua produção industrial. Ressalta-se, nesse cenário, que os preços praticados pela EU e pelos EUA já se encontravam em um nível bastante competitivo no mercado internacional (GANG, 2015).

Em parceria com a UNIDO, em 2005, a China recepcionou, na cidade de Lanzhou (Gansu), o *International Center Solar Energy Centre for Technology Promotion and Transfer* (ISEC), constituindo-se em uma arena de troca de conhecimentos sobre energia solar. No âmbito do organismo, a China protagonizou a realização de diversos eventos, incluindo treinamentos de pessoal, realização de feiras de exposições de produtos, socialização de

projetos de inovação, capacitação e cooperação tecnológica direcionados ao fomento da energia solar (ISA, 2020b; ISA, 2020c; SHARMA, 2019).

experiências, exibição de trabalhos acadêmicos e empresariais. O ISCE se tornou uma ampla plataforma de compartilhamento de informações e aprendizados, contemplando o campo de tecnologias inovadoras em energia solar fotovoltaica (UNIDO.MOFCOM, 2016). Reconhece-se, portanto, o papel ativo protagonizado pela China nos processos das relações internacionais no campo energético, com atuações políticas estratégicas de promoção ao setor de energia solar fotovoltaico (CHINA, 2020a; CHINA, 2020b).

Em síntese, o Brasil, a China e a Índia atuaram internacionalmente em variadas frentes. Diversas relações foram desenvolvidas e, do ponto de vista substancial, revelaram como cada um desses países se conectaram às temáticas endereçadas ao setor de energias renováveis e, nesse contexto, com afeto à energia solar fotovoltaica. Isso posto, o quadro a seguir sintetiza os principais atos internacionais de Brasil, China e Índia envolvendo o setor de energia solar.

Quadro 30 - Síntese dos principais atos internacionais em energias renováveis com a solar em destaque (Brasil, China e Índia).

BRASIL			CHINA			ÍNDIA		
ANO	PARTES	DESCRIÇÃO	ANO	PARTES	DESCRIÇÃO	ANO	PARTES	DESCRIÇÃO
1976	França	Acordo complementar. Cooperar no campo na energia solar e demais fontes energéticas não convencionais.	1980	Alemanha	Protocolo. Estabelecer um processo de cooperação bilateral no âmbito das tecnologias de energia solar a serem aplicadas em áreas rurais.	2003	Republic of Mauritius	Memorando de entendimento. Cooperar no âmbito das energias não convencionais nos setores econômicos, técnicos e científicos.
1978	França	Troca de Cartas. Implementar uma programação de cooperação no setor de energias renováveis. Menção a energia solar fotovoltaica.	1988	Alemanha	Protocolo Bilateral. Desenvolver um processo de cooperação no campo das energias renováveis. Cooperar em energia solar fotovoltaica, eólica e biomassa. Implementar programas de P&D.	2007	Filipinas	Memorando de entendimento. Fixar um programa de cooperação em P&D de tecnologias em energias renováveis, sinalizando a energia solar fotovoltaica.
1981	Itália	Protocolo de Cooperação. Cooperar na área de energias renováveis e conservação energética. Menção a cooperação em energia solar fotovoltaica.	1996	APEC	Primeira Reunião de Ministros de Energia da APEC. Incluindo cooperar no âmbito das energias renováveis com ênfase em P&D e investimentos no setor.	2007	Itália	Memorando de entendimento. Estabelecer cooperação para o desenvolvimento de tecnologias em energias renováveis.
1981	Nicarágua	Declaração de Intenções. Incluir desenvolver um programa de comunidades solares com uso de energia solar direta, eólica e biomassa.	1999	Austrália	Memorando de Entendimento. Cooperação no âmbito do comércio e investimentos para o setor mineral e energético. Incluindo o fomento às energias renováveis.	2007	Tailândia	Memorando de entendimento. Promover cooperação técnica bilateral no âmbito das energias renováveis, pontuando, dentre outras, a energia solar fotovoltaica.
1981	República Dominicana	Declaração de Intenções. Cooperar no campo energético e mineral. Incluindo a cooperação em biomassa, energia solar e eólica.	2000	APEC	Reunião Ministerial. Quarta reunião de ministros da APEC Energy "transformando visão em realidade". Incluindo o objetivo de cooperar no âmbito das tecnologias em energias renováveis.	2008	México	Memorando de entendimento. Fixar as bases institucionais para um processo de cooperação no âmbito das energias renováveis.
1981	Uruguai	Declaração de Intenções. Incluir desenvolver um programa de captação da energia solar por meio de estudo de coletores e sistemas fotovoltaicos.	2000	Turquia	Acordo-Quadro. Acordo de Cooperação Energética entre Turquia e China. Incluindo o engajamento na cooperação em pesquisas e estudos dedicados as energias renováveis.	2008	The University of Saskatchewan, Canada.	Memorando de entendimento. Fortalecer a cooperação no fomento às pesquisas voltadas para P&D em energias renováveis.

1982	Jamaica	Protocolo de Intenções. Cooperação nas áreas de Energia e Mineração. Incluindo a cooperação em tecnologia solar.	2003	Canadá	Memorando de entendimento. Estabelecer um processo de cooperação em projetos de energia solar.	2008	Dinamarca	Memorando de entendimento. Estabelecer cooperação em tecnologias de energias renováveis.
1983	França	Ajuste Complementar. Cooperação técnica-científica. Incluindo a cooperação em P&D em energias renováveis com menção à energia solar fotovoltaica.	2004	APEC	Sexta Reunião de Ministros de Energia da APEC. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis com ênfase em P&D e investimentos no setor	2009	BRIC	Comunicado conjunto. Comunicado conjunto entre os ministros representantes do BRIC. Ressaltam o fomento a projetos de cooperação em energias renováveis.
1983	Nigéria	Comunicado Conjunto. Cooperar no âmbito da transferência de tecnologia em energia, com menção à energia solar.	2004	ASEAN	Implementação do Plano de Ação para a Declaração Conjunta da Parceria Estratégica China-ASEAN para a Paz e a Prosperidade. Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação no âmbito das energias renováveis.	2009	Chile	Memorando de entendimento. Estabelecer os fundamentos institucionais para a cooperação em energias renováveis.
1985	Suriname	Comunicado Conjunto. Inclui o interesse em cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis.	2004	Hungria	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre a República Popular da China e a República da Hungria. Incluindo o desejo mútuo em fortalecer a cooperação no setor de energias renováveis.	2009	Escócia	Memorando de entendimento. Promover cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.
1986	Uruguai	Declaração Conjunta. Sinalizaram a possibilidade de cooperar no âmbito de energias alternativas.	2004	Reino Unido	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta Sino-Britânica. Incluindo o interesse mútuo em fortalecer a cooperação no setor de energias renováveis.	2009	Espanha	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para um programa de cooperação em P&D em energias renováveis.
1989	Alemanha	Memorando de Entendimento. Cooperação no âmbito da Ciência e tecnologia. Cooperar no âmbito das energias renováveis.	2005	ASEM	A Sétima Reunião de Ministros das Relações Exteriores da Asia-Europe Meeting - ASEM (FMM7). Incluindo o interesse em cooperar no setor das energias renováveis.	2010	Austrália	Memorando de Entendimento. Identificar áreas de cooperação em energias. Incluindo tecnologias de energia solar.
1991	Portugal	Acordo Quadro. Acordo Quadro de Cooperação Brasil e Portugal. Fomentar a cooperação no âmbito do planejamento energético, aproveitamento e utilização de energias renováveis.	2005	APEC	Sétima Reunião de Ministros da APEC. Futuro Energético. Incluindo o interesse em cooperar no âmbito das energias renováveis.	2010	BRIC	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 2ª Reunião dos Líderes dos Países do BRIC. Incluindo o interesse em cooperar no setor do desenvolvimento tecnológico em energias renováveis.

1993	Alemanha	Ajuste por troca de notas. Cooperação Técnico-Científico para o desenvolvimento no Setor Energético. Incluindo o interesse de cooperar na geração de energia fotovoltaica e suas interligações à rede.	2005	União Europeia	Memorando de entendimento. Diálogos estratégicos sobre energia e transporte. Menção à cooperação em renováveis.	2010	Brasil e África do Sul (IBAS)	Memorando de entendimento. Promover a cooperação no desenvolvimento comercial em energia solar.
1995	EUA	Declaração Conjunta. Agenda Comum Brasil-EUA para o Meio Ambiente. Incluindo cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2005	Indonésia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da China e Indonésia sobre o estabelecimento de parceria Estratégica. Incluindo o interesse em cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.	2010	Irã	Memorando de entendimento. Promover cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.
1996	Alemanha	Declaração Conjunta. Agenda comum Brasil-Alemanha para o Meio Ambiente. Incluindo o interesse de intercâmbio de informações e cooperação em energias renováveis.	2005	União Europeia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da China e da União Europeia sobre Mudanças Climáticas. Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação na área de tecnologias de energias renováveis.	2010	Suécia	Memorando de entendimento. Estabelecer a cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.
1996	Argentina	Acordo Bilateral. Acordo Brasil e Argentina sobre cooperação em material ambiental. Incluindo a organização de intercâmbios de informações na área de fontes renováveis.	2006	APEC	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 17ª Conferência Ministerial da APEC. Sinalizando o interesse em cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.	2011	Bangladesh	Memorando de entendimento. Identificar as áreas de interesses mútuos para cooperação em novas energias renováveis, incluindo energia solar.
1996	China	Declaração Conjunta. Agenda comum Brasil-China para o desenvolvimento sustentável. Incluindo o interesse de intercâmbio de informações e cooperação em energias renováveis.	2006	ASEAN	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da Cúpula Comemorativa China-ASEAN. Apontando o interesse estratégico no setor da segurança energética considerando a cooperação em energias renováveis.	2011	Egito	Memorando de entendimento. Intensificar os esforços cooperativos no campo das energias renováveis.
1996	Índia	Agenda Comum. Agenda Comum para o Meio Ambiente. Acordaram promover a cooperação em energias renováveis.	2006	6ª Cúpula Ásia-Europa	Declaração de Cúpula. Declaração do Presidente da Sexta Cúpula Ásia-Europa. Fortalecer a cooperação no âmbito das energias renováveis.	2011	Uruguai	Memorando de entendimento. Estabelecer os meios institucionais para cooperação no setor das energias renováveis.

1997	ONU	Protocolo. Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Promover a pesquisa e o desenvolvimento de energias renováveis.	2006	Índia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre China e Índia. Sinalizando o interesse em cooperar no setor de energias renováveis.	2012	Belarus	Memorando de entendimento. Identificar as áreas de interesses mútuos para cooperação em novas energias renováveis, incluindo energia solar, mas não restrito a ela.
1997	EUA	Ajuste Complementar. Cooperação na área de Tecnologias Energéticas. Sinalizando a cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.	2006	México	Memorando de Entendimento. Cooperação Energética entre China e Estados Unidos Mexicanos. Incluindo o interesse em cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.	2012	BRICS	Declaração. Declaração de Delhi Quarto encontro de líderes do BRICS. Incluindo o interesse em realizar intercâmbios nas áreas de energias renováveis.
2003	EUA	Memorando de Entendimento. Estabelecimento de mecanismos de consulta de cooperação na área de energia. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis.	2006	Paquistão	Acordo-Quadro. Acordo de Cooperação Energética entre China e Paquistão no campo da cooperação energética. Incluindo o fomento na cooperação em energias renováveis.	2012	Malásia	Memorando de entendimento. Cooperar em energias renováveis, incluindo, dentre outras, a energia solar térmica e fotovoltaica.
2005	ALADI	Acordo-Quadro. Acordo Quadro sobre complementação energética Regional entre estados partes do MERCOSUL e Estados Associados. Cooperar no âmbito das energias renováveis	2006	União Europeia	Declaração Conjunta da Nona Reunião de Líderes China-União Europeia. Incluindo o interesse estratégico no âmbito da segurança energética considerando a cooperação em energias renováveis.	2012	Ruanda	Memorando de entendimento. Promover cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.
2005	Alemanha	Ajuste Complementar. Acordo de cooperação bilateral no que tange ao projeto de "Ações para Disseminação de Fontes Renováveis de Energia em Áreas Rurais no Norte e Nordeste do Brasil"	2007	Alemanha	Acordo-Quadro. Estabelecimento de fórum de discussão sino-alemão de Cooperação Econômica e Técnica. Incluindo a cooperação em tecnologias em energias renováveis com menção a energia solar.	2013	EUA	Memorando de entendimento. Cooperar no campo das energias renováveis efetuando um projeto intitulado " <i>Promoting Energy Through Clean Energy (PEACE)</i> ".
2005	China	Memorando de Entendimento. Cooperação na Área de Proteção Ambiental. Sinaliza dentre as áreas prioritárias, a cooperação em energias renováveis.	2007	ASEAN	Declaração de CEBU sobre segurança energética no Leste asiático. Incluindo Cooperar no setor de energias renováveis.	2014	Emirados Árabes Unidos	Memorando de entendimento. Estabelecer os meios institucional para cooperação no campo das energias renováveis.

2005	Itália	Declaração Conjunta. Cooperação no setor industrial, tecnológico e desenvolvimento. Intensificar a cooperação bilateral no âmbito das energias renováveis.	2007	ASEAN, Japão e Coreia do Sul	Declaração Conjunta sobre Cooperação no Leste Asiático - a base para aprofundar a cooperação entre a ASEAN e a China, Japão e Coreia do Sul. Incluindo o fomento na cooperação em tecnologias de energias renováveis.	2014	Finlândia	Memorando de entendimento. Fixar a cooperação institucional para viabilizar os processos cooperativos no campo das energias renováveis.
2006	Peru	Memorando de Entendimento. Estabelecer a Comissão Permanente em matéria energética, geológica e mineração. Sinaliza o interesse em cooperação em energias renováveis com menção à energia solar.	2007	APEC	Oitava Reunião de Ministros da APEC. Incluindo o interesse em cooperar no âmbito das energias renováveis.	2014	Holanda	Memorando de entendimento. Estabelecer os meios institucionais para a cooperação em energias renováveis.
2006	China	Memorando de Entendimento. Estabelecer uma subcomissão de energia e recursos minerais da comissão sino-brasileira. Incluindo o apoio a cooperação em energias renováveis.	2007	Cuba	Memorando de entendimento. Estabelecer uma parceria bilateral direcionada à pesquisa e tecnologias de energias renováveis.	2014	Japão	Memorando de entendimento. Cooperar no âmbito da tecnologia de energia solar fotovoltaica, de modo a expandir pelo território indiano.
2007	Equador	Memorando de entendimento. Cooperação na área energética. Menção ao apoio do projeto de mapeação do projeto eólico e solar no Equador.	2008	Alemanha	Declaração Conjunta. Declaração conjunta de China e Alemanha considerando a visita do premiê Wen Jiabao à Alemanha. Sinaliza o processo de cooperação em energias renováveis.	2014	Japão	Memorando de Entendimento. Cooperar em projetos que auxiliam o meio ambiente por meio da expansão do uso da energia solar.
2007	Equador	Protocolo de intenções. Cooperação Técnica na área de Minas e Energia. Promover a assistência de natureza técnica para a realização do mapa eólico e solar do Equador.	2008	APEC	Declaração. Declaração da 16ª Reunião Informal de Líderes da APEC. Incluindo o interesse em fortalecer o desenvolvimento de políticas para o uso de energias renováveis.	2015	República Dominicana	Memorando de entendimento. Desenvolver cooperação em tecnologias nos campos da energia solar, eólica e biomassa.
2007	Rússia	Declaração Conjunta. Diálogo Estratégico entre Brasil e Rússia. Fortalecer a cooperação em energias renováveis.	2008	Austrália	Declaração Conjunta. Declaração conjunta de China e Austrália sobre a intensificação da cooperação em mudanças climáticas. Reafirmam o compromisso em promover projetos na área de energias renováveis.	2015	Bélgica	Memorando de entendimento. Desenvolver cooperação em tecnologias de energias renováveis. Incluindo, dentre outras, energia solar fotovoltaica.

2007	México	Memorando de Entendimento. Cooperação Energética Brasil-México. Incluindo a possibilidade de compartilhamento de informações sobre estudos em energias renováveis e suas aplicações tecnológicas.	2008	BRIC	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto da Reunião de Ministros das Relações Exteriores da China, Rússia, Índia e Brasil. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2015	França	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para a cooperação em energias renováveis.
2007	Nicarágua	Memorando de Entendimento. Cooperação nos setores de Minas e Energia. Promover a diversificação das matrizes energéticas em ambos países por meio da adoção de energias renováveis.	2008	Brasil, África do Sul, Índia, México	Declaração. Declaração política sobre reunião coletiva de Brasil, África do Sul, Índia e México. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis. Menção à energia solar.	2015	Indonésia	Memorando de entendimento. Fomentar a cooperação técnica bilateral em energias renováveis.
2007	Dinamarca	Memorando de Entendimento. Cooperar no campo energético com ênfase em Energias Renováveis e Eficiência Energética. Assinado em Copenhague.	2008	Dinamarca	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da China e Dinamarca sobre o Estabelecimento de uma Parceria Estratégica Abrangente. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2015	Irlanda do Norte	Memorando de entendimento. Desenvolver uma estrutura institucional para a cooperação estratégica nos setores técnicos, políticos e comerciais ligados às energias renováveis.
2008	Guatemala	Protocolo de Intenções. Cooperação Técnica na área de energia. Promover a cooperação e fomentar a produção e consumo a partir de energias renováveis.	2008	EUA	Memorando de Entendimento. Cooperação em Eficiência Energética Industrial entre China e EUA. Incluindo o intuito de cooperação em tecnologias de energias limpas.	2015	Marrocos	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para a cooperação em energias renováveis, especialmente na capacitação da energia solar, bioenergia e pequenas hidrelétricas
2008	Alemanha	Acordo Bilateral. Cooperar no campo energético com ênfase em Energias Renováveis e Eficiência Energética. Sinalizando a energia solar, além de hidro, eólica, biocombustíveis, geotérmica e oceânica.	2008	EUA	Estrutura de Programa. Estrutura de Programa de parceria verde. Cooperar ambientalmente no campo energético. Cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.	2015	ONU	Acordo de Paris. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.
2008	Alemanha	Acordo bilateral. Estabelecer um processo cooperativo no campo da Cooperação Financeira para o Projeto “Programa de Crédito Energias Renováveis”	2008	Índia	A Visão Comum entre China e Índia no Século XXI. Sinalizam o interesse em elevar a proporção da participação em energias renováveis.	2015	Moçambique	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para a cooperação em energias renováveis.
2008	Alemanha	Memorando de Entendimento. Cooperar no campo energético com	2008	Organização para	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto do Conselho de Chefes de Governo dos Estados	2015	Mongólia	Memorando de entendimento. Fomentar a cooperação técnica

		ênfase em Energias Renováveis e Eficiência Energética.		Cooperação de Xangai	Membros da Organização de Cooperação de Xangai. Incluindo o intuito de cooperação em tecnologias de energias renováveis.			bilateral no campo das energias renováveis.
2008	Alemanha	Ajuste Complementar. Cooperação técnica Brasil-Alemanha. Incluindo a cooperação para a disseminação de energias renováveis no norte e nordeste do Brasil.	2009	EUA	Memorando de entendimento. Fixar uma parceria bilateral focada no setor de tecnologias de energias renováveis.	2015	Rússia	Memorando de entendimento. Cooperar no setor de construção de usinas solares fotovoltaicas de grande porte.
2008	BRIC	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto da Reunião de Ministros das Relações Exteriores da China, Rússia, Índia e Brasil. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2009	BRIC	Comunicado conjunto. Comunicado conjunto entre os ministros representantes do BRIC. Ressaltam o fomento à projetos de cooperação em energias renováveis.	2015	Alemanha	Memorando de entendimento. Fixar a cooperação em energia solar para o fomento de telhados solares, parques solares e energia solar off-grid. Cooperação financeira para o setor de energia solar.
2008	Espanha	Plano de Ação. Cooperação em Ciência e Tecnologia. Incluindo o interesse em cooperação em energias renováveis.	2009	Turquia	Memorando de entendimento. Desenvolver e fortalecer uma parceria bilateral direcionada à pesquisa e tecnologias de energias renováveis. Incluindo menção à energia solar.	2015	EUA	Memorando de entendimento. Estabelecer um fundo de incentivo avançando do projeto PEACE para o <i>Parteneship to Advance Clean Energy</i> (PACE).
2008	IICA – Instituto Interam. de Coop. para Agricultura.	Acordo de Cooperação para Agricultura. Implementar políticas públicas de energia elétrica em áreas rurais no âmbito do Programa Luz para todos. Promovendo a geração descentralizada a partir de fontes renováveis.	2009	EUA	Protocolo de Cooperação. Implementação do Centro Conjunto de Cooperação Sino -Americano de Energia Limpa.	2015	Seichelles	Memorando de entendimento. Promover a cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.
2009	Argentina	Declaração Conjunta. Incluindo a promoção do Programa bilateral de energias novas e renováveis com menção a energia solar.	2009	União Europeia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 12ª Reunião de Líderes China-União Europeia. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2016	BRICS	A Declaração de Goa para o Oitavo Encontro de Líderes do BRICS. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de cooperação no setor de energias renováveis.
2009	Alemanha	Memorando de entendimento. Cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis a fim de mitigar as mudanças climáticas.	2009	Brasil	Protocolo de Cooperação. Cooperação no campo de minas e energia. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.	2016	Mianmar	Memorando de entendimento. Fomentar a cooperação técnica bilateral no campo das energias renováveis.
2009	BRIC	Comunicado conjunto. Comunicado conjunto entre os ministros representantes do BRIC. Ressaltam	2009	Organização para	Declaração de Yekaterinburg dos Chefes de Estado da Organização	2016		Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para a cooperação em energias

		o fomento à projetos de cooperação em energias renováveis.		Cooperação de Xangai	de Cooperação de Xangai. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis.		Emirados Árabes Unidos	renováveis, por meio de investimentos, comércio e P&D.
2009	China	Protocolo de Cooperação nos campos de Minas e Energia. Incluindo o interesse de fomentar o intercâmbio de informações sobre tecnologias de energias renováveis.	2010	África do Sul	Memorando de entendimento. Cooperação bilateral de longo prazo Brasil-África do Sul. Incluindo cooperar no campo das energias renováveis.	2017	Fiji	Memorando de entendimento. Estabelecer as instituições necessárias para a cooperação em energias renováveis. Principalmente, energia solar, bioenergia e hidrelétricas de pequeno porte.
2009	China	Declaração Conjunta. Fortalecer a cooperação estratégica incluindo no setor de tecnologias de energias renováveis.	2010	Austrália	Memorando de Entendimento. Cooperação no Campo de Energia. Incluindo a sinalização do interesse de cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis.	2017	Alemanha	Acordo de implementação do Programa de Energia Indo-Alemão – Corredores de Energia Verde. (IGEN-GEC, sigla em inglês).
2009	México	Ajuste Complementar. Cooperar na área técnica e científica para a implementação do Projeto de “apoio ao fortalecimento técnico profissional nos campos da aeronáutica, energias renováveis, Educação a Distância e telecomunicações.	2010	APEC	Nona Reunião de Ministros de Energia da APEC. Incluindo cooperar no âmbito das energias renováveis com ênfase em P&D e investimentos no setor.	2017	Alemanha	Programa de Energia Indo-Alemão – Corredores de Energia Verde. (IGEN-GEC, sigla em inglês). Projeto para Zonas Rurais.
2009	IRENA	Assinatura de Estatuto. Estatuto da IRENA para a cooperação em energias renováveis. Menção à energia solar.	2010	Brasil	Comunicado de Imprensa. Comunicado de Imprensa Conjunto entre China e Brasil. Incluindo o interesse em cooperar em tecnologias de energias renováveis. Menção à energia solar.	2017	Alemanha	Memorando de entendimento. Implementação da cooperação em P&D entre o NISE e o Fraunhofer Institute Fur Solare Energiesysteme (ISE).
2010	Austrália	Memorando de Entendimento. Estabelecimento de Parcerias Reforçada. Incluindo o interesse de promoção da cooperação em fontes de energias renováveis.	2010	BRIC	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 2ª Reunião dos Líderes dos Países do BRIC. Incluindo o interesse em cooperar no setor do desenvolvimento tecnológico em energias renováveis.	2017	BRICS	Declaração Conjunta. Declaração de líderes de Xiamen. Reconhecem a necessidade de amplo acesso as energias renováveis.
2010	China	Plano de Ação Conjunto. 2010-2014. Incluindo o interesse de promover a cooperação em fontes de energias renováveis, menção a eólica, solar, hidro, biomassa e biocombustíveis.	2010	Itália	Plano de Ação. Plano de ação trienal China-Itália para fortalecer a cooperação econômica. Cooperar no âmbito do desenvolvimento tecnológico em energias renováveis.	2017	Espanha	Memorando de entendimento. Fomentar a cooperação técnica bilateral no setor de energias renováveis.

2010	Libéria	Memorando de entendimento. Cooperar nos campos de Minas e Energia, incluindo as tecnologias de energias renováveis.	2010	Paquistão	Memorando de Entendimento. Estabelecimento de um grupo de trabalho no campo de discussão sobre energia. Incluindo cooperar no âmbito das energias renováveis.	2017	Grécia	Memorando de entendimento. Estabelecer cooperação institucional no campo da capacitação em energia solar, eólica, bioenergia e hidrelétricas de pequeno porte.
2010	BRIC	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 2ª Reunião dos Líderes dos Países do BRIC. Incluindo o interesse em cooperar no setor do desenvolvimento tecnológico em energias renováveis.	2010	Rússia	Memorando de entendimento. Cooperação no campo das energias renováveis e na melhoria das performances de eficiência energética.	2017	Itália	Reafirmar o compromisso de cooperar no âmbito das energias renováveis. Evidenciando energia eólica, solar, biomassa e pequenas hidrelétricas.
2010	EUA	Memorando de entendimento. Cooperar nas áreas de P&D e energias renováveis como meio de mitigar as mudanças climáticas.	2010	União Europeia	Comunicado de Imprensa. Comunicado de Imprensa Conjunto do 13º Encontro de Líderes China-União Europeia. Incluindo a necessidade de cooperar no setor de energias renováveis.	2017	Portugal	Memorando de entendimento. Estabelecer os meios institucionais para a promoção da cooperação em energias renováveis.
2010	Itália	Plano de Ação. Parceria Estratégica Brasil-Itália, incluindo o interesse de desenvolver projetos de cooperação em energias renováveis.	2011	Alemanha	Declaração Conjunta. Declaração conjunta China-Alemanha sobre o estabelecimento de uma parceria estratégica para veículos elétricos. Integrar as energias renováveis as plataformas de veículos elétricos.	2018	Guiana	Memorando de entendimento. Promover a cooperação em tecnologias de energias renováveis, incluindo eólica, solar, biomassa e hidro.
2010	Quênia	Acordo. Cooperar no setor de energia com ênfase na preparação de recursos humanos, P&D, intercâmbio e aprimoramento de legislações comparadas no âmbito das tecnologias de energias renováveis. Menção a cooperação em energia solar.	2011	ASEAN	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 14ª Reunião de Líderes China-ASEAN. Incluindo cooperar no âmbito das energias renováveis.	2018	França	Memorando de entendimento. Cooperação entre institutos de pesquisas em energia solar entre o NISE (Índia) e o The National Energy Institute - INES (França).
2010	Rússia	Plano de Ação. Plano de Ação Estratégico, incluindo o interesse e unir esforços para a cooperação em energias renováveis.	2011	Brasil	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto entre a China e Brasil. Sinalização em aprofundar as discussões sobre as energias renováveis.	2018	Peru	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para a cooperação técnica bilateral em energias renováveis.
2010	Turquia	Plano de Ação. Plano de Ação Estratégico, incluindo o interesse e	2011	BRICS	Declaração. A terceira reunião dos líderes dos países BRICS "Declaração de Sanya". Incluindo o	2018	Bahrein	Memorando de entendimento. Estabelecer cooperação institucional, concentrando-se em energia solar, eólica, bioenergia e

		unir esforços para a cooperação em energias renováveis.			interesse em cooperar no desenvolvimento e intercâmbio tecnológico no âmbito das energias renováveis.			hidrelétricas de pequeno porte e capacitação tecnológica em energias renováveis.
2011	Alemanha	Ajuste complementar. Notas da cooperação entre Brasil e Alemanha sobre o “Programa Aberto Energias Renováveis e Eficiência Energética (Eletrobrás) e Copa Solar ota 01/2011”.	2011	Cazaquistão	Declaração Conjunta. Declaração conjunta China-Cazaquistão sobre o desenvolvimento de uma parceria estratégica de forma abrangente. Incluindo o interesse em aprofundar a cooperação em energias renováveis. Menção a energia solar.	2018	França	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais de cooperação em energias renováveis. Centrar, especificamente, na energia solar. Nas áreas de telhado solares, tecnologias inteligentes, produção de células solares, infraestrutura solares para veículos elétricos, gerenciamento e armazenamento de energia.
2011	Alemanha	Ajuste complementar. Notas sobre a cooperação entre Brasil e Alemanha no “Projeto de Cooperação Acadêmica na Área de Florestas Tropicais, Eficiência Energética e Energias Renováveis”. 05/2011.	2011	Japão	Memorando de entendimento. Intensificar o processo de cooperação no campo das energias renováveis.	2018	França	Memorando de entendimento. Estabelecer as diretrizes de discussões para a implementação de um projeto piloto de veículos elétricos com baterias internas movidas a painéis solares.
2011	Argentina	Declaração Conjunta. Encontro presidencial. Sinaliza o interesse em cooperar no âmbito das energias renováveis.	2011	EUA	Memorando de entendimento. Promover o processo de cooperação no campo energético. Incluindo cooperar no âmbito das energias renováveis.	2018	Tajiquistão	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais de cooperação concentrando-se em tecnologias de energias renováveis e armazenamento.
2011	Dinamarca	Acordo de Cooperação. Acordo de Cooperação Brasil-Dinamarca, incluindo o esforço de cooperar no âmbito das energias renováveis.	2011	AIE	Declaração Conjunta. Cooperação entre China e a AIE. Incluindo a cooperação em tecnologias de energias renováveis. Menção a energia solar.	2018	Dinamarca	Memorando de entendimento. Fixar os meios institucionais para fomentar a pesquisa e cooperação técnica bilateral em energias renováveis.
2011	China	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto entre Brasil e China. Compreenderam o papel de cooperar no âmbito das energias renováveis.	2011	Reino Unido	Memorando de Entendimento. Diálogo Sino-Britânico sobre a cooperação energética. Incluindo cooperar no campo das energias renováveis.	2019	Dinamarca	Memorando de entendimento. Foco na energia eólica, porém evidenciou a intenção de se estabelecer um Centro de Excelência em Energias Renováveis na Índia tendo a Dinamarca como parte cooperante.
2012	Angola	Ajuste Complementar. Acordo de cooperação para implementação do Programa de Parceria Estratégica de	2011	Espanha	Memorando de Entendimento. Cooperação bilateral China-Espanha sobre o estabelecimento de			

		Cooperação Técnica, incluindo estudos voltados as energias renováveis.			um grupo de trabalho na área energética. Incluindo cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis. Menção a energia solar.			
2012	Índia	Programa de Cooperação. Cooperação Científica e Tecnológica Brasil-Índia (2012-2014). Incluindo cooperar em energias renováveis e tecnologias de baixo-carbono.	2011	Japão-Coria	Declaração. Declaração da Quarta Reunião de Líderes China-Japão-Coréia. Incluindo o interesse em cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis			
2013	China e CPLP	Plano de Ação. Plano de Ação do Fórum para cooperação econômica e comercial entre China e Países de língua portuguesa (Macau). 4ª Conferência Ministerial. Cooperar no âmbito das energias renováveis, incluindo menção à energia solar.	2012	Argentina	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre o Governo da República Popular da China e o Governo da República Argentina. Incluindo o interesse em cooperar em investimentos em energia solar.			
2013	Índia	Sexta Reunião da Comissão mista Brasil-Índia de cooperação política, econômica, tecnológica e cultural. Cooperar no âmbito das energias renováveis. Menção à energia solar.	2012	Brasil	Declaração Conjunta entre o Governo da República Popular da China e o Governo da República Federal do Brasil. Incluindo cooperar no âmbito das tecnologias de energias renováveis.			
2015	Moçambique	Memorando de Entendimento. Estabelecer processo de cooperação em energias renováveis, mencionando os biocombustíveis, energia solar, energia eólica, hidrelétrica e outras renováveis.	2012	BRICS	Declaração. Declaração de Delhi. Quarto encontro de líderes do BRICS. Incluindo o interesse em realizar intercâmbios nas áreas de energias renováveis.			
2015	ONU	Acordo de Paris. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.	2012	Canadá	Memorando de entendimento. Promover o processo de cooperação no campo energético. Incluindo cooperar no setor das tecnologias de energias renováveis. Fortalecendo a cooperação em P&D.			
2015	BRICS	Estratégia para a parceria econômica do BRICS. Incluindo cooperar no âmbito das tecnologias em energias renováveis.	2012	Rússia	Memorando de entendimento. Avaliação do Mercado de Energia. Cooperar no campo das tecnologias energias renováveis e na melhoria das performances de eficiência energética.			

2015	China	Plano de Ação. Plano de Ação conjunta Brasil-China 2015-2021. Cooperação Energética com sinalização em energias renováveis (eólica, solar, hidro, biomassa e biocombustíveis).	2012	Emirados Árabes Unidos	Memorando de Entendimento. Cooperação no novo campo energético. Investir conjuntamente em projetos de energias renováveis. Promoção de P&D em tecnologias de energias renováveis.			
2016	Índia	Acordo-Quadro para o Estabelecimento da Aliança Solar Internacional (ISA)	2012	Alemanha	Memorando de Entendimento. Continuação da cooperação Energética entre China e Estados Alemanha. Incluindo a continuação do propósito de cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.			
2016	Alemanha	Ajuste Complementar. Cooperação tecnológica. Implementação do Projeto de Fontes Renováveis e Eficiência Energética”.	2012	Dinamarca	Memorando de Entendimento. Estabelecimento da Parceria Sino-Dinamarquesa no campo das energias renováveis. Incentivo à projetos de inovação e P&D em energias renováveis.			
2016	Alemanha	Ajuste complementar. Cooperação Tecnológicas no âmbito das energias renováveis. Apoio ao Projeto “Fortalecimento da Infraestrutura da Qualidade para Energias Renováveis e Eficiência Energética”.	2012	CAREC	Plano de Ação. Plano de Ação de Wuhan do quadro energético do CAREC 2020. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis.			
2016	BRICS	A Declaração de Goa para o Oitavo Encontro de Líderes do BRICS. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de cooperação no setor de energias renováveis.	2012	Indonésia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre a China e a Indonésia. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis.			
2017	BRICS	Declaração Conjunta. Declaração de líderes de Xiamen. Reconhecem a necessidade de amplo acesso as energias renováveis.	2012	Suécia	Documento-Quadro. Documento-quadro da China e Suécia sobre o fortalecimento da cooperação estratégica para o desenvolvimento sustentável. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis.			

2018	BRICS	Declaração. Declaração de Joanesburgo para a Décima Reunião de Líderes do BRICS. Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação em energias renováveis.	2012	Tailândia	Declaração Conjunta. Declaração conjunta de China e Tailândia sobre o estabelecimento de uma parceria estratégica abrangente. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis com menção à energia solar.			
2019	BRICS	11ª Reunião dos BRICS. Declaração de Brasília. Incluindo o interesse mútuo em expandir as matrizes elétricas por meio de energias renováveis. Menção a energia solar.	2012	Uzbequistão	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta de China e Uzbequistão sobre o Estabelecimento de uma Parceria Estratégica. Incluindo o interesse de cooperar no âmbito das energias renováveis.			
			2012	União Europeia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta de Segurança Energética China-União Europeia. Incluindo o interesse mútuo em desenvolver tecnologias direcionadas a segurança energética por meio de energias renováveis.			
			2013	EUA	Relatório do Grupo de trabalho sobre Mudança Climática para o diálogo estratégico China-EUA. Fomentar as atividades da cooperação para o desenvolvimento de pesquisa e inovações em energias renováveis.			
			2013	México	Declaração Conjunta entre a República Popular da China e os Estados Unidos Mexicanos. Incluindo o interesse em cooperar no setor de tecnologias das energias renováveis. Menção a energia solar.			
			2013	União Europeia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta de Segurança Energética China-União Europeia. Incluindo o interesse em cooperar no setor de tecnologias das energias renováveis.			

			2013	Rússia	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da 18ª Reunião Ordinária dos Primeiros Ministros da China e da Rússia. Incluindo a continuação do propósito de cooperar na área de tecnologias de energias renováveis			
			2013	Tailândia	"Plano de longo prazo para o desenvolvimento das relações China-Tailândia". Incluindo o intuito de cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.			
			2013	Uzbequistão	Declaração conjunta. Declaração Conjunta da China e do Uzbequistão sobre o Desenvolvimento e Aprofundamento da Parceria Estratégica. Incluindo o intuito de cooperar na área de tecnologias de energias renováveis com menção à energia solar.			
			2014	Alemanha	Programa de Ação. Programa de Ação de Cooperação China-Alemanha. Incluindo o interesse em cooperar em P&D no âmbito das energias renováveis.			
			2014	APEC	Declaração Ministerial. Declaração de União pela sustentabilidade e desenvolvimento energético para a região Ásia-Pacífico. Incluindo o interesse em cooperar em energias renováveis e suas aplicações tecnológicas.			

			2013	Tailândia	"Plano de longo prazo para o desenvolvimento das relações China-Tailândia". Incluindo a intuito de cooperar na área de tecnologias de energias renováveis.			
			2014	EUA	Declaração Conjunta China-EUA sobre Mudança Climática. Fomentar as atividades da cooperação para o desenvolvimento de pesquisa em energias renováveis, com testes em campo incluindo a energia solar.			
			2014	Índia	Declaração conjunta. Declaração Conjunta de China e da Índia sobre a construção de uma parceria de desenvolvimento mais estreita. Incluindo a cooperação em energias limpas.			
			2014	Paquistão	Acordo de Cooperação. Acordo de Cooperação em Projetos de Energia do Corredor Econômico China-Paquistão. Incluindo o entendimento mútuo de cooperação no âmbito da energia solar fotovoltaica.			
			2015	África	Fórum sobre Cooperação China-África-Plano de Ação de Joanesburgo. Incluindo o interesse em cooperar no setor de tecnologias das energias renováveis. Menção à energia solar.			
			2015	ONU	Acordo de Paris. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.			
			2015	APEC	Declaração de CEBU. Cooperação estratégica no âmbito do desenvolvimento sustentável. Sinalizando o intuito de cooperar no setor de tecnologias de energias renováveis. Menção à energia solar.			

			2015	Organização para Cooperação de Xangai	Plano Estratégico. Estratégia de Desenvolvimento da Organização de Cooperação de Xangai até 2025. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de adoção em energias renováveis.			
			2015	PECO	Agenda de Médio e Longo prazo para a cooperação entre China e os PECO. Sinalizando o objetivo de cooperar no setor das energias renováveis. Menção à energia solar.			
			2016	Alemanha	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da Quarta Rodada de Consultas Governamentais China-Alemanha. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de inovação e tecnologias aplicadas às energias renováveis.			
			2016	BRICS	A Declaração de Goa para o Oitavo Encontro de Líderes do BRICS. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de cooperação no setor de energias renováveis.			
			2016	EUA	Diálogo Estratégico e Econômico China-EUA. Contempla o propósito de favorecer uma plataforma para incentivo as atividades da cooperação para o desenvolvimento de pesquisa em energias renováveis, incluindo menção a energia solar fotovoltaica.			
			2016	Irã	Declaração Conjunta. Declaração conjunta entre China e Irã sobre o estabelecimento de uma parceria estratégica abrangente. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de adoção em energias renováveis.			

			2016	Mongólia e Rússia	Plano de Construção. Plano de Construção do Corredor Econômico China-Mongólia-Rússia. Sinalizando a cooperação em energias renováveis. Menção à energia solar.			
			2016	Organização para Cooperação de Xangai	Declaração de Tashkent sobre o 15º aniversário da fundação da Organização de Cooperação de Xangai. Inclui o intuito de aprofundar as políticas de adoção em energias renováveis.			
			2017	BRICS	Declaração Conjunta. Declaração de líderes de Xiamen. Reconhecem a necessidade de amplo acesso as energias renováveis.			
			2017	Chile	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre a República Popular da China e a República do Chile. Incluindo o interesse em fomentar os investimentos em energias renováveis.			
			2017	Cúpula de Cooperação Internacional "One Belt One Road"	Comunicado Conjunto. Comunicado Conjunto da Cúpula do Fórum da Cúpula de Cooperação Internacional "One Belt One Road". Incluindo o interesse em promover a cooperação para o desenvolvimento em energias renováveis.			
			2017	Tajiquistão	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da República Popular da China e da República do Tajiquistão sobre o Estabelecimento de uma Parceria Estratégica Abrangente. Incluindo o interesse em promover a cooperação para o desenvolvimento em energias renováveis.			

			2018	Alemanha	Declaração Conjunta da Quinta Rodada de Consultas Governamentais China-Alemanha. Incluindo o interesse em fortalecer os processos de cooperação no setor de energias renováveis.			
			2018	Áustria	Declaração Conjunta da Áustria e China sobre o estabelecimento de uma parceria amigável e estratégica. Incluindo o interesse de fortalecer a cooperação no âmbito das energias renováveis.			
			2018	Bolívia	Declaração Conjunta para estabelecimento de parceria estratégica China-Bolívia. Incluindo o interesse em fortalecer os processos de cooperação no setor de energias renováveis. Menção à energia solar.			
			2018	BRICS	Declaração. Declaração de Joanesburgo para a Décima Reunião de Líderes do BRICS. Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação em energias renováveis.			
			2018	CELAC	Plano de Ação Conjunta. Plano de Ação Conjunta para Cooperação em Áreas Prioritárias entre a China e os Estados Membros da CELAC (2019-2021). Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação em energias renováveis.			

			2018	Espanha	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da República Popular da China e Espanha sobre o Fortalecimento da Parceria Estratégica Abrangente na Nova Era. Incluindo o interesse em fortalecer a cooperação em energias renováveis.			
			2018	Emirados Árabes Unidos	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre China e Emirados Árabes Unidos sobre o fortalecimento da parceria abrangente. Incluindo o fomento à cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.			
			2018	G-20	Declaração de Cúpula. Declaração da Cúpula de Buenos Aires dos Líderes do G20. Construir consenso para justiça e desenvolvimento sustentável. Incluindo o cooperar no âmbito das energias renováveis.			
			2018	Paquistão	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre China e Paquistão no aprofundamento da cooperação energética entre os dois países. Incluindo o fortalecimento da cooperação no âmbito das energias renováveis.			
			2018	UE	Declaração de líderes. EU-China Statement on Climate Change and Clean Energy. Estabelecer trocas de experiências no campo das energias renováveis.			
			2018	Kuwait	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta da República Popular da China e do Estado do Kuwait sobre o Estabelecimento de Parceria Estratégica. Sinaliza o intuito em cooperar no âmbito das energias renováveis.			

			2018	Alemanha	Declaração Conjunta da Quinta Rodada de Consultas Governamentais China-Alemanha. Incluindo o interesse em fortalecer os processos de cooperação no setor de energias renováveis.			
			2018	Rússia	Comunicado Conjunto. 23ª Reunião Ordinária entre os Primeiros Ministros da China e da Rússia. Incluindo fortalecer a cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.			
			2019	Emirados Árabes Unidos	Declaração Conjunta. Declaração Conjunta entre China e Emirados Árabes Unidos sobre o fortalecimento da parceria abrangente. Incluindo o fomento à cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.			
			2019	BRICS	11ª Reunião dos BRICS. Declaração de Brasília. Incluindo o interesse mútuo em expandir as matrizes elétricas por meio de energias renováveis. Menção a energia solar.			
			2019	Rússia	Comunicado Conjunto. 24ª Reunião Ordinária entre os Primeiros Ministros da China e da Rússia. Incluindo fortalecer a cooperação no âmbito das tecnologias de energias renováveis.			

 Atos internacionais com menção à energia solar.

Fonte: Elaboração própria com base em APEP (2019); BRASIL.MRE (2020); BRICS.UTORONTO (2020); CHINA (2020a; 2020b); CONCÓRDIA.MRE (2020); EUROPEAN COMMISSION (2020) e INDIA (2020a).

Quadro 31 – Comparação na dimensão dos atos internacionais.

	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
▪ Liderou alguma iniciativa internacional que incentivou o setor de energia solar fotovoltaico? (+0,40)	Não [0,00]	Sim [0,40]	Sim [0,40]
▪ Realizou atos internacionais bi/trilaterais que contemplou a fonte de energia solar? (+0,30)	Sim [0,30]	Sim [0,30]	Sim [0,30]
▪ Participou de alguma ação internacional multilateral para fontes renováveis, incluindo a fonte de energia solar? (+0,20)	Sim [0,20]	Sim [0,20]	Sim [0,20]
▪ Realizou atos internacionais orientados à fonte renováveis não especificadas? (+0,10).	Sim [0,10]	Sim [0,10]	Sim [0,10]
Total	0,60	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Brasil, China e Índia, enquanto economias emergentes, apresentaram diferenças e similaridades na condução de suas políticas direcionadas ao setor de energia solar fotovoltaica. O diagnóstico evidenciou uma atuação estatal muito forte chinesa e india no âmbito das três dimensões analisadas nesse estudo. Por outro lado, as políticas estatais empreendidas pelo Brasil demonstraram-se, relativamente, menos expressivas quando comparadas às experiências da China e da Índia.

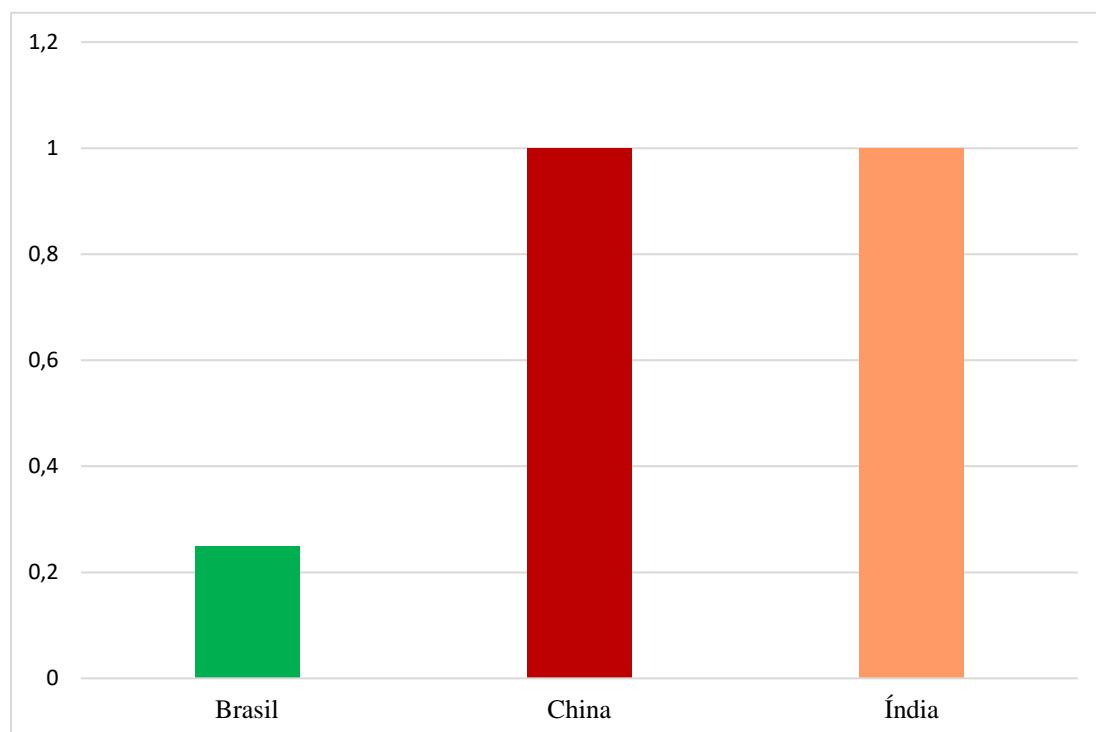
Diante do quadro político exposto, no âmbito da DP, diagnosticou-se a enérgica atuação da China e da Índia por meio da definição de objetivos claros voltados ao desenvolvimento do setor solar fotovoltaico. Dessa maneira, evidenciou-se, por parte dos dois países asiáticos, a existência de um planejamento estatal direcionados a liderar o processo de desenvolvimento do

setor solar fotovoltaico. A definição dessa propositura demonstrou-se ser o ponto crucial para pontuar a posição da atuação estatal nos delineamentos dos demais objetivos e metas específicas a serem alcançados para a consecução de desenvolvimento do setor.

Quanto ao estabelecimento de planejamento político específico para a energia solar, com metas específicas para o setor solar fotovoltaico. China e Índia definiram suas estratégias políticas direcionadas ao setor munidas de metas mais robustas. Houve um direcionamento mais engajado por parte dos dois países. No âmbito do planejamento brasileiro, sobre esse aspecto, evidenciou-se que, embora o país tenha desenvolvido estudos prospectivos e avaliações de cenários para a expansão da energia solar, não estabeleceu metas específicas robustas dedicadas a dirigir a política estatal do setor quando comparadas aos casos da China e da Índia. Pontua-se os planos políticos mais amplos, especialmente, voltados para uma política energética mais abrangente. Portanto, destoando da experiência chinesa e indiana, o Brasil não se enquadrou na qualidade de uma economia emergente munida de um planejamento estatal específico com o propósito de liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico.

Diante dessa avaliação, conforme o IIE, através do gráfico 15, ilustra-se a comparação de ambos países na dimensão do planejamento.

Gráfico 15 – Comparação na Dimensão do Planejamento (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaborado com base na análise empreendida pelo autor (2021).

Sublinha-se, diante dessa configuração, a necessidade de se estabelecer um planejamento específico para o desenvolvimento solar fotovoltaico setorial no Brasil. Conforme afirmou Macêdo (ENTREVISTA, 2019), em contraste com o que se desenvolveu no caso chinês, o Brasil não estabeleceu objetivos claros, direcionados ao desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico. Salientou que, com base em nesse entendimento, a trajetória chinesa, apesar de ter iniciado com uma baixa qualidade de painéis fotovoltaicos, a sofisticação de suas tecnologias permitiu que o país, atualmente, atue desde a fabricação da célula de silício até todo o processo da cadeia solar fotovoltaica. Quanto ao Brasil, um dos pontos críticos refere-se à ausência de investimentos significativos, além de um direcionamento preciso, nos fundamentos de uma das prioridades do país, o que não possibilitou, consequentemente, que a tecnologia de ponta se incluísse em projetos de energia solar fotovoltaicos em âmbito nacional (MACÊDO. ENTREVISTA, 2019).

Diante dessa asserção, ressalta-se o papel do Estado no desenvolvimento de um planejamento estratégico, como evidenciados nos casos da China e da Índia, refletindo aquilo que Mazzucato e Penna (2015) argumentaram, ao conceberem o ente estatal como aquele que detém da “razão”, ou seja, do atributo intelectual necessário para planejar, coordenar e liderar o processo de inovação, congruentemente com as ações desenvolvidas por China e Índia na DP.

Em tempo, cumpre registrar que, em julho de 2020, por meio de uma elaboração da EPE, o Brasil divulgou uma versão para consulta prévia do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE2050). No documento é possível perceber um esboço mais acurado refere à fonte de energia solar. O Plano foi aprovado em dezembro de 2020 (EPE, 2020). No entanto, sublinha-se que o PNE2050 não sinalizou metas específicas a serem alcançadas para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. Tratou-se, sobretudo, do diagnóstico de desafios e sinalização de recomendações (EPE, 2020).

Reconhece-se, todavia, que um dos coeficientes que gera imprevisibilidade na elaboração de um planejamento estratégico para o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, calcado na perspectiva de longo prazo, refere-se a rápida velocidade com que a evolução tecnológica é empreendida, o que pode levar, consequentemente, a um célebre anacronismo dos projetos fotovoltaicos (EPE, 2020). Nota-se, portanto, a importância de se posicionar na fronteira tecnológica do setor, pois através do protagonismo, assim como exercido por China e Índia, é que foi possível para que ambos países pudessem coordenar um planejamento específico para o setor de energia solar e estabelecer metas específicas e robustas para o desenvolvimento do setor.

Na dimensão da DIAP, revelou-se que a adoção das estratégias utilizadas por Brasil, China e Índia foram similares em sua maioria, porém diferenciando-se nos casos das FIT's e CER's/OCR's. Dessa forma, evidencia-se o fato de o Brasil não ter implementado uma política baseada em FITs específica para a promoção da energia solar fotovoltaica. Distingue-se, nesse sentido, o fato de que as FITs foram um dos instrumentos de apoio político constatados nos quadros das políticas chinesas e indianas para o incentivo do setor solar fotovoltaico (OECD.stat, 2020). Dessa forma, reafirma-se o que Mazzucato apontou ao evidenciar o papel das políticas estatais na modelagem e geração de mercados (MAZZUCATO, 2018a). Assim, evidenciou-se como as FITs possibilitaram o engajamento planejados por China e pela Índia, em um momento inicial do processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico nesses países. De fato, esse é um ponto relevante, pois sinaliza o diferencial que uma política com as características das FITs pode trazer em benefício ao desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico. Congruente com esse argumento, Hayashi (2019) asseverou que, ao utilizar do esquema de FITs, China e Índia estimularam o setor fotovoltaico, principalmente, em sua modalidade de geração solar distribuída.

Nessa dimensão, diagnosticou-se que políticas de subsídios foram identificadas nos quadros de Brasil, China e Índia. Na China e Índia verificou-se a adoção de subsídios em programas no nível nacional coordenado com aqueles aplicados no nível das províncias, tornando-os políticas complementares. No caso brasileiro, algumas políticas nacionais com subsídios foram direcionadas ao setor elétrico, contemplando as energias renováveis em geral. No nível dos estados foi possível perceber alguns programas com subsídios que contemplaram o setor de energia solar.

Uma das estratégias políticas utilizadas por ambos países consistiu na realização de leilões para energia solar fotovoltaica. Em relação a adoção ao instrumento de *net metering* e/ou políticas de autoconsumo. O propósito aqui consistiu principalmente em ampliar o acesso da população por meio da possibilidade da energia solar fotovoltaica através da geração distribuída. Por outro lado, as políticas de incentivos baseadas em CER's/OCR's foram identificadas nos quadros das políticas de China e Índia.

Frisa-se que os três países atuaram, notadamente, por meio de bancos públicos na promoção de financiamentos dirigidos a projetos de energia solar fotovoltaicos. No entanto, destaca-se que, no caso brasileiro, dificuldades em relação ao acesso ao financiamento foram evidenciadas (SAUAIA. ABSOLAR, 2017). Por outro lado, diversos projetos foram beneficiados, principalmente no nível dos Estados. No caso chinês visualiza-se a emergência

de bancos fomentadores de créditos no nível das províncias, o que facilitou o acesso de créditos públicos, sobretudo, entre os desenvolvedores fotovoltaicos menores (GANG, 2015).

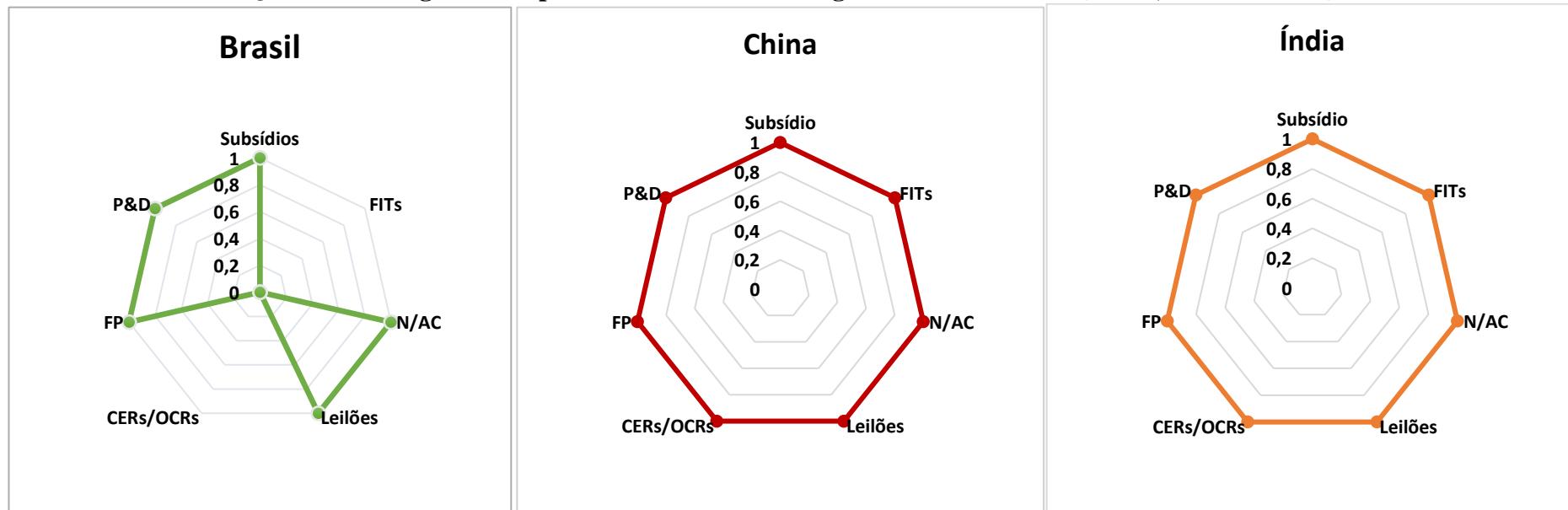
No terreno das políticas estatais endereçadas ao setor solar fotovoltaico, China e Índia empreenderam estratégias encarregadas de suprir, para além das “falhas de mercado”, o desenvolvimento de políticas orientadas para missão, pois, em conformidade com os argumentos de Mazzucato *et. al.* (2020), exigiu do Estado uma enérgica atuação no processo de geração de mercado, mediante o exercício da liderança e engajamento político. Nos casos em estudo, demarcando e implementando um conjunto de políticas que possibilitou modelar o setor solar fotovoltaico, fomentando o desenvolvimento do mercado doméstico e contribuindo para a implementação de uma política em direção a um processo de transição energética sustentável.

Brasil, China e Índia estabeleceram algum tipo de política voltada para o fomento de P&D que contemplou o setor solar fotovoltaico. Nos casos de China e Índia, esse aspecto se demonstrou relevante, pois, na medida em que ambos os países contemplaram a qualificação de expertise nacional e um direcionamento para a eficiência da pesquisa básica, compreendendo também a importância de projetos voltados para incentivar o setor solar fotovoltaico.

Do lado brasileiro, vale considerar o fato de que o país ainda se encontra limitado quanto à uma política de fomento em P&D, principalmente, quando se trata de um direcionamento à alta tecnologia em energia solar fotovoltaica, o colocando em uma posição distante da possibilidade de liderar o processo de inovação nesse setor (GALERT *et. al.*, 2019; CARSTENS; CUNHA, 2019). No caso da China, enfatiza-se o argumento de Tour *et. al.* referente a ênfase dada ao incentivo a construção de um quadro de profissionais qualificados como uma das estratégias essenciais ao desenvolvimento do setor solar fotovoltaico, reforçando, nesses termos, se traduzir em um dos pilares de atuação do Estado no desenho de uma política de inovação orientada para a missão (TOUR *et. al.*, 2011). Ponto também perceptível no caso da Índia, nos marcos de sua política de energia solar, sobretudo, no âmbito da MSNIN (ÍNDIA, 2010).

Em suma, o conjunto desses esquemas contribuiu para os delineamentos de Brasil, China e Índia em seus respectivos desenhos das políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica. Dessa forma, decorrente da avaliação na DIAP e com base no IIE, ilustra-se as figuras de Brasil, China e Índia no quadro 32.

Quadro 32 – Figuras comparativas na DIAP à energia solar fotovoltaica (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaborado com base na análise do autor (2021).

Ao inclinar o olhar para as atuações direcionadas ao meio internacional, considerando a DAIN, constata-se que Brasil, China e Índia desenvolveram estratégias políticas demarcadas por algumas distinções e similaridades. Ambos os países estabeleceram uma série de atos internacionais que expressam interesses na promoção de energias renováveis e, em alguns casos, com menção à energia solar fotovoltaica. China e Índia se posicionaram com uma maior projeção internacional – liderando e protagonizando iniciativas internacionais, diferentemente do que demonstrou o Brasil quando comparado aos dois primeiros.

A estratégia de atuação dos países no meio internacional é uma das dimensões relevantes, pois conforme evidenciou Conceição (2014), as tecnologias de ponta nascem em países mais desenvolvidos tecnologicamente e chegam aos demais tardiamente. Dessa forma, como sinalizaram Urban *et. al.* (2018), a China iniciou desenvolvendo processos cooperativos, principalmente no âmbito de transferências de tecnologias em energia solar e, logo depois, passou sua ênfase ao desenvolvimento de inovações domésticas. Em outras palavras, a China conseguiu explorar aquilo que Lopes (2018) sinalizou como “*catching up*”, ou seja, soube beneficiar-se das janelas de oportunidades nos marcos do processo de mudança tecnológica em face da necessidade de se posicionar no decurso da transição energética.

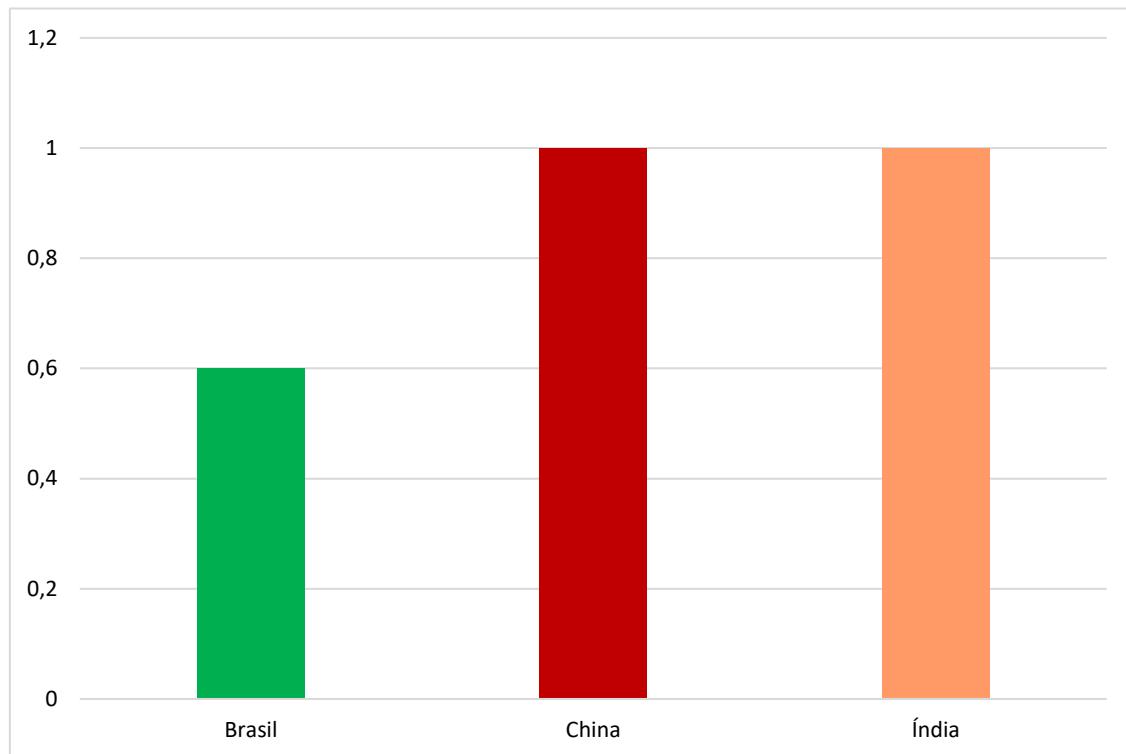
Dentro desse cenário, congruente com os argumentos de Jing, os principais atos internacionais delineados pela China consistiram, sobretudo, no fortalecimento da cooperação internacional, com destaque para o âmbito das energias renováveis e em face das negociações empreendidas, com o propósito de contribuir para a mitigação dos efeitos adversos ao clima em âmbito global (JING. ENTREVISTA, 2020).

A Índia, por sua vez, se engajou no desenvolvimento de uma arquitetura institucional internacional dedicada ao incentivo da energia solar, incluindo o setor solar fotovoltaico. A ISA consistiu, conforme pontuaram Raina e Sinha (2019), em uma plataforma de interação global com a finalidade de articular o desenvolvimento de processos cooperativos dedicados ao setor de energia solar. Atenta-se, ainda, para o fato de que a ISA se encontra sediada na cidade indiana de Gurugram (Haryana), localizada no âmbito do NISE (RAINHA; SINHA, 2019). Reforça-se, nesse contexto, o exercício do protagonismo indiano no constructo de um processo de cooperação internacional dedicado ao fomento, elaboração, aplicação e disseminação de testes, métodos e pesquisas atinentes à fonte de energia solar, incluindo e dinamizando o setor solar fotovoltaico.

Em suma, China e Índia se destacaram ao apresentarem uma maior projeção em seus atos internacionais quando comparada a experiência brasileira. Dessa forma, em função do IIE é possível concluir que China e Índia exerceram uma atuação muito forte no âmbito de seus

atos internacionais, ao passo que o Brasil demarcou atuação forte na referida dimensão, conforme ilustra-se no gráfico 16.

Gráfico 16 – Comparaçāo na Dimensāo dos Atos Internacionais (Brasil, China e Índia).



Fonte: Elaborado com base na análise empreendida pelo autor (2021).

Cumpre considerar que, conforme salientou Yelery, as estratégias políticas adotadas pelo governo chinês no campo do setor solar fotovoltaico, demonstraram ser eficazes no alcance de seus benefícios para a população. As indústrias que não ofertam, regularmente, empregos para a população, há a possibilidade de se estabelecer restrições ao acesso aos incentivos adquiridos por meio das políticas estatais (YELERY. ENTREVISTA, 2020). Um ponto relevante da atuação estatal chinesa na modelagem e estímulo ao desenvolvimento do setor.

No quadro das políticas indianas, apesar dos recentes avanços computados, Chakraborty ressaltou a necessidade de elevar os investimentos em pesquisas, a ampliação de uma política de incentivo voltada para o desenvolvimento de recursos humanos qualificados, bem como a criação de uma consciência social para o amplo desenvolvimento do setor solar fotovoltaico na Índia (CHAKRABORTY. ENTREVISTA, 2020). Aspectos relevantes que devem ser considerados nos marcos de uma política solar fotovoltaica para um país emergente.

Diante dessas considerações, o quadro 33 compara os principais pontos, considerando as três dimensões explicativas, das políticas estatais empreendidas por Brasil, China e Índia para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico.

Quadro 33 – Quadro síntese das políticas estatais de Brasil, China e Índia para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

		BRASIL	CHINA	ÍNDIA
DIMENSÃO DO PLANEJAMENTO (DP)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementou planos políticos no âmbito da política energética contemplando fontes de energias renováveis, incluindo a energia solar fotovoltaica; ▪ Desenvolveu avaliação de cenários de expansão da energia solar e recomendou a elaboração de plano com metas a serem atingidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instituiu um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico; ▪ Instituiu planos com sinalizações políticas de incentivo às energias renováveis, incluindo a energia solar fotovoltaica; ▪ Elaborou e implementou um plano para o desenvolvimento da energia solar, com metas específicas para o setor solar fotovoltaico; ▪ Implementou programas políticos para energias renováveis que contemplou a energia solar fotovoltaica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instituiu um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico; ▪ Instituiu planos com sinalizações políticas de incentivo às energias renováveis, incluindo a energia solar fotovoltaica; ▪ Desenvolveu um plano para o desenvolvimento da energia solar com metas específicas para o setor solar fotovoltaico; ▪ Implementou programas políticos para energias renováveis que contemplou a energia solar fotovoltaica.
DIMENSÃO DOS INSTRUMENTOS DE APOIO POLÍTICO (DIAP)	Subsídios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
	FITs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política ausente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
	Leilões	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
	<i>Net metering/ autoconsumo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
	CERs/OCRs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política ausente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
	Financiamento Público (FP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.

	Fomento à P&D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política adotada.
DIMENSÃO DOS ATOS INTERNACIONAIS (DAIN)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Firmou atos internacionais bi/trilaterais e para fontes de energias renováveis que contemplou a fonte de energia solar; ▪ Participou de ações internacionais multilaterais que incentivam diversas fontes de energias renováveis, incluindo à energia solar; ▪ Firmou atos internacionais orientados a fontes de energias renováveis não especificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protagonizou estratégias de inserção internacional contemplando o setor de energia solar fotovoltaica. ▪ Empreendeu acordos de cooperação internacionais bi/trilaterais e multilaterais em energias renováveis, incluindo a energia solar; ▪ Inclinou-se para a criação de uma plataforma de cooperação internacional para o intercâmbio de informações sobre inovações em energia solar; ▪ Sinalizou em direção ao fortalecimento de mecanismos multilaterais de certificações no âmbito das energias renováveis, incluindo as inovações decorrentes do setor de energia solar; ▪ Firmou atos internacionais orientados a fontes de energias renováveis não especificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protagonizou iniciativa de inserção internacional que contemplou o setor de solar fotovoltaico; ▪ Participou de ações internacionais multilaterais que incentivam diversas fontes de energias renováveis, incluindo a energia solar; ▪ Estabeleceu acordos bi/trilaterais internacionais no âmbito das energias renováveis, incluindo a energia solar; ▪ Firmou atos internacionais orientados a fontes de energias renováveis não especificadas.

Fonte: Elaborado com base na análise empreendida pelo autor (2021).

Em suma, conforme se diagnosticou, a tabela 6 apresenta uma síntese das dimensões analisadas considerando, respectivamente, as pontuações alcançadas com base no IIE para os casos de Brasil, China e Índia.

Tabela 6 – Síntese comparativa das dimensões analisadas (Brasil, China e Índia).

DIMENSÕES	POLÍTICAS	BRASIL	CHINA	ÍNDIA
I. Dimensão do Planejamento (DP)	Planejamento (P)	0,25	1,00	1,00
II. Dimensão dos Instrumentos de Apoio Político. (DIAP)	Subsídios (S)	1,00	1,00	1,00
	FIT (Fit)	0,00	1,00	1,00
	Net metering (N)/autoconsumo (AC)	1,00	1,00	1,00
	OCRs/CERs (OCR/CER)	0,00	1,00	1,00
	Leilões (L)	1,00	1,00	1,00
	Financiamento Público (FP)	1,00	1,00	1,00
	Fomento à P&D (P&D)	1,00	1,00	1,00
$\Sigma (S + Fit + L + N + CERs / OCRs + FP + P&D)$		7	0,71	1,00
III. Dimensão dos Atos Internacionais (DAIN).	Atos Internacionais (DAIN)	0,60	1,00	1,00
	$\Sigma (DP + DIAP + DAIN)$	3	1,56/3	3,00/3
	TOTAL	0,52	1,00	1,00

Fonte: Elaborado com base na análise empreendida pelo autor (2021).

Diante da avaliação, em função dos critérios analisados, é possível inferir que a China e a Índia apresentaram um nível de incentivo estatal muito forte na DP, na DIAP e na DAIN, alcançando (1,00) em cada uma dessas dimensões. Diferentemente, o Brasil atingiu (0,25) na DP, uma média de (0,71) na DIAP e (0,60) na DAIN. Evidenciou-se, a partir desses pontos, que as políticas estatais brasileiras foram demarcadas com um nível fraco na DP, forte na DIAP e moderado na DAIN.

Em termos gerais, quanto ao resultado expresso pelo IIE, assinala-se os níveis das políticas estatais de China e Índia qualificadas como muito forte em seus empreendimentos políticos dedicados ao setor de energia solar fotovoltaico, correspondendo, nesse sentido, a um maior nível de desenvolvimento do próprio setor. Em contraste, o diagnóstico do caso brasileiro fixou-se como moderado, o que correspondeu a um nível inferior quanto aos fatores políticos dedicados ao desenvolvimento do setor em comparação com as experiências chinesas e indianas. Em suma, sob os aspectos analisados, é possível considerar a hipótese de que quanto mais forte o nível de incentivo das políticas estatais, mais forte o nível de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaico.

Nesse sentido, ao considerar os resultados encontrados, o quadro 34, exposto na página a seguir, apresenta as escalas de comparação por meio da qual se ilustra o nível alcançado por cada país e em cada uma das dimensões analisadas no presente trabalho.

Quadro 34 - Escalas de comparação do nível de incentivo estatal para o setor de energia solar fotovoltaico, Brasil, China e Índia.

	MUITO FRACO		FRACO		MODERADO		FORTE		MUITO FORTE	
	0,0	0,20	0,21	0,40	0,41	0,60	0,61	0,80	0,81	1,00
DIMENSÃO DO PLANEJAMENTO (DP)			BRASIL						CHINA	
									ÍNDIA	
DIMENSÃO DOS INST. APOIO POLÍTICO (DIAP)							BRASIL		CHINA	
									ÍNDIA	
DIMENSÃO DOS ATOS INTERNACIONAIS (DAIN)					BRASIL				CHINA	
									ÍNDIA	
ÍNDICE DE INCENTIVO ESTATAL (IIE)					BRASIL				CHINA	
									ÍNDIA	
DESEVOLVIMENTO DO SETOR FOTOVOLTAICO	BRASIL								CHINA	
									ÍNDIA	

Fonte: Elaborado com base na análise empreendida pelo autor (2021).

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A emergência da tecnologia solar fotovoltaica se desenvolveu, sobretudo, no contexto das políticas estatais de incentivo ao campo energético das fontes renováveis. Nesse cenário, o elevado consumo de energia, a necessidade de ampliar o acesso à eletricidade, bem como mitigar os efeitos negativos das fontes energéticas poluentes impulsionaram a promoção de políticas de incentivo às energias renováveis. Dentro dessa conjuntura, países emergentes incorporaram, em suas respectivas agendas, instrumentos políticos em apoio às tecnologias direcionadas ao desenvolvimento e promoção de fontes energéticas não poluentes. Nessa seara, a fim de diversificação de suas matrizes energéticas e reduzir os efeitos nocivos ao clima, evidenciou-se a proeminência da energia solar fotovoltaica como uma das tecnologias estratégicas para a consecução desses objetivos.

Em um ambiente demarcado pelas discussões políticas sobre o uso das fontes renováveis no processo de transição energética, a maneira como cada um desses países planejaram e implementaram suas políticas condicionou em diferentes níveis de desenvolvimentos em tecnologias de energias renováveis. Dessa forma, o presente trabalho procurou investigar, com base em uma perspectiva comparada, os fatores políticos que explicam os diferentes níveis de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica a partir das experiências de Brasil, China e Índia.

De um prisma ancorado na história e na política, no primeiro capítulo foi possível perceber como a sustentabilidade e a inovação foram incorporadas no debate global da transição energética. Observou-se, diante desse panorama, como as revoluções tecnológicas, gradativamente, impactaram no modelo de uso da energia e estabeleceram eras tecnológicas que impulsionaram, por sua vez, os países a desenvolverem processos de adaptações e transformações em busca de novos modelos de transição energética. No constructo dessa atmosfera, ao conceberem a necessidade dessas transformações, reconheceu-se o papel das políticas de incentivos estatais, compreendidas a partir da perspectiva das políticas de inovação orientadas para missão.

Diante de um cenário internacional caracterizado por esforços políticos em direção à um processo de transição energética sustentável, as políticas de incentivo às tecnologias de energias renováveis se avultaram como atividades constantes na agenda de alguns países. Dessa forma, o modelo energético em cada um desses países, em face do propósito de diversificar as fontes de energias, em suas matrizes energéticas, refletiu a direção das políticas adotadas em seus distintos processos de desenvolvimento. Dessa forma, compreendeu-se que as políticas estatais

de incentivo às energias renováveis viram na tecnologia uma das estratégias de atingir suas diretrizes e metas estabelecidas. Nesse contexto, na medida em que o Estado se revelou como um agente indutor e modelador desse processo, as políticas estatais orientadas para a missão tiveram papel de destaque no processo de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica.

Entende-se que a atual crise contemporânea é decorrente de um contexto histórico e político mais amplo, compreendido como uma crise multidimensional. Nessa direção, percebe-se, portanto, uma confluência de aspectos conflitantes entre a natureza e o homem. Trata-se, nesse sentido, de uma crise ambiental, crise financeira, crise política, ou seja, uma crise civilizacional. E nesse cenário, as escolhas do homem é pedra angular para a formação de suas decisões políticas. Diante desse contexto, ao longo de sua trajetória pela terra, desde a descoberta do fogo até as atuais inovações tecnológicas, buscou-se desenvolver e aprimorar técnicas que visam garantir, sobretudo, a sobrevivência humana na terra.

A ascensão de países emergentes no cenário internacional aguçou o debate sobre o papel desses atores em seu processo de desenvolvimento. Incluídas nesse cenário, as políticas energéticas foram percebidas como vitais ao alcance dos respectivos interesses nacionais. Assim, no capítulo dois, evidenciou-se o cenário energético de Brasil, China e Índia. Diagnosticou-se que a necessidade de compatibilizar as elevadas demandas por recursos energéticos, ao mesmo tempo em que se projetou a necessidade de comprometimento com as práticas de sustentabilidade, demarcou a agenda das políticas públicas de cada um desses países, inclinando-os a formação de agendas de políticas de incentivo às energias renováveis. Com isso, as estratégias de incentivo às novas tecnologias em energias renováveis ascenderam enquanto respostas ao suprimento dessas ambições políticas.

Quanto ao terceiro capítulo, reconheceu-se o cenário global de promoção da energia solar fotovoltaica, desde a evolução histórica, que possibilitou o desenvolvimento de células fotovoltaicas, em suas distintas gerações, aos sistemas fotovoltaicos e suas modalidades. Nesse quadro, sublinharam-se os principais instrumentos de apoio político utilizados no setor de energia solar fotovoltaica.

Ao revisar o quadro teórico a respeito da energia solar, presente no quarto capítulo, referente especificamente aos casos de Brasil, China e Índia, revelou-se a ocorrência de padrões e regularidades que possibilitaram a emergência de três dimensões explicativas. No trato da análise a que fora empreendida, o quinto capítulo dedicou-se a descrição da parte metodológica. Evidenciaram-se as principais estratégias, a perspectiva qualitativa e plurimetodológica. Sob a perspectiva comparativa, empreendeu-se a um olhar que contemplou a análise histórica e a

utilização do IIE. Dessa maneira, adotando procedimentos plurimetodológicos, empreendeu-se em uma análise comparativa com base na construção de três dimensões explicativas. De tal forma que, para comparar os fatores políticos em cada um dos países no âmbito do setor de energia solar fotovoltaico, considerou-se a DP, DIAP e DAIN.

No sexto capítulo, verificou-se o potencial da disponibilidade do recurso solar fotovoltaico e os principais atores que configuram o setor nos cenários de Brasil, China e Índia. Esse reconhecimento foi necessário para a captura de uma compreensão mais ampla, pois na medida em que se aprofundaram as discussões sobre a trajetória das políticas, percebia-se fatores políticos específicos ao setor de energia solar fotovoltaico inerentes a cada um dos países do estudo empreendido.

No que tange o sétimo capítulo, em termos comparativos, pontuaram os resultados com base nas três dimensões explicativas. No que se refere à DP, evidenciou-se o papel de um planejamento estatal direcionado a liderar o processo de desenvolvimento do setor solar fotovoltaico, os planos políticos, programas políticos e metas estabelecidas. China e Índia demonstraram uma envergadura mais sofisticada na elaboração de políticas para a energia solar fotovoltaica. O exercício da liderança estatal no estabelecimento de políticas de incentivo foi algo necessário para a demarcação do que se quer alcançar no processo de desenvolvimento do setor. Por outro lado, o Brasil, apesar de ter desenhado alguns cenários no âmbito das políticas de expansão energética, o trato dado a energia solar fotovoltaica foi considerado menos expressivo quando comparado aos dois países asiáticos.

No que concerne à DIAP, quase todas as estratégias das principais políticas foram identificadas no quadro das políticas de Brasil, China e Índia. Registrhou-se que ambos os países apresentaram políticas de incentivo pautadas na aplicação de subsídios, leilões, *net metering*/autoconsumo, financiamento público e fomento à P&D. China e Índia, conforme observado, adotaram o sistema de FITs e CERs/OCRs com instrumentos de apoio ao setor fotovoltaico. O mecanismo das FITs, por exemplo, se demonstrou um instrumento político relevante no desenho das políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica empreendidas por China e Índia. Além disso, o contexto em que se desenvolveram tais políticas clamou, naquele momento, a necessidade de um maior engajamento político em favor desse setor energético. A implementação de CERs/OCRs também passaram a contribuir para a dinamização do setor solar fotovoltaico.

Desse modo, em suas sinalizações políticas, ao incentivarem a energia solar fotovoltaica, Brasil, China e Índia expressaram a necessidade de assegurar a segurança energética, promover o acesso a eletricidade em zonas urbanas e rurais, a necessidade de se

ancorar em métodos eficientes e de baixo custo, bem como voltar-se para um processo de transição energética fixada em fontes de energias renováveis.

Em termos gerais, compreendeu-se que a enérgica atuação estatal observada no setor de energia solar fotovoltaico, por meio de diferentes esquemas de apoio políticos, configurou-se como uma das dimensões relevantes para superação dos desafios econômicos domésticos diante dos reflexos adversos advindos das instabilidades internacionais. Dessa forma, consequentemente, possibilitou-se assegurar a geração de empregos no âmbito doméstico, bem como se observou o impulso dado ao setor de energia solar fotovoltaico, ao mesmo tempo em que contribuiu, relativamente, para a construção de cenário de transição energética sustentável.

As fontes renováveis, no âmbito da matriz energética brasileira, apresentaram relativo crescimento ao longo dos anos e, diante das necessidades de processo de transição energética, é preciso atentar-se a verificar como as políticas estatais incidirão nos próximos anos no que tange a adoção dessas fontes energéticas. Nessa linha de raciocínio, embora o Brasil apresente uma das matrizes elétricas com significativo percentual em energias renováveis, quando comparado a outros países, os recentes apagões sofridos pelo Estado do Acre e a sinalização de uma crise hídrica acenderam um alerta sobre a necessidade de salvaguardar a segurança energética. Nesse sentido, a difusão do acesso à energia solar fotovoltaica pode ser um dos caminhos propícios a esse cenário, pois além de permitir que a população local tenha o acesso a eletricidade em atendimento as suas necessidades, amplia-se a margem de segurança energética brasileira sedimentada na lógica da sustentabilidade.

Urge, portanto, a necessidade de se construir uma coletividade nacional que possibilite o redirecionamento da política de retomada do processo de desenvolvimento da indústria nacional. Nesta arquitetura, evidencia-se a elaboração de um projeto nacional energético que estabeleça objetivos claros e específicos com metas robustas, de modo a suplantar a dependência externa, em termos de recursos energéticos, ao mesmo tempo em que se amplia a participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética nacional.

De fato, entende-se que, no atual cenário de acentuados desafios econômicos, sociais e ambientais, é salutar que as políticas estatais de incentivo ao desenvolvimento nacional estejam sincronizadas às adversidades enfrentadas pelas sociedades. Perante essas configurações, entende-se que apenas o Estado é capaz de capturar a síntese em torno de um projeto de desenvolvimento, que priorize a mitigação e superação desses desafios e condicione contextos de bem-estar social. Assim, conforme diagnosticado, a maneira como cada um dos países empreenderam suas políticas de incentivo ao setor condicionou numa elevação da tecnologia solar fotovoltaica como fonte energética. Os resultados da análise permitiram

afirmar que um maior nível das políticas de incentivo estatal condicionou em um nível mais alto de desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica.

Na lógica em direção do acesso à energia solar fotovoltaica, é necessário o desenvolvimento de programas de capacitação para a formação de recursos humanos dotados da expertise necessária, além de programas de comunicação, difusão do conhecimento e de canais de compartilhamento da informação para as populações locais sobre os benefícios do uso da energia solar fotovoltaica. Acentua-se, nesse sentido, a necessidade de construção de uma conscientização coletiva para o uso de novas fontes energéticas, que priorizem a sustentabilidade e atenda às necessidades das populações envolvidas.

No âmbito das políticas estatais de incentivo à energia solar fotovoltaica, China e Índia cultivaram estratégias políticas, operando com forte atuação estatal no desenho das estratégias empreendidas, mobilizando o setor privado, de modo a catalisar as ações dos atores setoriais necessários ao desenvolvimento de suas ações compatíveis com os interesses nacionais impressos em seus planejamentos. Nesse contexto, faz-se relevante, para o Brasil, reestabelecer suas políticas estatais retomando suas estratégias direcionadas ao desenvolvimento de uma indústria nacional robusta, onde o Estado é elemento central, mobilizador do setor privado, direcionando-o ao alcance das metas nacionais, em específico, referente ao setor solar fotovoltaico.

Em face da atual conjuntura mundial, dos desafios ambientais, sobretudo, diante da necessidade de reconstrução do desenvolvimento econômico e social no mundo pós-COVID 19, avulta-se necessário repensar o modo de desenvolvimento que se projetará. Destaca-se, nesse ambiente, a necessidade de implementar políticas de contenção dos danos antropogênicos sobre a natureza. Dessa forma, superado um lustro do acordo climático de Paris (2015) e com o advento da COVID-19, torna-se imperativo para os diversos Estados nacionais desenvolverem estratégias de mitigação dos dilemas ambientais. Nesse cenário, a energia solar fotovoltaica pode contribuir para a redução dos efeitos nocivos causados pelo uso de fontes poluentes, estimular as economias emergentes na geração de empregos e possibilitar o acesso remoto à eletricidade em regiões rurais e centros urbanos. Nesse horizonte, com a difusão da energia solar fotovoltaica, eleva-se a possibilidade de surgimento de novos postos de empregos, principalmente em países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia.

Em suma, reconhece-se algumas limitações desse trabalho. Embora o IIE adotado possa ser passível de ajustes e interpretações, prezou-se em salvaguardar os aspectos qualitativos das políticas diagnosticadas, as particularidades de cada um dos casos em estudo, diante do desafio da necessidade de validação dessas políticas por meio dos dados disponíveis. Nesse tocante,

rezou-se em compatibilizar, de um lado, o diagnóstico de padrões e regularidades observáveis e comparáveis e, de outro lado, resguardar as singularidades de cada um dos contextos políticos sob análise. Ademais, há a possibilidade de que o desenho de pesquisa possa ser desenvolvido, considerando os devidos ajustes, a demais pesquisas que venham a tratar de outras fontes energéticas ou que incluam, em suas análises, outros países emergentes.

Além disso, salienta-se que o presente trabalho pode contribuir para a construção de políticas públicas que visem o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico. Para um país que detém dos atributos naturais necessários, das dimensões continentais, do engajamento de diversos atores, é basilar uma política estatal coordenada, compatível com um projeto nacional de desenvolvimento da matriz energética com a diversificação e ampliação da participação das fontes renováveis.

No desbravar dessa avenida, recomenda-se o desenvolvimento de novas pesquisas. Estimula-se, investigações sobre como países emergentes selecionam suas estratégias políticas direcionadas ao setor de energia solar, como ocorrem os processos de integrações interministeriais envolvidos na elaboração e execução de políticas públicas para o setor fotovoltaico; como os centros de pesquisas direcionados a energia solar fotovoltaica incorporam as diretrizes políticas elaboradas por cada um dos países; bem como, sobre quais os principais desafios enfrentados pelo setor fotovoltaico na nova conjuntura internacional pós-COVID-19. Ressalta-se, sobretudo, o papel construtivo das pesquisas acadêmicas na disseminação de ideias, de práticas e na demarcação de contextos, permitindo ampliar o debate sobre a promoção das políticas estatais como um dos meios de superação dos principais desafios das sociedades contemporâneas.

REFERÊNCIAS

ABINEE. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE. Preparado por Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos da ABINEE, 2012.

ABOLHOSSEINI, Shahrouz; HESHMATI, Almas. The main support mechanisms to finance renewable energy development. **IZA Discussion Paper**, n. 8182, 2014.

ABSOLAR. Energia solar fotovoltaica: panoramas, oportunidades e desafios. Dr. Rodrigo Lopes Sauaia – Diretor Executivo. Audiência Pública na Comissão de Minas e Energia (CME) da Câmara dos Deputados. Brasília (DF) – 07/06/2017. Brasília: ABSOLAR, 2017. Disponível em:

https://www.aneel.gov.br/documents/10184/15266087/painel+3+ap+7+2017.10.19+ABSOLA_R+-+Energia+Solar+Fotovoltaica+-+Dr.+Rodrigo+Lopes+Sauaia.pdf/54f8b161-751b-0639-bd04-77a60cac45c3. Último acesso em: 06 de Mar. 2020.

AGRAWAY, Atul; KUMAR, Anil; RAO, T. Joji. 100% rural electrification in India: myth or reality?. In: **Energy, environment and globalization:** recent trends, opportunities and challenges in India. Gupta, Anshuman; Dalei, Narendra N. (Edt.). Singapore: Springer, 2020, p. 117-126.

AHN, Sun-Joo; GRACZYK, Dagmar. **Understanding energy challenges in India:** policies, players and issues. IEA, 2012.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta e. Produção científica e sistema nacional de inovação. In: **Ensaios FEE**, v.2, n. 1, Porto Alegre, 1998, p. 156-180.

ALI, Javed; SEMWAL, Anurag. Renewable energy in India: historical developments and prospects. In: **International of Applied Engineering Research.**, v. 9, n. 10, 2014, p. 1169-1184.

ALMEIDA, Eliane; LANA, Teixeira C.; DIAS, Fernanda C. L. S.; ROSA, Anna C.; SANTO, Olívia C. do E.; SACRAMENTO, Thays C. B.; BRAZ, Kathlen T. M. Energia solar fotovoltaica: uma revisão bibliográfica. **Engenharias on-line**. 2016. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/eol/article/view/3574>. Último acesso em: 06 de abr. 2020.

ALVES, Elia Elisa Cia. **Da brisa aos quatro ventos. Uma análise multimétodo da difusão internacional de políticas de energias renováveis:** Um olhar para o setor eólico no Brasil (2005-2015). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Ciência Política – PPGCP. Recife: UFPE, 2017.

ALTENBURG, Tilman; ENGELMEIER, Tobias. Boosting solar investment with limited subsidies: rent management and policy learning in India. In: **Energy Policy**, 59, 2013, p. 866–874.

AKOIJAM, Amitkumar S.; KRISHNA, E. V. V. Exploring the Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM): impacts on innovation ecosystem in India. In: **African Journal of Science, TechnoloAgy, Innovation and Development**, v. 9, n. 5, 2017, p. 573-585. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20421338.2017.1359466>. Último acesso em: 29 de Set. 2020.

ANDREWS-SPEED, Phillip; ZHANG, Sufang. Renewable energy finance in China. In: **Renewable energy finance: powering the future**. Charles W. Donovan (Org.). IPC Illustrated Ed. 2015, p. 173-194.

_____. **China as a Global Clean Energy Champion**. Palgrave Mcmillan, Palgrave Series in Asia and Pacific Studies, 2019.

ANCKAR, Carsten. The most-similar and most-different systems design in comparative policy analysis. In: **Handbook of research methods and applications in comparative policy analysis**. Guy Peters and Guillaume Fontaine (Edt.). USA: Edward Elgar Publishing the Lypiatts, 2020, p. 33-48.

APEP. Policy - Basic Research. Asia Pacific Energy Portal. 2019. Disponível em: [https://asiapacificenergy.org/#main/lang/en/time/\[1990,2019\]/geo/\[/drilldown](https://asiapacificenergy.org/#main/lang/en/time/[1990,2019]/geo/[/drilldown). Último acesso em: 05 de out. 2020.

AQUILA, G.; PAMPLONA, E. De O.; QUEIROZ, A. R. De; ROTELA JUNIOR, P.; FONSECA, M. N. An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 70, 2017, p. 1090–1098.

ARBIX, Glauco. Diretrizes para desenvolvimento de políticas de inovação no Brasil. In: **Perspectivas**, v. 9, Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). São Paulo: Friedrich-Ebert-Stiftung, 2017, p. 1-16.

ASHBY, Alison. The Success of the South West of the UK in Renewable Energy Generation: Benefits, Challenges and Implications for Other Regions. In: **Energy Security: Policy Challenges and Solutions for Resource Efficiency**. Edited by Nikolai Mouraviev and Anastasia Koulouri. Palgrave Macmillan, 2019, p. 197-222.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. Énio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; André Rodrigues Gonçalves; Rodrigo Santos Costa; Francisco J. Lopes de Lima; Ricardo Rüther; Samuel Luna de Abreu; Gerson Máximo Tiepolo; Silvia Vitorino Pereira; Jefferson Gonçalves de Souza, 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017.

AUDY, Jorge. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. In: **Estudos Avançados**, 31 (90), 2017, p. 75-87.

AZUELA, Gabriela E.; BARROSO, L.; KHANNA, A.; WANG, X.; WU, Yun; CUNHA, G. **Performance of Renewable energy auctions.** Experience in Brazil, China and India. Policy Research Working Paper 7062. World Bank Group, 2014.

BAIETTI, Aldo; SHLYAKHTENKO, Andrey; LA ROCCA, Roberto. **Green Investment Climate Country Profile – China.** East Asia and Pacific Region. Water and Energy Management Unit (EASWE), International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, 2013.

BALL, Jeffrey; DAN, Reicher; SUN, Xiaojing; POLLOCK, Caitlin. **The New Solar System:** China's Evolving Solar Industry and its Implications for Competitive Solar Power in the United States and the World. Stanford, 2017.

BARBOSA, Gabriela G. Recursos naturais renováveis e produção de energia. **Revista Política Hoje**, 1^a edição, vol. 23, 2014, p. 193-215. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicahoje/article/view/3760/3064>. Último acesso em: 27 de dez. 2021.

BARDHAN, R.; DEBNATH, R.; JANA, A. Evolution of sustainable energy policies in India since 1947: a review. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment**, 2019, p. disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wene.340>. Último acesso em: 28 de mar. 2020.

BHATTACHARYA, S. C.; JANA, Chinomoy. Renewable energy in India: Historical developments and prospects. **Energy**, 34(8), 2009, p. 981–991. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544208002855>. Último acesso em: 16 de Mai. 2020.

BIERMANN, Frank. Global environmental governance. In: **Handbook of globalization and the environment**. Khi V. Thai; Dianne Rham; Jerrell D. Coggburn (Edts.). CCR Press, 2007, p. 137-154.

BIJOS, Leila; GUILHON, Erick P. Brics, uma alternativa no poder?. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 9, n. 1, 2014, p. 9-54.

BITTENCOURT, Pablo F.; CARIO, Silvio A. F. O conceito de sistema nacional de inovação: das raízes históricas à análise global contemporânea. In: **XXI Encontro Nacional de Economia Política: A Economia Política da Recessão**. São Bernardo do Campo: SP, 2016.

BNEF. Global auction results Q2 2016, retrieved from BNEF (subscription required). 2016 *apud* IRENA. **Renewable energy auctions:** analysing 2016. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2017, p. 63.

BODANSKY, Daniel. The History of the Global Climate Change Regime. **International relations and global climate change**, Edited by Urs Luterbacher and Detlef F. Sprinz. Massachusetts: The MIT Press, 2001, p. 25-40.

BODANSKY, Daniel; RAJAMANI, Lavanya. The evolution and governance architecture of Climate Change Regime. In: **International Relations and Climate Change**, 2^a ed. MIT Press, 2013.

BOWEN, Gleen A. Document Analysis as a qualitative research method. In: **Qualitative Research Journal**, v. 9, n. 2, 2009, p. 27-40.

BOWEN, Alex; STEM, Nicholas; WHALLEY, John. Introduction. **The Global Development of Policy Regimes to Combat Climate Change**. The Tricontinental Series on Global Economic Issues, v. 4. World Scientific, 2014.

BOYD, Emily; CORBERA, Esteve; ESTRADA, Manuel. UNFCCC negotiations (pre-Kyoto to COP-9): what the process says about the politics of CDM-sinks. In: **International Environmental Agreements**, (8), 2008, p. 95–112.

BRADSHAW, Amanda L. **Electricity Market Reforms and Renewable Energy: The Case of Wind and Solar in Brazil**. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy under the Executive Committee of the Graduate School of Arts and Sciences, United States: Columbia University, 2018.

BRASIL. Decreto de 27 de dezembro de 1994. Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/anterior%20a%202000/1994/dnn2793.htm. Último acesso em: 11 de jul. 2020.

Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm. Último acesso em: 21 de fev. 2020.

Decreto 4.873 de 11 de novembro de 2003. 2003. Presidência da República. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2003/decreto-4873-11-novembro-2003-497318-publicacaooriginal-1-pe.html>. Último acesso em: 26 de jan. 2021.

_____. **Resolução normativa nº 167, de 10 de outubro de 2005.** ANEEL: 2005. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2005167.pdf>. Último acesso em: 22 de Fev. 2020.

_____. **Resolução normativa nº 235, de 14 de novembro de 2006.** ANEEL. 2006. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2006235.pdf>. Último acesso em: 22 de fev. 2020.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030.** Ministério de Minas e Energia, colaboração com a Empresa de Pesquisa Energética. MME:EPE, 2007a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Efici%C3%A7Ancia%20Energ%C3%A7Atica.pdf>. Último acesso em 18 de abr. 2021.

_____. **Lei Nº 11.484, de 31 de maio de 2007.** 2007b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11484.htm. Último acesso em 10 de Jul. 2020.

_____. **Lei n. 11.977 de 07 de Julho de 2009.** 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm. Último acesso em 11 de Jul. 2021.

_____. **Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012.** Agência Nacional de Energia Elétrica. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>. Último acesso em: 17 de Jan. 2020.

_____. **Portaria Nº 538, de 15 de dezembro de 2015.** ANEEL. 2015a. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/prt2015538mme.pdf>. Último acesso em: 28 de jun. 2020.

_____. **Portaria Nº 687, de 24 de novembro de 2015.** ANEEL. 2015b. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Último acesso em: 06 de out. 2020.

BRASIL. MCTI. Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2012-2015: balanço das atividades estruturantes 2011. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, 2012. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/218981.pdf>. Último acesso em: 10 de out. 2021.

BRASIL. MCTIC. Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016-2022: sumário executivo. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e comunicações – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. MCTIC-CGEE, 2018. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_Sumario_executivo_Web.pdf. Último acesso em: 07 de out. 2021.

BRASIL. MCTIC. SDTI. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para energias renováveis e biocombustíveis:** 2018-2022. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Brasília: MCTIC, 2018.

BRASIL. MDIC. **PADIS.** Ministério da Economia Indústria, Comercio Exterior e Serviços. 2007. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim/105-assuntos/competitividade-industrial/474-regime-de-autopecas-nao-produzidas-ex-tarifarios-de-autopecas-10>. Último acesso em: 28 de fev. 2020.

BRASIL. MRE. **BRICS.** Ministry of Foreign Affairs. 2020. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/en/component/tags/tag/brics-2>. Último acesso em: 05 de out. 2020.

BRASIL. MME/EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia (2006-2015).** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia (2007-2016).** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2007a.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030.** Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007b.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia (2008-2017).** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2019.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2010.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2011.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2012.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2013.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2017.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2027.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2018.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2019.

_____. **Plano Nacional de Energia 2050.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Versão consulta pública. Brasília: MME/EPE, 2020. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topicos-523/PNE 2050 Relat rio Consulta P blica .pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topicos-523/PNE%202050%20Relat%20rio%20Consulta%20P%20blica.pdf). Último acesso em: 29 de nov. 2020.

BRICS.UTORONTO. **BRICS Information Center.** University of Toronto. 2020. Disponível em: <http://www.brics.utoronto.ca/docs/index.html>. Último acesso em: 06 de out. 2020.

BRIDLE, Richard; KITSON, Lucy. **Public finance for renewable energy in China:** building on international experience. The International Institution for Substantiable Development. IISD Report, 2014.

BRIDGE TO INDIA. analysis of utility scale solar tenders in India, March 2017. 2017. *apud* IRENA. **Renewable energy auctions:** analysing 2016. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2017, p. 63.

CABRAL DA SILVA, Renan. **A transição energética dos emergentes no século XXI: Brasil e China em foco.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2018.

CABRAL, Isabelle de S.; TORRES, Adriana C.; SENNA, Pedro R. Energia solar – análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** Salvador/BA. Realizado de 25 a 28/11/2013. 2013. Disponível em: <https://www.ib eas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf>. Último acesso em: 26 de dez. 2019.

CAMILLERI, Joseph A. Energy Governance in the Era of Climate Change. **Energy Security in the Era of Climate Change the Asia-Pacific Experience.** Edited by Luca Anceschi e Jonathan Symons. Palgrave Macmillan, 2012, p. 255-274.

CARRIGTON, Damian. Can Narendra Modi bring the solar power revolution to India?. **The Guardian.** 2014. Fotografia de Ajit Solanki/AP. Disponível em:

<https://www.theguardian.com/environment/2014/sep/30/-sp-narendra-modi-india-solar-renewables-energy>. Último acesso em: 06 de Mai. 2020.

CARSTENS, Danielle D. dos Santos; CUNHA, Sieglinde K. da. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. In: **Energy Policy**, v. 125, 2019, p. 396-404.

_____. Solar energy growth in Brazil: essential dimensions for the technological transition. In: **International Journal of Energy Economics and Policy**, 2018, 8 (4), p. 293-302.

CARVALHO, Pedro S. L. de; MESQUITA, Pedro P. D.; ROCIO, Marco A. R. A rota metalúrgica de produção de silício em grau solar: uma oportunidade para o Brasil?. **BNDES Setorial**.40, 2014, p. 205-234. Disponível em:

<https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2901/1/A%20rota%20metal%C3%BArgica%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20sil%C3%ACo%C2%AD%20grau%20solar.pdf>.

Último acesso em: 31 de jul. 2021.

CASSIOLATO, José E.; LASTRES, Helena Maria M. Inovação e desenvolvimento: a força e a permanência das contribuições de Erber. **Estratégias de desenvolvimento da política industrial**: ensaios em memória de Fabio Erber. Dulce M. Filha; Helena M. M. Latres; Luiz C. D. Prado (Orgs.). BNDES, 2014, p. 382-418.

CASSIOLATO, José E.; GUIMARÃES, Vicente; PEIXOTO, Flavio; LASTRES, H. M.; Innovation Systems and development: what can we learn from the Latin American experience?. In: **III Globelics Conference Pretoria**, South Africa, 2005.

CAVALCANTE, Alina Mikhailovna Gilmanova. **Pathway development in solar energy**: a comparative study between Brazil and China. Tese de doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP: UNICAMP, 2018.

CCEE. **Empresas consumidoras de energia podem obter selo de reconhecimento**. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. 24/01/2014. 2014. Disponível em:
https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opiniao/noticias/noticialeitura?contentid=CCEE_175785&_afrLoop=52153620279713&_adf_ctrl-state=3qjqkvfte_1#%40%40%3Fcontentid%3DCCEE_175785%26_afrLoop%3D52153620279713%26_adf.ctrl-state%3D3qjqkvfte_5. Último acesso em: 28 de Set. 2020.

CHAN, Gabriel, STAVINS, Robert; JI, Zou. International Climate Change Policy. In: **Annual Review of Resource Economics**, 10, 2018, p. 335-360.

CHAMINADE, Cristina; EDQUIST, Charles. Rationales for Public Policy Intervention in the Innovation Process: Systems of Innovation Approach. In: **The Theory and Practice of Innovation Policy an International Research Handbook**. Ed. by Ruud E. Smits, Stefan Kuhlmann, The Netherlands and Philip Shapira and Georgia Institute of Technology, 2010.

CHANDRA, Y. P., SINGH, A., KANNOJIYA, V.; KESARI, J. P. Solar Energy a Path to India's Prosperity. In: **Journal of The Institution of Engineers (India)**: Series C., 2018.

CHANG, Ha-Joon. **Chutando a Escada**: a estratégia de desenvolvimento em perspectiva histórica. Luiz Antônio O. de Araújo (Tradução). São Paulo: UNESP, 2004.

CHAKRABORTY, Suprava. Entrevista realizada por meio de correio eletrônico com a PhD. Suprava Chakraborty, PhD Electrical Engineering. Professora da VIT Vellore, India. 04 de out. 2020.

CHASEK, Pamela S.; DOWNIE, David L.; BROWN, Janet Welsh. **Global Environmental Politics**. Seventh Edition. USA: Routledge, 2018.

CHINA. **China's Seventh Five-Year Plan**. 1986. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000944558602200410?journalCode=chra>. Último acesso em: 05 de out. 2020.

_____. **Report on the outline of the Ninth Five-year Plan (1996-2000) for National Economic and Social Development and the long-range Objectives to the year 2010 (Excerpts)**. 1996. Disponível em: <http://www.china.org.cn/95e/95-english1/2.htm>. Último acesso em: 05 de out. 2020.

_____. **China Medium and Long Term Energy Conservation Plan**. November 25, 2004. 2004. National Development and Reform Commission. Disponível em:
https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/China_Energy_Saving_Plan.pdf. Último acesso em: 11 de jul. 2020.

_____. **中华人民共和国可再生能源法 (修正案)**. 2005. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E4%B8%AD%E5%8D%8E%E4%BA%BA%E6%B0%91%E5%85%B1%E5%92%8C%E5%9B%BD%E5%8F%AF%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%B3%95%EF%BC%88%E4%BF%AE%E6%AD%A3%E6%A1%88%EF%BC%89.pdf>. Último acesso em: 03 de Out. 2020.

_____. **Guidelines of the Eleventh Five-Year Plan for National Economic and Social Development**. 2006a. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/11th%20Five-Year%20Plan%20%282006-%29.pdf>

2010%29%20for%20National%20Economic%20and%20Social%20Development%20%28EN%29.pdf. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **China mapping out the 11th Five-Year Development Guidelines**. 2006b. Disponível em: <http://www.china.org.cn/english/features/guideline/156529.htm>. Último acesso em: 03 de out. 2020.

_____. **China's National Climate Change Programme and Pilot Provincial Climate Change Programmes (Draft)**. Prepared under the Auspices of National Development and Reform Commission People's Republic of China. Printed in September, 2007.

_____. **中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划**. 2011. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/12th%20Five-Year%20Plan%20%282011-2015%29%20for%20National%20Economic%20and%20Social%20Development%20%28CH%29.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **太阳能发电发展“十二五”规划**. 国家能源局. 2012a. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Solar%20Power%20Development%2012th%20FYP.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **国家发展改革委关于印发可再生能源发展“十二五”规划的通知**. 2012b. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/12th%20Five%20Year%20Plan%20of%20Renewable%20Energy%20Development%20%28CH%29.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **关于印发太阳能发电科技发展“十二五”专项规划的通知**. 2012c. Disponível em: http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2012/201204/t20120424_93887.htm. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **能源发展“十二五”规划**. 2012d. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/12th%20Five-Year%20Plan%20for%20Energy%20Development%20%28CH%29.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. **White Paper: China's Energy Policy 2012**. 2012e. Information office of the State Council the People's Republic of China. Beijing. China, 2012f. <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/White%20Paper%20China%27s%20Energy%20Policy%202012%20%28EN%29.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

- _____ . **分布式发电管理暂行办法.** 2013. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E5%88%86%E5%B8%83%E5%BC%8F%E5%8F%91%E7%94%B5%E7%AE%A1%E7%90%86%E6%9A%82%E8%A1%8C%E5%8A%9E%E6%B3%95.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **光伏扶贫工程工作方案的通知.** China. 2014a. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E5%85%89%E4%BC%8F%E6%89%86%E8%B4%AB%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E6%96%B9%E6%A1%88%E7%9A%84%E9%80%9A%E7%9F%A5.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **国家应对气候变化规划. (2014-2020年).** 2014b. 二〇一四年九月.
Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E5%B%A%94%E5%AF%B9%E6%B0%94%E5%80%99%E5%8F%98%E5%8C%96%E8%A7%84%E5%88%92%EF%BC%882014-2020%E5%B9%B4.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **太阳能发展“十三五”规划. 国家能源局 2016 年 12.** 2016a. Disponível em:
https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/IEA_PAMS_China_China13thSolarEnergyDevelopmentFiveYearPlan20162020.pdf. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **能源生产和消费革命战略 (2016-2030). (公开发布稿) .** 2016b.
Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Energy%20Supply%20and%20Consumption%20Revolution%20Strategy%20%282016-2030%29%20%28CH%29.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **能源发展“十三五”规划. (公开发布稿).** 2016c. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%8F%91%E5%B1%95%E2%80%9C%E5%8D%81%E4%B8%89%E4%BA%94%E2%80%9D%E8%A7%84%E5%88%92pdf.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.
- _____ . **The 13th Five-Year Plan for Economic and Social Development of The People's Republic of China (2016-2020).** 2016d. Central Compilation & Translation Press.
Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/The%2013th%20Five-Year%20Plan%20For%20economic%20and%20social%20development%20of%20the%20People%27s%20Republic%20of%20China.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. 国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知 国发〔2016〕74号. 2016e. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E2%80%9C%E5%8D%81%E4%B8%89%E4%BA%94%E2%80%9D%E8%8A%82%E8%83%BD%E5%87%8F%E6%8E%92%E7%BB%BC%E5%90%88%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E6%96%B9%E6%A1%88.pdf>. Último acesso em: 11 de Jul. 2020.

_____. 十三五”国家战略性新兴产业发展规划. 2016f. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E2%80%9C%E5%8D%81%E4%B8%89%E4%BA%94%E2%80%9D%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E6%88%98%E7%95%A5%E6%80%A7%E6%96%B0%E5%85%B4%E4%BA%A7%E4%B8%9A%E5%8F%91%E5%B1%95%E8%A7%84%E5%88%92.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. 电力发展“十三五”规划 (2016-2020 年). 国家发展改革委 国家能源局. 2016g. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E7%94%B5%E5%8A%9B%E5%8F%91%E5%B1%95%E2%80%9C%E5%8D%81%E4%B8%89%E4%BA%94%E2%80%9D%E8%A7%84%E5%88%92%EF%BC%882016-2020%EF%BC%89.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. 能源技术 创新 “十三 五” 规划. 2016h. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%8A%80%E6%9C%AF%E5%88%9B%E6%96%B0%E2%80%9C%E5%8D%81%E4%B8%89%E4%BA%94%E2%80%9D%E8%A7%84%E5%88%92.pdf>. Último acesso em: 12 de ago. 2020.

_____. 13th FYP development plan for renewable energy. 2016i. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/13th%20Five%20Year%20Plan%20for%20Renewable%20Energy%20Development%20%28EN%29.pdf>. Último acesso em: 28 de Ago. 2020.

_____. 六部门关于印发《智能光伏产业发展行动计划（2018-2020年）》的通 知. 2018. Disponível em:
<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757021/c6140298/part/6140486.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. VIII Strengthening international cooperation in the field of energy. sem ano. Disponível em: <http://www.china.org.cn/english/whitepaper/energy/237106.htm>. Último acesso em: 07 de set. 2020.

- _____. **条约信息搜索结果.** 2020a. Disponível em:
<http://treaty.mfa.gov.cn/Treaty/web/list.jsp?nPageIndex=1&keywords=%E8%83%BD%E6%BA%90&chnltype=c=all>. Último acesso em: 06 de out. 2020.
- _____. **首页 > 资料 > 声明公报.** 中华人民共和国外交部 版权所有. 2020b.
 Disponível em: https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/1179_674909/. Último acesso em: 06 de out. 2020.
- CIF. **Rooftop solar in India:** looking back, looking ahead. Climate Investment Funds (CIF). 2018. Disponível em:
https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/cif_enc/files/rooftop_solar_pv_in_india_ctf_pwc_v8pdf_0.pdf. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.
- CIGRÉ.BRASIL. **Geração fotovoltaica de energia no Brasil.** Grupo de trabalho C6. Relatório Final. Paulo H. R. P. Gama (Coord); Alexandre R. Aoki (sec.); Ciceli M. Luiz; Elio Vicenti; márcio E. M. de Souza. CIGRÉ.BRASIL, 2013.
- CLARK II, Woodrow W.; COOK, Grant. **The Green Industrial Revolution:** energy, engineering and economics. UK/USA: Elsevier, 2015.
- CLIMATESCOPE. **PV auctions in China – 2016.** Policies – Climatescope. 2016. Disponível em: <https://global-climatescope.org/policies/5185>. Último acesso em: 23 de ago. 2020.
- _____. **India Net Metering Policy.** BloombergNEF, 2019a. Disponível em: <https://global-climatescope.org/policies/5309>. último acesso em: 23 de ago. 2020.
- _____. **PV auctions in China – 2019.** Policies - Climatescope. 2019b. Disponível em: <https://global-climatescope.org/policies/5677>. Último acesso em: 23 de ago. 2020.
- CONCEIÇÃO, Otávio A. C. A centralidade do conceito de inovação tecnológica no processo de mudança estrutural. In: **Ensaios FEE**, v.21, Porto Alegre, 2000, p. 58-76.
- CONCEIÇÃO, César S.; FARIA, Luis A. E. Padrões históricos da mudança tecnológica e ondas longas do desenvolvimento capitalista. In: DATHEIN, R., (org).
- Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas.** Estudos e pesquisas IEPE Series. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p. 223-255.
- CONCEIÇÃO, C. S. Padrões históricos da mudança tecnológica e a propagação tardia das revoluções tecnológicas para a periferia. In: **Textos para Discussão FEE N° 120**, 2014. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/07/20140730padroes-historicos-da-mudanca-tecnologica-e-a-propagacao-tardia-das-revolucoes-tecnologicas-para-a-periferia.pdf>. Último acesso em: 19 de Mai. 2019.

CONCÓRDIA. MRE. **Concordia**. Ministério das Relações Exteriores. Brasil. 2020. Disponível em:
<https://concordia.itamaraty.gov.br/pesquisa?tipoPesquisa=2&TipoAcordo=BL,TL,ML&TextoAcordo=ENERGIA>. Último acesso em: 17 de set. 2020.

COSTA, Ashyles Barcelos da. Teoria econômica e política de inovação. In: **Revista de Economia Contemporânea**, 20(2), 2016, p. 281-307. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rec/v20n2/1415-9848-rec-20-02-00281.pdf>. Último acesso em: 03 de Mai. 2019.

COSTA, Luiz H. de Souza. **A cadeia produtiva fotovoltaica no Brasil**: um diagnóstico a partir da abordagem do sistema de inovação. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação de Engenharia de Produção Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2018.

CPIA. **工信部解读《智能光伏产业发展行动计划（2018-2020年）**. 国光伏行业协会. China Photovoltaic Industry Association. 2018. Disponível em:
http://www.chinapv.org.cn/association_profile.html. Último acesso em: 23 de mar. 2020.

_____. **China Photovoltaic Industry Association**. CPIA, 2021. Disponível em:
<http://www.chinapv.org.cn/index.html>. Último acesso em: 16 de abr. 2021.

CREO. **China Renewable Energy Outlook 2018**. Energy Research Institute of Academy of Macroeconomic Research/NDRE. China National Renewable Energy Center. Disponível:
<https://resources.solarbusinesshub.com/images/reports/192.pdf>. Último acesso em: 12 de abr. 2021.

CUNHA, Guilherme Lopes da. **As relações Brasil-China: Ciência, Tecnologia e Inovação no século XXI**. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2017.

DALEI, Narendra N. Entrevista realizada por correio eletrônico com o Dr. Narendra N. Dalei. Professor Assistants na University of Petroleum and Energy Studies. Dehradun, Uttarakhand, Índia. 01 de Out. 2020.

DALVI, Giovanni G. **Avaliação de Feed-in-tariffs para incentivo da geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

DAMANI, Animesh. **Financing in rooftop solar**. PV magazine India. August 18, 2020. Disponível em:

<https://www.pv-magazine-india.com/2020/08/18/financing-in-rooftop-solar/>. Último acesso em: 14 de set. 2020.

DANTAS, Aline C. **Cooperação técnico-científica brasileira com o Japão e com a China nos âmbitos agrícola e espacial (1970-2015)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais. Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2019.

DANTAS, Stefano Giacomazzi; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 2018.

DANTAS, Stefano Giacomazzi. **Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 2020.

DAOYUAN, Wen; YANXUE, Li; QUNYIN, Gu; WEIJUN, Gao. Research in the solar photovoltaic (PV) development in China. **Proceeding of 128th The IIER International Conference**. New Zealand: Auckland, 2017, p. 27-33.

DASGUPTA, Shouro; CIAN, Enrica; VERDOLINI, Elena. The Political Economy of Energy Innovation (Cap.7). In: **The Political Economy of Clean Energy Transitions**. Douglas Arent, Channing Arndt, Mackay Miller, Finn Tarp, And Owen Zinaman (Edt.). United Nations University World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER). Oxford: University Press, 2017, p. 123-143.

DESTER, Maurício; ANDRADE, Moacyr T. O.; BAJAY, Sergio. New renewable energy sources for electric power generation in Brazil. In: **Energy Sources Part B Economics Planning and Policy**, 7(4), 2012, p. 390-397.

DE MELO, C. A., JANNUZZI, G. de M.; BAJAY, S. V. Nonconventional Renewable energy governance in Brazil: lessons to learn from the German experience. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 61, 2016, p. 222-234.

DE NEGRI, F. Por uma nova geração de políticas de inovação no Brasil. In: **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil**: avanços recentes, limitações e propostas de ações. Lenita Maria Turchi e José Mauro de Morais (Orgs). Brasília: IPEA, 2017. p. 25-46.

DHARMARAJ, Samaya. **India, China to work on R&D for new solar cell technology**. Open Gov Asia. 2019. Disponível em: <https://opengovasia.com/india-china-to-work-on-rd-for-new-solar-cell-technology/>. Último acesso em: 14 de set. 2020.

DIBIE, Robert. Environmental conceptions e applications. In: **Comparative Perspectives on Environmental Policies and Issues**. Robert Dibie (Edited). NY: Routledge, 2014.

DIEDERICH, Henning. **Environmental Policy and Renewable Energy Equipment Exports:** an empirical analysis. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.

DIESENDORF, Mark. Can Energy Security and Effective Climate Change Policies Be Compatible? In: **Energy Security in the Era of Climate Change: The Asia-Pacific Experience.** Luca Anceschi & Jonathan Symons (Edt.). UK: Palgrave Macmillan, 2012, p. 72-87.

DI SOUZA, Ronilson. **Os sistemas de energia solar fotovoltaico:** livro digital de introdução aos sistemas solares. BlueSol Educacional, s.a. Disponível em:
<https://programaintegradoronline.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Livro-Digital-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf>. Último acesso em: 20 de Out. 2019.

DUBEUX, Rafael Ramalho. **Desenvolvimento e mudança climática:** estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014). Tese de Doutorado. Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2015.

DUNFORD, Michael; LEE, Kyoung H.; LIU, Weidong; YEUNG, Godfrey. Geographical interdependence international trade and economic dynamics: the Chinese and German solar energy industries. In: **European Urban and Regional Studies**, 20(1), 2012, p. 14–36.

EDLER, Jakob; FAGERBERG, Jan. Innovation policy: what, why, and how. In: **Oxford Review of Economic Policy**, Volume 33, Issue 1, 1, 2017, p. 2–23. Disponível em:
<https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001>. Último acesso em: 07 de Jul. 2019.

EDLER, Jakob; GOK, Abdullah; CUNNINGHAM, Paul; SHAPIRA, Philip. Introduction: Making sense of innovation policy. In: **Handbook of Innovation Policy Impact**. USA: Edward Elgar, 2016, p. 1-17.

ENGELS, Anita. **Understanding how China is championing climate change mitigation.** Palgrave communications, n. 101, 2018. <https://www.nature.com/articles/s41599-018-0150-4.pdf>. Último acesso em: 07 de dez. 2019.

EPE. **Potencial Dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050.** Nota Técnica PR 04/18. Série Recursos Energéticos. Brasília: MME, 2018a. Disponível em:
[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/03.%20Potencial%20de%20Recursos%20Energ%C3%A9ticos%20no%20Horizonte%202050%20\(NT%20PR%2004-18\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/03.%20Potencial%20de%20Recursos%20Energ%C3%A9ticos%20no%20Horizonte%202050%20(NT%20PR%2004-18).pdf). Último acesso em: 08 de abr. 2021.

_____. **Projetos fotovoltaicos nos leilões de energia.** Características dos empreendimentos participantes nos leilões de 2013 a 2018. Ministério de Minas e Energia – MME. Empresa de Pesquisa Energética. EPE, 2018b.

_____. **Plano Nacional de Energia 2050.** 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Último acesso em: 26 de Dez. 2020.

ESPOSITO, Alexandre S.; FUCHS, Paulo G. Desenvolvimento Tecnológico e Inserção da Energia Solar no Brasil. *In: Revista do BNDES*, n. 40, 2013. Disponível em: <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2431>. Último acesso em: 17 de Jan. 2019.

EUROPEAN COMISSION. **China-Documents.** European Comission - EC. 2020 Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/topics/international-cooperation/key-partner-countries-and-regions/china_en#documents. Último acesso em: 4 de Out. 2020.

FAGERBERG, Jan. Innovation: a guide to the literature. *In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David. C.; NELSON, Richard. R. The Oxford Handbook of Innovation.* New York: Oxford University Press, 2005, p. 1-26.

_____. Mobilizing innovation for sustainability transitions: A comment on transformative innovation policy. **Research Policy** 47, 2018, p. 1568-1576. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873318301999>. Último acesso em: 17 de Ago. 2019.

_____. Innovation policy: rationales, lessons and challenges. *In: Journal of economic surveys*, 31(2), 2016, p. 497–512. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joes.12164>. Último acesso em: 08 de Ago. 2019.

FAGERBERG, Jan; VERSPAGEN, Bart. Innovation studies – the emerging structure of a new scientific field. *In: Research Policy* 38, 2009, p. 218–233.

FALK, Jim. Rethinking energy security in time of transition. *In: Energy Security in the Era of Climate Change: The Asia-Pacific Experience.* Luca Anceschi & Jonathan Symons (Edt.). UK: Palgrave Macmillan, 2012, p. 240-253.

FAN, Jingli; WANG, Jiaxing; WEI, Shijie; ZHANG, Xian. The development of China's renewable energy policy and implications to Africa. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 394, 2018, p. 1-6. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/394/4/042034/pdf>. Último acesso em: 28 de Jan. 2021.

FARIA, Leandro I. L.; BESSI, Nayara C.; MILANEZ, Douglas H. Indicadores tecnológicos: estratégia de busca de documentos de patentes relacionados à instrumentação aplicada ao agronegócio. In: **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 1, 2014, p. 119–144.

FARIA, Jr. Haroldo de; TRIGOSO, FBM; CAVALCANTI, Jam. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2017, p. 469-475.

FEITOSA, Paulo Henrique Assis. **A transição tecnológica rumo a economia de baixo carbono**: o papel da energia solar fotovoltaica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal do Espírito Santo. 2010.

FERREIRA, Agmar; KUNH Sheila S.; FAGNARI, Kátia C.; SOUZA, Tiago A. De.; TONEZER, Camila; SANTOS, Geocris Rodrigues dos; COIMBRA-ARAÚJO, Carlos H. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, 2018, p. 181–191.

FIGUEIRAS, Baltazar de Jesus P. P. **Mecanismos de incentivo ao fotovoltaico**: estudo comparativo Portugal/Brasil. Faculdade de Ciências. Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Dissertação de Mestrado. Lisboa-Portugal: Universidade de Lisboa, 2013.

FRAAS, Lewis M. History of solar cell development. In: **Low-cost solar electric power**, 2014, p. 1–12. Disponível em:
[https://www.researchgate.net/publication/274961489 Chapter 1 History of Solar Cell Development](https://www.researchgate.net/publication/274961489_Chapter_1_History_of_Solar_Cell_Development). Último acesso em: 20 de Out. 2019.

FRANÇA, Vitor Correia Lima. **Inserção da energia fotovoltaica no Brasil**: uma avaliação de incentivos. Dissertação submetida ao Programa de Mestrado da Universidade de Brasília para a obtenção do Grau de Mestre em Economia do Setor Público. Brasília: UnB, 2016.

FREEMAN, Chris. The national innovation systems in historical perspective. In: **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, 1995, p. 5-24.

_____. The greening of technology and models of innovation. In: **Technological Forecasting and Social Change**, 53(1), 1996, p. 27–39. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040162596000601>. Último acesso em: 31 de Jul. 2019.

FRITZ-MORGENTHAL, S.; GREENWOOD, C.; MENZEL, C.; MIRONJUK; SONNTAG-O'BRIEN, Virginia. **The global financial crisis and its impact on Renewable energy finance**. UNEP. SEFI. New Energy Finance. Frankfurt School of Finance & Management. 2009. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7953-The%20Global%20Financial%20Crisis%20and%20its%20Impact%20on%20Renewable%20Energy.pdf?sequence=1&isAllowedByAuthor=true>

[Energy%20Finance-20091016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](#). Último acesso em: 03 de Nov. 2020.

FU, Xiaolan; ZHANG, Jing. Technology transfer, indigenous innovation and leapfrogging in green technology: the solar-pv industry in China and India. **Journal of Chinese Economic and Business Studies**. V. 9, 2011, p. 329-347.

FURTADO, Celso. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. 6^a edição. São Paulo: Ed. Nacional, 1977.

FUSER, Igor. **Energia e Relações internacionais** vol. 2. São Paulo: Saraiva, 2013.

GADELHA, Carlos Augusto G. **Estado e Inovação**: uma perspectiva evolucionista. In: Revista de Economia contemporânea. Rio de Janeiro, 6(2), 2002, p. 85-117.

GAMA, Paulo H. R. Pereira; AOKI, Alexandre R.; LUIZ, Ciceli M.; VICENTINI, Elio; SOUZA, Márcio E. M. **Geração Fotovoltaica de Energia no Brasil**. Grupo de Trabalho C6. CIGRÉ-Brasil, 2013.

GANG, Chen. China's Solar PV manufacturing and subsidies from the perspective of state capitalism. In: **The Copenhagen journal of Asian Studies**, 33, 1, 2015, p. 90-106.

GARLET, Tais B.; RIBEIRO, Jose Luis D.; SAVIAN, Fernando de S.; SILUK, Julio C. M. Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 111, 2019, p. 157-169.

GENG, Jiang-Bo; JI, Qiang. Technological innovation and renewable energy development: evidence based on patent counts. In: **Int. J. Global Environmental Issues**, vol. 15, n. 3, 2016, p. 217-234.

GEORGE, Alexander L.; BENNETT, Andrew. **Cases studies and theory development in the social sciences**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2005.

GESEne. **Acordos internacionais sobre energia**. Brasil, China e Índia. Base de Dados (Recorte). Grupo de Estudos em Segurança Energética - GESEne. Henry Iure de Paiva Silva (Coord.). Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2019. Disponibilidade em formato Excel via correio eletrônico. Acesso em: 24 de mai. 2019.

GIELEN, Dolf; BOSHELL, Francisco; SAYGIN, Deger; BRAZILIAN, Morgan D.; WAGNER, Nicholas. The role of renewable energy in the global energy transformation. In: **Energy Strategy Reviews**, v. 24. 2019, p. 38–50.

GILPIN, Robert. **War and change in world politics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

_____. **A economia política das relações internacionais.** Brasília: UnB, 2002.

GLOBAL SOLAR ATLAS. Photovoltaic Power Potencial. World Bank

Group/ESMAP/SOLARGIS. 2016. Disponível em:

<https://globalsolaratlas.info/downloads/world>. Último acesso em: 22 de set. 2019.

GOEL, Mail. Solar Rooftop in India: Policies, Challenges and Outlook. In: **Green Energy and Environment**, 1 (2), 2016, p. 129-137.

GÓMES, José M; CHAMON, Paulo H.; LIMA, Sérgio B. Por uma nova ordem energética global? Potencialidades e perspectivas da questão energética entre os países BRICS. In: **Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v. 34, 2012, p. 531-396.

GOMES, P.V.; NETO, N.K.; CARVALHO, L.; SUMAILI, J.; SARAIVA, J.T.; DIAS, B.H., MIRANDA, V.; SOUZA, S.M. Technical-economic analysis for the integration of PV systems in Brazil considering policy and regulatory issues. In: **Energy Policy**, 115, 2018, p. 199– 206.

GONÇALVES, Alcindo; SARRO, Vanessa Martins. A efetivação do regime de mudanças climáticas por Brasil e México. In: **O futuro do regime internacional das mudanças climáticas: aspectos jurídicos e institucionais.** Maria Luiza Machado Granziera, Fernando Rei (Org.). Santos: Editalivros Produções Editoriais, 2015, p. 39-59.

GOUGET, Cristiane M. dos Santos. **Políticas de incentivo à energia fotovoltaica no Brasil, China e Alemanha & um estudo de caso no Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2017.

GRAU, Thilo; HUO, Molin; NEUHOFF, Karsten. **Survey of Photovoltaic Industry and Policy in Germany and China.** CPI Report, Climate Policy Initiative, DIW Berlin and Tsinghua University, 2011.

GUERREIRO, Glaison Augusto. **Trajetória e aprendizado tecnológico do setor de máquinas-ferramenta no Brasil.** Tese apresentada ao Programa de pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

GUIMARÃES, Fabio Celso de M. S. A política de incentivo e inovação: inovação, desenvolvimento econômico e política tecnológica. In: **Parcerias Estratégicas**, Vol. 5, n 9, 2000. Disponível em:

http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/120/114. Último acesso em: 07 de Mai. 2019.

GULATI, Ashok; MANCHADA, Stuti; KACKER, Rakesh. **Harvesting solar power in India.** Working paper 329. Indian Council for Research on International Economic Relations

- ICRIER. 2016. Disponível em: http://icrier.org/pdf/Working_Paper_329.pdf. Último acesso em: 15 de Out. 2019.

HAANA, Nagy. A role for state in the digital age. **Journal of Innovation and Entrepreneurship** 7:5, 2018, p. 2-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13731-018-0086-3>. Último acesso em: 19 de Jun. 2019.

HAUGWITZ, Frank. **Towards a subsidy-free era for China's solar PV market**. APRICUM, 2019. Disponível em: <https://www.apricum-group.com/towards-a-subsidy-free-era-for-chinas-solar-pv-market/>. Último acesso em 30 de set. 2020.

HAYASHI, Daisuke. **Energy Transitions in China and India Leapfrogging in Wind and Solar Power Technology**. Georgetown University. School of Foreign Service. Asian Studies Program. Disponível em: <https://repository.library.georgetown.edu/handle/10822/1053154>. Último acesso em: 19 de Out. 2019.

HELD, Gerrit Simon Rudolf. **The Dawn of Solar Power in Brazil: Current State and Future Challenges**. 2017.

HOCHSTETLER, K.; KOSTKA, G. Wind and Solar Power in Brazil and China: Interests, State–Business Relations, and Policy Outcomes. In: *Global Environmental Politics*, 15(3), 2015, p. 74–94.

HOCHSTETLER, Kathryn; MILKOREIT, Manjana. Emerging Powers in the Climate Negotiations: Shifting Identity Conceptions, *In: Political Research Quarterly*, Vol. 67(1), 2014, p. 224 - 235.

_____. Responsibilities in transition: emerging power in the climate change negotiations. *Global Governance*, 21, 2015, p. 205-226.

HOFFMANN, A. S., CARVALHO, G. H. de; CARDOSO Jr., R. A. F. Environmental licensing challenges for the implementation of photovoltaic solar energy projects in Brazil. *Energy Policy*, 132, 2019, p. 1143–1154.

HONG, Zhao. **China and India: the quest for energy resources in the twenty-first century**. London and New York: Routledge, 2012.

HONGHANG, Sun; QIANG, Zhi; YIBO, Wang; JUN, Su. China's solar photovoltaic industry development: the status quo, problems and approaches. In: *Applied Energy*, 118, 2014, p. 221–230.

HUANG, Ping; NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; BI, Kexin. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 64, 2016, p. 777-789.

HUELSZ, Cornelia. **Middle power theories and emerging powers in international political economy**: A case study of Brazil. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of phd in the Faculty of Humanities, School of Social Sciences, 2009.

HUO, Molin; ZHANG, Xiliang; HE, Jiankun. Causality relationship between the photovoltaic market and its manufacturing in China, Germany, the US, and Japan. In: **Frontiers in Energy**, 5 (1), 2011, p. 43–48.

HUO, Mo-lin; ZHANG, Dan-wei. Lessons from photovoltaic policies in China for future development. In: **Energy Policy**, 2012, p.38-45.

IEA. Solar and Wind Power Generation-Based Incentives. International Energy Agency, 2008. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/4581-solar-and-wind-power-generation-based-incentives?page=3&q=india>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Comparative study on rural electrification policies in emerging economies: Keys to successful policies.** Information Paper. Alexandra Nieu. France: OECD/IEA, 2010.

_____. **Rajasthan Solar Policy.** International Energy Agency, 2011. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/4809-rajasthan-solar-policy?page=2&q=india>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Brightness Programme.** Last updated: 29 August 2012. 2012. Disponível: <https://www.iea.org/policies/3079-brightness-programme?q=Township%20Electrification%20Program>. último acesso em: 19 de fev. 2021.

_____. **National Programme for Energy Development of States and Municipalities – PRODEEM.** International Energy Agency. IEA/IRENA Renewable Policies Database. Last Update: 14 March 2013. 2013. Disponível em: https://www.iea.org/policies/4020-national-programme-for-energy-development-of-states-and-municipalities_prodeem?country=Brazil&qs=braz§or=Electricity. Último acesso em: 05 de out. 2020.

_____. **Ujwal Bharat - Power Sector Reform & Energy Access.** 2016a. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/1310-ujwal-bharat-power-sector-reform-energy-access?q=india&technology=Solar>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Golden Sun Programme.** International Energy Agency. IEA/IRENA Renewables Policies Database. 2016b. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/4992-golden-sun-programme?q=china&technology=Solar%20PV>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **The 10th Five-Year Plan for Economic and Social Development of The People's Republic of China (2001-2005).** International Energy Agency, 2017a. Disponível em:

<https://www.iea.org/policies/1736-the-10th-five-year-plan-for-economic-and-social-development-of-the-peoples-republic-of-china-2001-2005?country=People%27s%20Republic%20Of%20China&page=2&q=SOLAR§or=Electricity>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Office of Indian Energy Policy and Programs Grant.** International Energy Agency, 2017b. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/2447-office-of-indian-energy-policy-and-programs-grant?q=india>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Gujarat Solar Power Policy.** IEA/IRENA Renewables Policies Database. 19 Dec. 2018. Disponível em: Disponível em: <https://www.iea.org/policies/6218-gujarat-solar-power-policy?country=India&q=net%20metering>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **India 2020:** Energy Policy Review. International Energy Agency. IEA, 2020. Disponível em: https://niti.gov.in/sites/default/files/2020-01/IEA-India%202020-In-depth-EnergyPolicy_0.pdf. Último acesso em: 06 de Ago. 2020.

IEA.IRENA. **The notice on the establishment of demonstration areas for large-scale distributed solar PV Power Generation.** IEA/IRENA Renewables Policies Data base, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/5478-the-notice-on-the-establishment-of-demonstration-areas-for-large-scale-distributed-solar-pv-power-generation?q%E2%80%A6>. Último acesso em: 29 de jan. 2022.

IEA.WEO. **World Energy Outlook 2020.** International Energy Agency. World Energy Outlook. 2020.

IEA.PVPS. **Snapshot Global PV Markets 2021.** Task 1: Strategic PV Analysis and Outreach. International Energy Agency. Photovoltaic Power Systems Programme. Report IEA.PVPS T1-39: 2021. Disponível em: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/04/IEA_PVPS_Snapshot_2021-V3.pdf. Último acesso em: 08 de jul. 2021.

_____. **Snapshot Global PV Markets 2019.** Task 1: Strategic PV Analysis and Outreach. International Energy Agency. Photovoltaic Power Systems Programme. Report IEA.PVPS T1-35: 2019. Disponível em: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/02/IEA-PVPS_T1_35_Snapshot2019-Report.pdf. Último acesso em: 09 de jul. 2021.

_____. **Review and analysis of PV self-consumption policies.** Photovoltaic Power Systems Programme. Gaetan Masson – IEA-PVPS; José Inácio Briano & Maria Jesus Baez – CREARA. Report IEA-PVPS T1-28, 2016.

IEEFA. China 2017 Review World's Second-Biggest Economy Continues to Drive Global Trends in Energy Investment. Tim Buckley, Simon Nicholas, Melissa Brown. Institute for Energy Economics and Financial Analysis, 2018.

_____. **China at a Crossroads: Continued Support for Coal Power Erodes Country's Clean Energy Leadership.** Christine Shearer, Melissa Brown e Tim Buckley, Institute for Energy Economics and Financial Analysis, 2019.

INFOPAULO. Presidente Dilma Rousseff e governador Geraldo Alckmin parceiros no programa minha casa e minha vida. 2015. Disponível em:
<https://wordpaulotamer.wordpress.com/2015/10/14/presidente-dilma-rousseff-e-governador-geraldo-alckmin-parceiros-no-programa-minha-casa-minha-vida/>. Último acesso em: 29 de mar. 2020.

INDIA. The electricity act, 2003. Ministry of Law and Justice. Legislative Department. New Delhi, the 2nd June, 2003. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Electricity%20Act%2C%202003.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Rural Electrification Policy.** The Gazette of India. Extraordinary Part-I - Section-1. New Delhi: Ministry of Power. 23rd August, 2006. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Rural%20Electrification%20Policy.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Jawaharlal Nehru National Solar Mission Towards Building Solar India.** 2010. Disponível em:
https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/mission_document_JNNSM.pdf. Último acesso em: 12 de jul. 2020.

_____. **Strategic Plan for New and Renewable Energy Sector for the Period 2011-17.** 2011. Ministry of New and Renewable Energy. Government of India. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/National%20Energy%20Strategic%20Development%20Plan%202011-2017.pdf>. Último acesso em: 12 de jul. 2020.

_____. **National Electric Mobility Mission Plan 2020.** Department of Heavy Industry. Government of India. 2012a. Disponível:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/National%20Electric%20Mobility%20Mission%20Plan%202020.pdf>. Último acesso em: 04 de Out. 2020.

_____. **Twelfth five-year plan 2012-2017.** Planning Commission. Government of India. 2012b. Disponível em:
<https://niti.gov.in/planningcommission.gov.in/docs/plans/planrel/fiveyr/welcome.html>. Último acesso em: 04 de Out. 2020.

_____. **Twelfth Five Year Plan (2012–2017).** Faster, More Inclusive and Sustainable Growth. Government of India. Volume I. 2013a. Disponível em: https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/12fyp_vol1.pdf. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Twelfth five-year plan (2012/2017).** Planning Commission. Government of India. Volume II. 2013b. Disponível em: https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/12fyp_vol2.pdf. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Smart Cities:** Mission Statement & Guidelines. Government of India Ministry of Urban Development. 2015a. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/smartercityguidelines.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Resolution.** Ministerial Resolution on Scaling Up of Grid Connected Solar Power Projects to 1,00,00 MW by the year 2021-22 Under National Solar Mission. 2015b. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Resolution%20Scaling%20up%20solar.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Guidelines for Development of Solar Parks.** Government of India. Ministry of New & Renewable Energy. 2016a. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Solar-Park-Guidelines.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Office Memorandum.** India: Ministry of New & Renewable. 2016b. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/OM-year-wise-cumulative-target-for-100000MW-grid-connected-SP-project.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **UJWAL BHARAT.** 2 Years. 2016c. Disponível em: https://powermin.nic.in/sites/default/files/uploads/Ujwal_Bharat_Brochure_English.pdf. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Ujwal Bharat - Power Sector Reform & Energy Access.** 2016d. Disponível em: <https://prod.iea.org/policies/1310-ujwal-bharat-power-sector-reform-energy-access?page=2§or=Generation%2CIndustry&technology=Solar%2CWind%2CSolar%20PV>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **India Three Year Action Agenda 2017-18 to 2019-20.** NITI Aayog. 2017a. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/India%20Three%20Year%20Action%20Agenda%202017-18%20to%202019-20.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Draft Technology Development and Innovation Policy (TDIP) for New & Renewable Energy.** File No. 223/18/2017-R&D Coord. New & Renewable Energy (R&D Coord. and HRD Division). 2017b. Disponível em:
http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Draft-TDIP_RE.pdf. Último acesso em: 17 de Ago. 2020.

_____. **National Wind-Solar Hybrid Policy.** No. 238/78/2017-Wind Ministry of New & Renewable Energy. 2017c. Disponível em:
<https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/National%20Wind-Solar%20Hybrid%20Policy.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Office memorandum.** N. 318/331/2017. Grid Connected Rooftop. Government of India. Ministry of New and Renewable Energy. 2019. Disponível em:
<https://mnre.gov.in/img/documents/uploads/7ccd3b4b3bb94a51af516e2ee4fdede3.pdf>. Último acesso em: 04 de nov. 2021.

_____. **Annual Report 2019-20.** 2019.2020. Ministry of New and Renewable Energy. Disponível em: https://mnre.gov.in/img/documents/uploads/file_f-1585710569965.pdf. Último acesso em: 17 de mai. 2020.

_____. **International Relations Memorandus.** Government of India. MNER. 2020a. Disponível em: <https://mnre.gov.in/international-relations/memorandums>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **5 Years Plan.** Planning Commission. 2020b. Disponível em:
<https://niti.gov.in/planningcommission.gov.in/docs/plans/planrel/fiveyr/welcome.html>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

_____. **Research and Development.** MNER. 2020. Disponível em:
<https://mnre.gov.in/research-and-development/solar>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

INDIAGOSOLAR. Financing. India Go Solar. Disponível em:
<https://www.indiagosolar.in/finance/>. Último acesso em: 02 de out. 2020.

_____. **Solar Schemes.** Ministry of New and Renewable Energy. New Delhi, India, 2021. Disponível em: <https://mnre.gov.in/solar/schemes>. Último acesso em: 06 de out. 2021.

IPCC. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: summary for policymakers and technical summary. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2011.

_____. **Global Warming of 1.5°C.** An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press, 2018.

IRENA. Financial mechanisms and investment frameworks for renewables in Developing Countries. Abu Dhabi: IRENA, 2012.

_____. **The role of renewable energy in energy security.** Second Ministerial Roundtable. Fifth session of the Assembly. International Renewable Energy Agency, 2015.

_____. **Renewable energy auctions:** analysing 2016. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2017.

_____. **Global energy transformation:** a roadmap to 2050. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2018.

_____. **Renewable Capacity Statistics 2019.** Prepared by Adrian Whiteman, Sonia Rueda, Javier Esparrago, Samah Elsayed and Iana Arkhipova. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2019a.

_____. **About IRENA.** The International Renewable Energy Agency. 2019b. Disponível em: <https://www.irena.org/aboutirena>. Último acesso em: 06 de dez. 2019.

_____. **A new world:** the geopolitics of the energy transformation. Global Commission on Geopolitics of the Energy Transformation. International Renewable Energy Agency, 2019c.

_____. **Renewable energy auctions:** status and trends beyond prices (preliminary findings). Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2019d.

_____. **Renewable Capacity Statistics 2020.** Prepared by Adrian Whiteman, Sonia Rueda, Dennis Akande, Nazik Elhassan, Gerardo Escamilla and Iana Arkhipova. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: IRENA, 2020a.

_____. **Energy profile:** Brasil. International Renewable Energy Agency. IRENA. 2020b. Disponível em:
https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/South%20America/Brazil_South%20America_RE_SP.pdf. Último acesso em: 28 de out. 2019.

_____. **Energy profile:** China. International Renewable Energy Agency. IRENA. 2020c. Disponível em:

https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Asia/China_Asia_RE_SP.pdf. Último acesso em: 28 de out. 2019.

_____. **Energy profile:** Índia. International Renewable Energy Agency. IRENA. 2020d.

Disponível em:

https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Asia/India_Asia_RE_SP.pdf.

Último acesso em: 28 de out. 2019.

IRENA; OECD/IEA; REN21. **Renewable Energy Policies in a Time of Transition.** IRENA, OECD/IEA and REN21. 2018.

ISA. Paris Declaration on the international Solar Alliance of 30th November 2015. 2020a.

International Solar Alliance. Disponível em: [<https://isolaralliance.org>] último acesso em: 17 de set. 2020.

_____. Background. **International Solar Alliance.** 2020b. Disponível em:

<https://isolaralliance.org/about/background>. Último acesso em: 17 de set. 2020.

_____. Signatory Countries. **International Solar Alliance.** 2020c.

<https://isolaralliance.org/membership/signatory>. Último acesso em: 18 de set. 2020.

ISOAHO, Karoliina; GORITZ, Alexandra; SCHULZ, Nicilai. Governing Clean Energy Transitions in China and India. In: **The Political Economy of Clean Energy Transitions**. Douglas Arent, Channing Arndt, Mackay Miller, Finn Tarp, And Owen Zinaman (Edt.). United Nations University World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER). Oxford: University Press, 2017, p. 231-249.

JAGUARIBE, Anna. Estratégias de Governança no século XXI: Observações sobre os novos desafios da China. In: **O Estado no século XXI**. Ana Célia Castro, Fernando Filgueiras (Eds). Brasília: Enap, 2018, p. 139-158.

JANARDHANAN, Nandakumar. Energy Transition in India: Role of Climate Change Policies in Energy Security. In: **International Studies**, 54(1–4), Jawaharlal Nehru University: SAGE Publications, 2018, p. 231-249.

JANG, Ling Lang; CHEN, Li-Ju; CHEN, Jennifer H.; CHIU, Yu-Chieh. Innovation and production in the global solar photovoltaic industry. In: **Scientometrics**, v. 94, 3 ed. Spinkger, 2013, p. 1021-1036. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0907-2>. Último acesso em: 09 de nov. 2019.

JARAMILLO, Grace. Comparing historical cases: advances in comparative historical research. In: **Handbook of research methods and applications in comparative policy analysis**. Guy Peters and Guillaume Fontaine (Edt.). USA: Edward Elgar Publishing the Lypiatts, 2020, p. 113-133.

JIA, Xinyu; DU, Huibin; ZOU, Hongyang; HE, Gang. Assessing the effectiveness of China's net metering subsidies for household distributed photovoltaic systems. In: **Journal of Cleaner Production**, 262, 2020, p. 1-9.

JIAHUA, Pan; PENG, Wuyuan; LI, Meng; WU, Xiangyang, WAN, Lishuang; ZERRIFI, Hisham; ELIAS, Becca; ZHANG, Chi; VICTOR, David. Rural Electrification in China 1950–2004. Historical Forces and Key Driving Processes. Program on Energy and Sustainable Development, Working Paper n. 60, Stanford University, 2006 *apud* ANDREWS SPEED, Phillip; ZHANG, Sufang. **China as a Global Clean Energy Champion**. Palgrave Mcmillan, Palgrave Series in Asia and Pacific Studies, 2019.

JIANG, kejun. Technological Progress in Developing Renewable Energies. **China's New Sources of Economic Growth**: Human Capital, Innovation and Technological Change. Ligang Song, Ross Garnaut, Cai Fang, Lauren Johnston (Edts.). ANU Press, 2017, p. 315-342. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1trkk3v.21>. Último acesso em: 17 de Mar. 2020.

JING, Cheng. Entrevista realizada por meio de correio eletrônico com a Ph.D. Cheng Jing. Docente da Universidade de Hubei. China. 28 de Jun. 2020.

KAPOOR, K.; PANDEY, Krishan k. JAIN, A. K.; NANDAN, Ashish. Evolution of solar energy in India: a review. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 40, 2014, p. 475-487.

KHAN, J.; ARSALAN, M. H. Solar power technologies for sustainable electricity generation. A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 55, 2016, p. 414-425.

KATTUMURI, Ruth; RAVINDRANATH, Darshini. Sustainable Growth and Climate Change: evolution of India's strategies. **The Global Development of Policy Regimes to Combat Climate Change**. The Tricontinental Series on Global Economic Issues, v. 4. World Scientific, 2014, p. 75-106.

KHOSLA, Radhika; KAMAT, A. S.; NARAYANAMURTI, V. Sucsessful clean energy technology transitions in emerging economies: learning from India, China and Brazil. **Progress in Energy**, 2, 2020, p. 1-17.

KLEIN, Naomi. **This changes everything**: capitalism vs the climate. Canadá: Alfred A. Knoph Canadá, 2014.

KOK, Sarah. **Examining Solar Energy Policy in China and India**: a comparative study of the potential for energy security and sustainable development. Master Thesis in Sustainable Development at Uppsala University, n. 237, 2015.

KONG, L. Problems of market standardization of PV generation in China. **Energy of China**, 1996, p. 47–8 *apud* HUANG, Ping; NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; BI, Kexin. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 64, 2016, p. 777-789.

KOULOURI, Anastasia; MOURAVIEV, Nikolai. Energy Security Through the Lens of Renewable Energy Sources and Resource Efficiency. In: **Energy Security: Policy Challenges and Solutions for Resource Efficiency**. Edited by Nikolai Mouraviev and Anastasia Koulouri. Palgrave Macmillan, 2019, p. 09-36.

KU, Jean.; LEW, Debra; MA, Shenghong. Sending Electricity to Townships: China's large-scale renewables Programme brings power to a million people. **Renewable Energy world**. 2003, p. 56-67.

KUMAR, Anil; RICHHARIYA, Geetam; SHARMA, Atul. Solar Photovoltaic and its sustainability. In: **Energy Sustainability Through Green Energy**, 2015, p. 3-25. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-81-322-2337-5#toc>. Último acesso em: 20 de out. 2019.

LABUSSIÈRE, Olivier; BANOS, Vincent; FONTAINE, E. Verdeil; NADAI, Alain. The Spatialities of Energy Transition Processes. In: **Energy Transitions a socio-technical inquiry**. Olivier Labussière; Alain Nadaï (Editors). Palgrave Mcmillan, 2018, p. 239-276.

LACCHINI, Corrado; RUTHER, Ricardo. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. In: **Renewable energy**, 83, 2015, p. 786-798.

LAGO, A. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo, o Brasil e as três Conferências Ambientais das Nações Unidas**. Brasília: FUNAG, 2006.

LEMA, Rasmus; LEMA, Adrian. Technology transfer? The rise of China and India in green technology sectors. In: **Innovation and Development Journal**, 2012, p. 23-44. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2157930X.2012.667206>. Último acesso em: 21 de Out. 2018.

LAMARCA JUNIOR, Mariano R. **Políticas públicas globais de incentivo ao uso da energia solar para a geração de eletricidade**. Tese de Doutorado. São Paulo: PUC-SP, 2012.

LANDMAN, Todd. **Issue and methods in comparative politics**: an introduction. 3rd ed. London and New York: Routledge, 2008.

LATOUR, Bruno. A ecologia política sem a natureza? **Projeto de História. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em História.** Maria Thereza Sampaio (tradução). São Paulo, (23), 2001. Disponível em:
<https://revistas.pucsp.br/index.php/revph/article/view/10667>. Último acesso em: 05 de abr. 2021.

LI, Hanfang; LIN, Hongyu; TAN, Qingkun; WU, Peng; WANG, Chengjie; DE, Gejirifu; HUANG, Liling. Research on the policy route of China's distributed photovoltaic power generation. In: **Energy Reports**, Vol.6, 2020, p. 254-263.

LI, Junfeng; MA, Lingjuan. **Background Paper:** chinese renewables status report, october 2009. Disponível em: www.ren21.net/news/news38.asp. Último acesso em: 20 de mar. 2020.

LIN, A. Z, WANG, S. C. Progress of PV generation in China. **Solar Energy**.1999, p. 7–8 *apud* HUANG, Ping; NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; BI, Kexin. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 64, 2016, p. 777-789.

LINS, Flávio Guimarães. Entrevista semiestruturada realizada com Flávio Guimarães Lins, Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Gerente do Sistema de Operações do Sistema Nordeste. 18 de out. 2019.

LIU, Anita MM; LIANG, Otto Xinning; TUULI, Martin; CHAN, Isabelle. Role of government funding in fostering collaboration between knowledge-based organizations: evidence from the solar PV industry in China. **Energy Exploration & Exploitation**, 36(3), 2018, p. 509-534.

LIU, Li-qun., WANG, Zhi-xin., ZHANG, Hua-qiang.; XUE, Ying-Cheng. Solar energy development in China—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 14(1), 2010, p. 301–311.

LOPES, Herton Castiglioni. O Brasil no novo milênio: regulação, progresso técnico e novo desenvolvimentismo. In: **Economia e Sociedade**, Campinas, Unicamp, v. 27, n. 3 (64), 2018, p. 1029-1052. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-3533.2018v27n3art12>. Último acesso em: 12 de Jul. 2019.

LOSEKANN, L. D.; HALLACK, M. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. **BOLETIM INFOPETRO**, v. 17, 2017.

_____. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. In: João A. De Negri; Bruno C. Araújo; Ricardo Bacelette (Organizadores). **Desafios da Nação**: artigos de apoio. 1 ed. v. 2. Brasília: IPEA, 2018, p. 631-655.

LÖWY, Michael. Crise Ecológica, Crise Capitalista, Crise de Civilização: alternativa ecossocialista. In: **Cadernos CRH**, v.26.n.67, Salvador: UFBA, 2013, p.79-86.

LUNDVALL, Bengt-Ake. National Innovation Systems: Analytical Concept and Development Tool. In: **Industry & Innovation**, 14(1), 2007, p. 95–119.

MACÊDO, Euler C. Tavares de. Entrevista semiestruturada realizada com o Dr. Euler C. Tavares de Macêdo. Centro de Energias Alternativas e Renováveis - CEAR. Universidade Federal da Paraíba. UFPB. 30 de out. 2019.

MADE IN CHINA. **Made in China 2025.** 《中国制造 2025》 . State Council, july 7, 2015. 2015. Disponível em: <http://www.cittadellascienza.it/cina/wp-content/uploads/2017/02/IoT-ONE-Made-in-China-2025.pdf>. Último acesso em: 12 de Jul. 2020.

MAIA, Doralice S.; LIMA, Yure S.; GOMES, Luciana de C. Energia Solar Em Habitações Populares: Uma Experiência Na Política Habitacional Brasileira. In: **V Simposio Internacional de la Historia:** la electrificación la electricidad y la transformación de la vida urbana y social. Évora, 2019, p. 6-11.

MAIA, Rian Sardinha. **Energia Solar:** O desenvolvimento de um novo mercado. Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2018.

MALDANER, Luís F. **O Sistema Nacional de Inovação:** um estudo comparado Brasil x Coréia do Sul. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo: UNISINOS, 2004.

MANUAL DE OSLO. **Manual de Oslo:** proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. OCDE, 1997.

MARCONI, M. A; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodología científica I** Marina de Andrade Marconi, EvaMaria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

MARTIN, Ben R. The evolution of science policy and innovation studies. In: **Research Policy** 41, 2012, p. 1219-1239.

MARTINS, F. R.; RUTHER, R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L. Solar energy scenarios in Brazil. Part two: Photovoltaics applications. In: **Energy Policy**, 36, 2008, p. 2865-2877.

MATHEWS, John. Energia para o desenvolvimento industrial: o papel do Estado na implementação de estratégias mais verdes para o século XXI. In: **O Estado no século XXI.** Ana Célia Castro, Fernando Filgueiras (Eds). Brasília: Enap, 2018, p. 159-194

MATHEWS, John A.; TAN, Hao. **China's Renewable Energy Revolution**. New York: Palgrave Macmillan, 2015.

MAXWELL, Ian E. **Managing sustainable innovation:** the driver for global growth. New Zealand: Springer, 2009.

MAZZUCATO, Mariana. Sistemas de inovação: da correção das falhas de mercado à criação de mercados. In: **O Estado no século XXI**. Ana Célia Castro, Fernando Filgueiras (Eds). Brasília: Enap, 2018a, p. 23-40.

_____. **The value of everything:** making and taking in the global economy. Allen Lane, 2018b.

_____. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. In: **Industrial and Corporate Change**, vol. 27, No. 5, 2018c, p. 803–815.

_____. The entrepreneurial state: socializing both risks and rewards. In: **real-world economics review**, issue no. 84, 2018d, p. 201-217.

_____. **O estado empreendedor:** desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Tradução Elvira Serapicos, 1^a ed. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MAZZUCATO, Mariana; KATTEL, Rainer; RYAN-COLLINS. Challenge-driven innovation policy. Towards a new policy toolkit. **Journal of industry, competition and trade**, 20, 2020, p. 421-437.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. **The Brazilian Innovation System:** A Mission-Oriented Policy Proposal. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

MAZZUCATO, Mariana; SEMIENIUK, Gregor. Financing Renewable Energy: who is financing what and why it matters. In: **Technological forecasting & social change**, 127, 2018, p. 8-22.

MCKITRICK, Ross. Global energy subsidies: an analytical taxonomy. In: **Energy Policy**, 101, 2017, p. 379–385.

MERCOM CAPITAL GROUP. Loans and credit agreements involving Chinese Banks to Chinese solar companies since Jan 2010. 2011 *apud* OECD. **Green Finance and Investment:** Overcoming Barriers to International Investment in Clean Energy, 2015.

_____. **Loans and credit agreements involving Chinese bank to chinese solar companies since jan. 2010.** 2010. Disponível em: <https://mercomcapital.com/loans-and->

[credit-agreements-involving-chinese-banks-to-chinese-solar-companies-since-jan-2010/](https://www.reuters.com/article/us-china-solar-energy-idUSKBN13G0JU). Último acesso em: 11 de out. 2020.

MILLER, D.; HOPE, C. Learning to lend for off-grid solar power: policy lessons from World Bank loans to India, Indonesia, and Sri Lanka', *Energy Policy*. Elsevier, 28(2), 2000, p. 87–105 apud PLUTSHACK, Victoria A. **Rural electrification policy and Off grid solar**: sector engagement Strategies in India and beyond. Cambridge Centre for Environment, Energy and Natural Resource Governance Department of Land Economy. University of Cambridge, 2018, p. 26.

MIR-ARTIGUES, Pere; DEL RÍO, Pablo; CALDÉS, Natàlia. **The Economics and Policy of Concentrating Solar Power Generation**. Springer Nature Switzerland AG, 2019.

MNRE. **Ministry of New and Renewable Energy**. Government of India. 2020. Disponível em: [\[https://mnre.gov.in/\]](https://mnre.gov.in/) último acesso em: 07 de jun. 2020.

MINTS, P. The history and future of incentives and the photovoltaic industry and how demand is driven. In: **Progress in photovoltaics: research and applications**, 20(6), 2012, p. 711–716 apud MIR-ARTIGUES, Pere; DEL RÍO, Pablo. **The Economics and Policy of Solar Photovoltaic Generation**. Springer International Publishing Switzerlandm, 2016.

MIR-ARTIGUES, Pere; DEL RÍO, Pablo. **The Economics and Policy of Solar Photovoltaic Generation**. Springer International Publishing Switzerlandm, 2016.

MOALLEMI, E. A.; AYE, Lu; WEBB, J. M.; HAAN, Fjalar J. de; GEORGE, Biju A. India's on-grid solar power development: historical transitions, present status and future driving forces. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, 2017, p. 239-247.

MOHAN, Aniruddh. **India and global governance**: from Rio to Paris. Observer Resarch Fundation ORF, 130, Ocasional paper, 2017.

MONTEIRO, Nathalie da Silva Cavalcanti; MONTEIRO, Rhenyo Augusto Bastos; MARIANO, Juliana D' Angela; URBANETZ JUNIOR, Jair; ROMANO, Cesar Augusto. Brazil Market Outlook for Photovoltaic Solar Energy: A Survey Study. In: **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 21(5), 2017, p. 1-11.

MOORE, Jason W. **Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism**. Oakland: Kairos, 2016.

MOREIRA, Helena N.; RIBEIRO, W. Costa. A China na ordem ambiental internacional de mudanças climáticas. In: **Estudos Avançados**, 30 (87), 2016, p. 213-234.

MORGENTHAU, Hans. **A Política entre as nações**. São Paulo: Editora Universidade de Brasília, Clássicos IPRI, 2003, *apud* FUSER, Igor. Energia e Relações internacionais vol. 2. São Paulo: Saraiva, 2013.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Último acesso em: 13 de nov. 2019.

NAIR, Rajiv. Solar PV policies and their impacts in China and India. In: **GSDR Prototype Briefs**, 2014, p. 1-4.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia Solar no Brasil**: situação e perspectivas. Estudo Técnico. Câmara dos Deputados, 2017.

NASCIMENTO, Thiago C.; MENDONÇA, Andrea T. B. B.; CUNHA, Sieglinde K. da. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**. FGV, 2012, p. 630-651.

NASIRTOUSI, Naghmeh; BÄCKSTRAND, Karin. **International Climate Politics in the postParis era**. Stockholm University, Sweden. 2018. Disponível em: http://www.nordregio.org/wp-content/uploads/2018/10/International-Climate-Politics-in-the-post-Paris-era_Nasiritousi.pdf. Último acesso em: 14 de Mar. 2019.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: UNICAMP, 2005.

NIEZ, Alexandra. **Comparative study on rural electrification policies in emerging economies**: keys to successful policies. Information Paper. OECD/IEA, 2010.

NISE. **National Institute of Solar Energy**. NISE, Índia, 2020. Disponível em: <https://nise.res.in/about-us/about-nise/#page-content>. Último acesso em: 20 de mai. 2020.

NORONHA, Maria Lígia. A Índia e o contexto energético internacional. In: **Relações Internacionais**, 15, 2007, p. 047-057.

NOSSO FUTURO COMUM. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1991.

NOY, Chaim. Sampling Knowledge: The Hermeneutics of Snowball Sampling in Qualitative Research. **International Journal of Social Research Methodology**, 11(4), 2008, p. 327.

OECD.Stat. **Renewable Energy Feed in Tariffs.** Organization for Economic Co-operation and Development. 2020. Disponível em: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=86946#>. Último acesso em: 03 de Ago. 2020.

OMER, Abdeen Mustafa. Renewable Energy Technologies and Sustainable Development. In: **International Journal of Energy, Environment, and Economics.** Vol. 22, n. 4. Energy Research Institute (ERI), Nottingham, UK, 2014.

PALAGE, K.; LUNDMARK, R.; SÖDERHOLM, P. The innovation effects of renewable energy policies and their interaction: the case of solar photovoltaics. In: **Environmental Economics and Policy Studies**, 2019, 227-254.

PAMPLONA, João B.; PENHA, Ana C. Políticas de inovação em países em desenvolvimento. In: Anita Kon; Elizabeth Borelli. (Org.). **Economia Brasileira em Debate:** subsídios ao desenvolvimento. 1ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018, p. 223-234.

PANT, Girijesh. Energy Transition and the Global Energy Regime: Strategising India's Energy Relations. In: **India's Emerging Energy Relations: Issues and Challenges.** Girijesh Pant Editor. Springer India. 2015, p. 159-179.

PARAVANTIS, Jhon A.; KONTOULIS, Nikoletta. Energy Security and Renewable Energy: a geopolitical perspective. In: Renewable Energy – resources, challenges and applications, 2020, p. 1-28. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/344733640_Energy_Security_and_Renewable_Energy_A_Geopolitical_Perspective. Último acesso em: 10 de ago. 2021.

PASSOS, Rodrigo Duarte Fernandes dos; FUCCILLE, Alexandre. **Visões do Sul:** crise e transformações do sistema internacional. Rodrigo Duarte Fernandes dos Passos, Alexandre Fuccille (orgs). Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

PATHAK; Lakshmi; SHAH, kavita. Renewable energy resources, policies and gaps in BRICS countries and the global impact. In: **Frontiers Energy**, 13, 12, 2019, p. 1-16.

PEREIRA, Lígia Cintra. **Análise de políticas públicas de incentivo às fontes de energia renováveis através de um modelo econômico do mercado elétrico.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2017.

PEREIRA Jr, Amaro O.; PEREIRA, André S.; LA ROVERE, Emilio L.; BARATA, Martha M. de Lima; VILLAR, Sandra de C.; PIRES, Silvia H. Strategies to promote renewable energy in Brazil. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 15, 2011, p. 681–688.

PEREIRA, Narlon Xavier. **Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração Distribuída vs Geração Centralizada.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-

Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo: UNESP, 2019.

PEREZ, Carlota. **Technological Revolutions and Financial Capital**: the dynamics of bubbles and golden ages. Published by Edward Elgar Publishing Limited. Glensanda House Montpellier Parade Cheltenham Glos GL50 1UA UK, 2002.

_____. Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future. In: JACOBS, Michael; Mazzucato, Mariana (Eds). **Rethinking Capitalism**: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth. EUA: John Wiley & Sons, 2016, p. 191-217.

PERISSINOTTO, Renato. Comparação, história e interpretação. Por uma Ciência Política histórico-interpretativa. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 28, n. 83, 2013, p. 151-165.

PETERS, Guy. The comparative method and comparative policy analysis. In: **Handbook of research methods and applications in comparative policy analysis**. Guy Peters and Guillaume Fontaine (Edt.). USA: Edward Elgar Publishing the Lypiatts, 2020, p. 20-32.

PETERS, Guy; FONTAINE, Guillaume. **Handbook of research methods and applications in comparative policy analysis**. Guy Peters and Guillaume Fontaine (Edt.). USA: Edward Elgar Publishing the Lypiatts, 2020.

PIMENTEL, Fernando. **O fim da era do petróleo e a mudança do paradigma energético mundial**: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011.

PINSKY, Vanessa; KRUGLIANSKAS, Isak. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. In: **Estudos avançados**, 31 (90), 2017, p. 107-126.

PINHO, João T.; GALDINO, Marco A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Grupo de trabalho de Energia Solar (GTES). João Tavares Pinho e Marco Antônio Galdino (Org.). Rio de Janeiro: CEPEL – DTE – CRESCESB, 2014.

PINTO JR., Helder Q. ALMEIDA, Edmar F. de; BOMTEMPO, José V.; LOOTY, Mariana; BICALHO, Ronaldo G. **Economia da energia**: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. Helder Queiroz Pinto Junior (org.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PIOVANI, Juan I.; KRAWCZYK, Nora. Los estudios comparativos: algunas notas históricas, epistemológicas y metodológicas. **Educação & Realidade**, v. 42, n. 32, 2017, p. 821-840.

PLOSILA, W. H. State Science- and Technology-Based Economic Development Policy: History, Trends and Developments, and Future Directions. **Economic Development Quarterly**, 18(2), 2004, 113–126.

PLUTSHACK, Victoria A. **Rural electrification policy and Off grid solar**: sector engagement Strategies in India and beyond. Cambridge Centre for Environment, Energy and Natural Resource Governance Department of Land Economy. University of Cambridge, 2018.

PRONINSKA, K. **Energy and Security**: regional and global dimensions. SIPRI Yearbook, 2006.

PVTECH. **21 PV Manufacturers total annual cumulative R&D expenditure (US\$ Millions) 2007-2018**. 2019. Disponível em: <https://www.pv-tech.org/editors-blog/rd-spending-analysis-of-21-pv-manufacturers>. Último acesso em: 11 de ago. 2020.

QIANG, Zhi; HONGHANG, Sun; YANXI, Li; YURUI, Xu; JUN, Su. China's solar photovoltaic policy: An analysis based on policy instruments. In: **Applied Energy**, 129, 2014, p. 308–319.

QUITZOW, Rainer. Dynamics of a policy-driven market: The co-evolution of technological innovation systems for solar photovoltaics in China and Germany. In: **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 17, 2015, p. 126–148.

RAGIN, Charles C. **The comparative method**: moving beyond qualitative and quantitative strategies. Oakland: University of California Press, 2014.

RAIMO, Patrícia Abdala. **A disseminação dos sistemas fotovoltaicos e a qualificação profissional**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2018.

RAMALHO, Max S.; CÂMARA, Lorrane; PEREIRA, Guillermo I.; SILVA, Patrícia P.; DANTAS, Guilherme. Photovoltaic energy diffusion through net-metering and feed in tariff policies: learning from Germany, California, Japan and Brazil. In: **6th Latin American Energy Economics Meeting, New energy landscape**: impacts for Latin America. Rio de Janeiro, 2017.

RAMOS, Camila; RUIZ, Eduardo Tobias N. F.; BICALHO, Fábio Weikert; BARBOSA, Juliana Moraes; BARROS, Luísa Valentim; RABASSA, Marília Martins Múffalo. **Cadeia de valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. Brasília: SEBRAE, 2018.

RAINAS, Gautam; SINHA, Sunanda. Outlook on the Indian scenario of solar energy strategies: policies and challenges. In: **Energy Strategy Reviews** 24, 2019, p. 331–341. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.04.005>. Último acesso em: 04 de mai. 2020.

RAINERI, Gabriela Fanton. **Competitive advantage and the Brazilian photovoltaic industry.** Dissertação (mestrado profissional MPG) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2019.

RATTNER, Henrique. Algumas considerações sobre as concepções da gestão tecnológica do desenvolvimento econômico. **Revista de Administração Empresarial**, v.18(3), Rio de Janeiro, 1978, p. 9-15.

RBI. **Master Circulars:** priority sector lending – targets and classification. Masters Circulars. July, 01. 2014. Reserve Bank of India. India's Central Bank. Disponível em: https://www.rbi.org.in/Scripts/BS_ViewMasCirculardetails.aspx?id=9046. Último acesso em: 02 de Out. 2020.

_____. **Master Directions:** Priority Sector Lending (PSL) – targets and classification. Notifications. September, 04. 2020. Reserve Bank of India. India's Central Bank. Disponível em: https://www.rbi.org.in/scripts/NotificationUser.aspx?Mode=0&Id=11959#Renewable_Energy. Último acesso em: 02 de Out. 2020.

RE100 CLIMATE GROUP. **Green energy certificate (GECs) of China.** Technical Assessment Report. August 2020. Disponível em: https://www.there100.org/sites/re100/files/2020-10/Chinese%20GEC%20Paper_RE100_2020%20FINAL.pdf. Último acesso em: 28 de jul. 2021.

REBOLLAR, Paola B. M.; RODRIGUES, Paulo R. **Energias Renováveis:** energia solar. José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade Guerra e Youssef Ahmad Youssef (Orgs.). Consórcio de Universidades Européias e Latino-Americanas em Energias Renováveis: JELARE, 2011.

REI, Fernando; CUNHA, Kamyla. O Brasil e o Regime Internacional das Mudanças Climáticas. In: **O futuro do regime internacional das mudanças climáticas:** aspectos jurídicos e institucionais. Maria Luiza Machado Granziera, Fernando Rei (Org.). Santos: Editalivros Produções Editoriais, 2015, p. 17-37.

REN21. **Renewable Energy Global 2017 Status Report.** Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Paris: REN21, 2017. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2017_Full-Report_English.pdf. Último acesso em: 29 de abr. 2021.

_____. **The first decade 2004-2014.** Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Paris: REN21, 2018a. Disponível em: <https://www.ren21.net/the-first-decade-2004-2014/>. Último acesso em: 27 de abr. 2021.

- _____. **Renewable Energy Global 2018 Status Report.** Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Paris: REN21, 2018b. Disponível em: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf>. Último acesso em: 21 de Out. 2019.
- _____. **Renewable Energy Global 2019 Status Report.** Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Paris: REN21, 2019a. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Último acesso em: 29 de set. 2019.
- _____. **Renewable Energy: now!** Renewable Energy Policy Network for 21th Century. 2019b. Disponível em: <https://www.ren21.net/about-us/who-we-are/>. Último acesso em: 06 de dez. 2019.
- _____. **Renewables 2020 Global Status Report.** Renewable Energy Policy Network for 21th Century. Paris: REN21, 2020. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf. Último acesso em: 19 de out. 2020.
- REZENDE, Flávio da C. Razões emergentes para a validade dos estudos de casos na ciência política comparada. In: **Revista Brasileira de Ciência Política**, nº 6. Brasília, 2011, p. 297-337.
- RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação.** São Paulo: Nova Cultural LTDA, 1996.
- RIFKIN, Jeremy. **The third revolution. How lateral power is transforming energy, the economy and the world.** New York: Palgrave Macmillan, 2011 apud BARBOSA, Gabriela G. Recursos naturais renováveis e produção de energia. **Revista Política Hoje**, 1ª edição, vol. 23, 2014, p. 193-215. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicahoje/article/view/3760/3064>. Último acesso em 27 de dez. 2021.
- RIGO, P. D.; SILUK, Julio Cesar M.; LACERDA, Daniel P.; ROSA, Carmen B.; REDISKE, Graciele. Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil? In: **Journal of Cleaner Production**, 240, 2019, p. 1-15.
- RINGEL, Marc. Fostering the use of Renewable energies in the European Union: the race between feed in tariffs and green certificates. In: **Renewable Energy**, 31, 1, 2006, p. 1-17.
- ROHANKAR, Nishant; JAIN, A. K.; NANGIA, Om P.; Dwivedi. A study of existing solar power policy framework in India for viability of the solar projects perspective. In: **Renewable and sustainable energy reviews**, vol. 56, 2016, p. 510-518. Disponível em:

<https://ideas.repec.org/a/eee/rencus/v56y2016icp510-518.html>. Último acesso em: 04 de Ago. 2020.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**, 4th ed. New York: The Free Press, 1995.

ROUX, Andréanne; SHANKER, Anjali. **Net metering and PV self-consumption in emerging countries**. International Energy Agency (IEA) Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS). IEA-PVPS. 2018. Disponível em: http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/T9_NetMeteringAndPVDevelopmentInEmergingCountries_EN_Report.pdf. Último acesso em: 27 de set. 2019.

RYDGE, James; BASSI, Samuela. Global Cooperation and Understanding to Accelerate Climate Action. In: **The Global Development of Policy Regimes to Combat Climate Change**. The Tricontinental Series on Global Economic Issues, v. 4. World Scientific, 2014, p. 1-22.

SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. In: **Estudos Avançados**, 21 (59), 2007, p. 21-38. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a03v2159.pdf>. Último acesso em: 11 de nov. 2019.

SAHOO, S. K. Renewable and sustainable energy reviews solar photovoltaic energy progress in India: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 59, 2016, p. 927–939.

SAHU, Bikash Kumar. A study on global solar PV energy developments and policies with special focus on the top ten solar PV power producing countries. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 43, 2015, p. 621-634.

SAMPAIO, Priscila G. V.; GONZÁLES, Mario Orestes A. Photovoltaic solar energy: conceptual framework. In: **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 74, 2017, p. 590-601.

SANTOS, Gesmar Rosa dos. **Características da infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil**. Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil. Fernanda De Negri e Flávia de Holanda Schmidt Squeff (Orgs). Brasília: IPEA: FINEP: CNPq, 2016.

SANTOS, Ademir Paulino. **Energia Fotovoltaica**: aspectos técnicos e econômicos. Dissertação apresentada à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, associação ampla entre a Universidade Federal de São João del-Rei e o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2017.

SARANGI, Gopal K. Green Energy Finance in India: Challenges and Solutions. In: **Adbi Working Paper Series**, n. 863, Tokyo: Asian Development Bank Institute (Adbi), 2018.

SARTORI, Simoni; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M. S. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. In: **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 1, 2014, p. 1-22. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n1/v17n1a02.pdf>. Último acesso em: 10 de nov. 2019.

SASTRY, E. V. R. The photovoltaic programme in India: an overview. In: **Solar Energy Materials and Solar Cells**, 47 (1-4), 1997, p. 63-69. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927024897000251>. Último acesso em: 25 de set. 2020.

SAUAIA, Rodrigo L. ABSOLAR. **Energia solar fotovoltaica:** panorama, oportunidades e desafios. Seminário desafios da geração de energia elétrica no Brasil. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABASOLAR, 2017.

SAUAIA, Rodrigo L. KOLOSZUK, Ronaldo. **Energia solar:** a quem interessa frear seu avanço no Brasil?. 26/04/2021. Artigo publicado originalmente na Folha de São Paulo. São Paulo: ABSOLAR, 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/artigos/energia-solar-a-quem-interessa-frear-seu-avanco-no-brasil/>. Último acesso em: 07 de out. 2021.

SCHAEFFER, Roberto, LUCENA, André. F. P., COSTA, Isabella. V. L., VÁSQUEZ, Eveline., VIVIESCAS, Cyndi.; HUBACK, Vanessa. Climate Change and the Energy Sector in Brazil. In: **Climate Change Risks in Brazil**, 2018, p. 143–179.

SCHLÖR, Holger; FISCHER, Wolfgang; HAKE, Jürgen-Friedrich. The history of sustainable development and the impact of the energy system. **International Journal of Sustainable Society**, v. 4, n. 4, 2012, p. 317-335.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural LTDA, 1997.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas:** conceitos, esquemas de análises e casos práticos. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SECI. **Solar Energy Corporation of India Limited.** A government of India enterprise. 2020a. Disponível em: <https://seci.co.in/>. Último acesso em: 07 de Mar. 2020.

_____. **JNNSM Introduction.** 2020b. Disponível em: <https://www.secicoin/jnnsm/jnnsm-introduction>. Último acesso em: 06 de Mai. 2020.

SEHRING, Jenniver; KORHONEN-KURKI, Kaisa; BROCKHAUS, Maria. **Qualitative Comparative Analysis (QCA):** an application to compare national REDD+ policy processes. WorkingPaper, Center for International Forestry Research, 2013.

SERGI, Brian. **Energy innovation in China and the 863 Technology Program.** Innovation systems. 2011.

SGOURIDIS, Sgouris; CSALA, Denes. A Framework for Defining Sustainable Energy Transitions: principles, dynamics, and implications. In: **Sustainability**, 6, 2014, p. 2601-2622.

SHARMA, Ashok. **India's pursuit of energy security:** domestic measures, foreign policy and geopolitics. New Delhi: SAGE Publications, 2019.

SHIDORE, S.; BUSBY, J. W. One more try: the International Solar Alliance and India's search for geopolitical influence. **Energy Strategy Reviews**, 26, 2019, p. 1-6. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300781>. Último acesso em: 17 de mar. 2021.

SHUBBAK, Mahmood. The technological system of production and innovation: The case of photovoltaic technology in China. In: **Research Policy**, 48, 2019, p. 993-1015.

SILVA, Ricardo Muniz Muccillo da. **O Sistema Nacional de Inovação da China em transição:** a dinâmica de atuação do estado na indução das inovações nativas - *zizhu chuangxin*. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Rio Grande de Sul: UFRGS, 2017.

SILVA, Glauco P. da. **Desenho de pesquisa.** Márcia Miranda Soares e José Ângelo Machado. Brasília: Enap, 2018.

SILVA, Rutelly Marques. **Energia solar no Brasil:** dos incentivos aos desafios. Textos para discussão 166. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>. Último acesso em: 12 de fev. 2022.

SILVEIRA, Carlos E. Fernandez da. **Desenvolvimento tecnológico no Brasil:** autonomia e dependência num país industrializado periférico. Tese submetida ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2001.

SINGH, Renu; SRIVASTAVA, Monika. Regional Renewable Energy India: Bioethanol from Rice Straw. In: **Current Sustainable Renewable Energy Report** 3, 2016, p. 53-57.

SINKE, Wim C. Development of photovoltaic technologies for global impact. **Renewable energy**, v. 138, 2019, p. 911-914. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148119301740>. Último acesso em: 06 de abr. 2021.

SMIL, Vaclav. **Energy and civilization**: a history. Cambridge, MA: The MIT Press, 2017.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. São Paulo: Nova Cultural LTDA, 1996.

SOETE L.; ARUNDEL, A. An integrated approach to European Innovation and technology diffusion policy: a Maastricht memorandum. Commission of the European Communities, SPRINT Programme: Luxembourg, Luxembourg, 1993 *apud* MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. In: **Industrial and Corporate Change**, vol. 27, n. 5, 2018c, p. 805.

SOLANGI, K. H.; ISLAM, M. R.; SAIDUR, R.; RAHIM, N. A.; FAYAZ, H. A review on global solar energy policy. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 15(4), 2011, p. 2149–2163.

SOONEE, S. K.; ANGRAVAL, V. K.; GARG, Minaxi; VERMA, Shailendra Kr. Experience of solar renewable energy certificate (REC) market in India. **CBIP - Conference on Solar Power Development (Including Roof Top Solar Systems) and Issues for its Grid Connectivity**. New Delhi: Conference Paper, 2015, p. 1-9.

SOUZA, Luiz E. Vieira; CAVALCANTE, Alina Mikhailovna G. Towards a sociology of energy and globalization: Interconnectedness, capital, and knowledge in the Brazilian solar photovoltaic industry. In: **Energy Research & Social Science** 21, 2016, p. 145–154.

SOUZA, Maria Cristina Oliveira. **Mudanças climáticas e energia**: um estudo sobre contribuições brasileiras diante de um novo regime climático / Maria Cristina Oliveira Souza. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas: UNICAMP, 2017.

SOUZA, Celina. **Coordenação de políticas públicas**. Brasília: Enap, 2018.

SPETH, James Gustaves. The Global Environmental Agenda: origins and prospects. In: **Global Environmental Governance**: Options & Opportunities. Daniel C. Esty and Maria H. Ivanova. (Eds). Yale School of Forestry & Environmental Studies, 2002.

SPIC. President Xi Jinping Visits SPIC Solar Power Co.'s Xining Branch. State Power Investment Corporation - SPIC. 06/01/2017. 2017. Disponível em: http://eng.spic.com.cn/NewsCenter/PhotoNews/201612/t20161204_270367.htm. Último acesso em: 22 de mar. 2020.

SPRATT, Stephen; DONG, Wenjuan; KRISHNA, Chetan; SAGAR, Ambuj; YE; Qi. What drives wind and solar energy investment in India and China?. **Evidence Report**: policy anticipation, response and evaluation. no. 87. Institute Development Studies, 2014.

STREECK, Wolfgang. **How Capitalism Will End?** London: Verso. Introduction; Chapter 1, Chapter 9. 2016.

SUBTIL LACERDA, J.; BERGH, J. C. J. M. Van den. Diversity in solar photovoltaic energy: Implications for innovation and policy. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 54, 2016, p. 331–340.

SUMAN, Santosh K.; AHAMAD, Jameel. Solar Energy Potential and Future Energy of India: An Overview. In: **International Journal of Engineering Science and Computing**, Research article, v. 8, issue n. 5. IJESC, 2018, p. 17575-17579.

SUNDARAM, Senthilarasu; BENSON, David; MALLICK, Tapas Kumar. **Solar Photovoltaic Technology Production Potential Environmental Impacts and Implications.** USA/UK: Elsevier, 2016.

SUREK, T. Progress in U.S. photovoltaics: looking back 30 years and looking ahead 20. Golden (Co), NREL, 2004. Available at www.nrel.gov. Accessed Apr 2010 *apud* MIR-ARTIGUES, Pere; DEL RÍO, Pablo. **The Economics and Policy of Solar Photovoltaic Generation.** Springer International Publishing Switzerland, 2016.

SYMONS, Jonathan. Introduction: challenges to energy security in the era of climate change. In: **Energy Security in the Era of Climate Change: The Asia-Pacific Experience**. Luca Anceschi & Jonathan Symons (Edt.). UK: Palgrave Macmillan, 2012, p. 1-9.

TACHINARDI, Maria Helena. **A guerra das patentes:** o conflito Brasil e EUA sobre propriedade intelectual. São Paulo: Paz e Terra, 1993.

TARAI, R. K.; KALE, P. Solar PV policy framework of Indian States: Overview, pitfalls, challenges, and improvements. In: **Renewable Energy Focus**, 26, 2018, p. 46–57.

TAYLOR, Mark Zachary. **The politics of innovation:** why some countries are better than others at science and technology. New York: Oxford University Press, 2016.

TELES DA SILVA, Solange.; DUTRA, Carolina; GUIMARÃES, Lucas Noura de Moraes Rêgo. Solar Energy and the Dawn of ‘Solar Cities’ in Brazil. In: J. A. Fontoura Costa et al. (eds.), **Energy Law and Regulation in Brazil**, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, 2018, p. 183-210. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73456-9_9] último acesso em: 03 de dez. 2018.

TENÓRIO, Marge; MELLO, Guilherme A.; VIANA, Ana L. D’Ávila. Políticas de fomento à ciência, tecnologia e inovação em saúde no Brasil e o lugar da pesquisa clínica. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(5), 2017, p. 1441-1454.

TFE CONSULTING GMBH. **India Solar leap:** finance a mature Market. Indo-German Energy Forum (IGEF). Germany: TFE Consulting GMbh, 2017.

TIMILSINA, Govinda R.; KURDGEFLASHVILI, Lado; NABEL, Patrick A. Solar energy: Markets, economics and policies. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 16, 2012, p. 449-465.

TIMMONS, David; HARRIS, Jonathan M.; ROACH, Brian. **The economics of renewable energy.** Global Development and Environment Institute. Medford: Tufts University, 2014.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável:** Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). Rio de Janeiro: EPE 2016.

TOUR, Arnaud de la; GLACHANT, Matthieu; MÉNIÈRE, Yann. Innovation and international technology transfer: The case of the Chinese photovoltaic industry. In: **Energy Policy**, Elsevier, 2011, 39 (2), p. 761- 770. Disponível em: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00498578/document>. Último acesso em: 18 de out. 2019.

TU, Qiang; BETZ, Regina; MO, Jianlei; FAN, Ying. The profitability of onshore wind and solar PV power projects in China - A comparative study. In: **Energy Policy**, 132, 2019, p. 404–417.

UNFCCC. **Report of The Conference of The Parties on its First Session**, Held at Berlin from 28 March to 7 April 1995. Disponível em: [\[https://undocs.org/FCCC/CP/1995/7/Add.1\]](https://undocs.org/FCCC/CP/1995/7/Add.1) Último acesso em: 27 de nov. 2019.

_____. **Report of the conference of the parties on its second session**, held at Geneva from 8 to 19 July 1996. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/cop2/15.pdf>. Último acesso em: 27 de nov. 2019.

_____. **Report of the conference of the parties on its third session**, held at Kyoto from 1 to 11 december 1997. Disponível em: <https://undocs.org/FCCC/CP/1997/7/Add.1>. Último acesso em: 27 de nov. 2019.

_____. **Report of The Conference of the Parties on its Fourth Session**, Held at Buenos Aires from 2 To 14 November 1998. Addendum. Part Two: Action Taken by The Conference Of The Parties. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/cop4/16a01.htm>. Último acesso em: 27 de nov. 2019.

_____. **Report of the conference of the parties on its fifth session**, held at bonn from 25 october to 5 november 1999. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/cop5/06a01.htm>. Último acesso em: 27 de nov. 2019.

_____. **Report of the conference of the parties on the first part of its sixth session**, held at the hague from 13 to 25 november 2000. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/cop6/05a03v01.pdf>. Último acesso em: 28 de nov. 2019.

_____. **Report of The Conference of The Parties on its Seventh Session**, Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Disponível em: <https://undocs.org/en/FCCC/CP/2001/13/Add.1>. Último acesso em: 28 de nov. 2019.

_____. **Report of The Conference of The Parties on its Eighth Session**, Held at New Delhi from 23 October to 1 November 2002. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/COPMOP/decision_21_CP.8.pdf. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of The Conference of The Parties on its Ninth Session**, held at Milan from 1 to 12 December 2003. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/cop9/06a01.pdf>. Último acesso em: 28 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twelfth session**, held at Nairobi from 6 to 17 November 2006. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2006/cop12/eng/05a01.pdf>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session**, held in Bali from 3 to 15 December 2007 Disponível em: <https://undocs.org/FCCC/CP/2007/6/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its fourteenth session**, held in Poznan from 1 to 12 December 2008. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G09/605/03/PDF/G0960503.pdf?OpenElement>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session**, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010. Disponível em: <https://undocs.org/en/FCCC/CP/2010/7/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session**, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its eighteenth session**, held in Doha from 26 November to 8 December 2012. Disponível em: <https://undocs.org/FCCC/CP/2012/8/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session**, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013. Disponível em:
<https://undocs.org/FCCC/CP/2013/10/Add.1>. Último acesso em: 28 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twentieth session, held in Lima from 1 to 14 December 2014**. 2014. Disponível em:
<https://undocs.org/en/FCCC/CP/2014/10/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Acordo de Paris**. Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas. Nações Unidas. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>. Último acesso em: 14 de mar. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-second session**, held in Marrakech from 7 to 18 November 2016. Disponível em:
<https://undocs.org/FCCC/CP/2016/10/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-third session**, held in Bonn from 6 to 18 November 2017. Disponível em:
<https://undocs.org/en/FCCC/CP/2017/11/Add.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-fourth session**, held in Katowice from 2 to 15 December 2018. Disponível em:
<https://undocs.org/FCCC/CP/2018/10/ADD.1>. Último acesso em: 30 de nov. 2019.

_____. Conference of the Parties (COP). **United Nations Climate Change**. UNFCCC sites and platforms. 2019a. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>. Último acesso em: 13 de mar. 2019.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-fifth session, held in Madrid from 2 to 15 December 2019**. United Nations. 2019b. UNFCCC. Disponível em: <https://unfccc.int/event/cop-25#eq-26>. Último acesso em: 04 de nov. 2020.

_____. **Sustainable Development Goals**. 2019c. United Nations. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. Último acesso em: 12 de nov. 2019.

UNIDO.MOFCOM. Marking the 5th anniversary of UNIDO. UNIDO-China cooperation. United Nation Industrial Development Organization. The Ministry of Commerce, China. Austria: UNIDO-MOFCOM, 2016.

UNTERSTELL, Natalie. Como se governa a política nacional de mudança do clima no Brasil hoje?. Diagnóstico do desenho e da evolução dos arranjos de governança da PNMC. Instituto Clima e Sociedade (iCS) e Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC), 2017.

URBAN, Frauke; WANG, Yu; GEALL, Sam. The prospects, politics and practices of solar energy in China. In: **Journal of Environment and Development**, 27 (1). 2018, p. 74-98. Disponível em: <https://eprints.soas.ac.uk/24930/1/urban-prospects-politics-practices-solar-energy-innovation-china.pdf>. Último acesso em: 12 de Abr. 2020.

VALLÉRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, 2016, p. 1-5. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Último acesso em: 22 de set. 2019.

VELAYUDHAN, S. K. Dissemination of solar photovoltaics: a study on the government programme to promote solar lantern in India. **Energy Policy**, 31(14), 2003, 1509–1518.

VIEIRA, Pedro Américo. **Energia Solar Fotovoltaica: Análise da Trajetória Tecnológica e do Sistema Setorial de Inovação no Brasil**. Artigo apresentado à disciplina Monografia II como requisito parcial à conclusão do Curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná. 2016.

VOGLER, John. **Climate change in world politics**. Palgrave Macmillan, 2016.

WANG CG. Over view of land-use of solar cell in China. In: **Energy of China** 1983, p. 26–8. apud HUANG, Ping; NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; BI, Kexin. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 64, 2016, p. 777-789.

WANG, Chang-gui; WU, Da-cheng. The Golden-Sun program plays an undeniable role in kicking off China's PV market, Solar Energy (16), 2013, p. 18-26 apud WANG, Yong-hua; LUO, Guo-liang; KANG, Huang. Successes and Failures of China's Golden-Sun Program. In: **Advances in Engineering Research**, vol.129. 6th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development, 2017.

WANG, Mou; LIAN, Huishan; ZHOU, Yamin. Challenges and Reality: China's Dilemma on Durban Platform Negotiation. In: **The Global Development of Policy Regimes to Combat Climate Change**. The Tricontinental Series on Global Economic Issues, v. 4. World Scientific, 2014, p. 63-74.

WANG, Yong-hua; LUO, Guo-liang; KANG, Huang. Successes and Failures of China's Golden-Sun Program. In: **Advances in Engineering Research**, vol.129. 6th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development, 2017.

WEB OF SCIENCE. **Web of Science**. 101,811 results from Web of Science Core Collection for: "photovoltaic", refined publication years 2009-2019. Clarivate. Disponível em: <https://www.webofscience.ez15.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/summary/494a44e4-8fb7-4170-b4dc-2199f00d8c2b-02759cf0/relevance/1>. Último acesso em: 28 de jul. 2021.

WENDLER, Pedro G. **Políticas públicas de inovação comparadas: Brasil e China (1990-2010).** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Políticas Públicas. Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares, Brasília: UnB, 2013.

WORLD BANK DATA. **GDP per capita (current US\$). Brazil, China, Índia.** 2020a. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?end=2019&locations=BR-CN-IN&start=2009>. Último acesso em: 02 de nov. 2020.

_____. **Research and development expenditure (% of GDP). Brazil, China, Índia.** 2020b. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=BR-CN-IN>. Último acesso em: 27 de jan. 2021.

WU, Ching-Yan. Comparisons of technological innovation capabilities in the solar photovoltaic industries of Taiwan, China and Korea. In: **Scientometrics**, 98, (1), 2013, p. 429–446.

XAVIER, Gustavo M. **Análise de externalidades da geração fotovoltaica distribuída no Brasil.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV, 2015.

YE, Liang-Chenge; RODRIGUES, João F. D.; LIN, Hai Xiang. Analysis of feed-in tariff policies for solar photovoltaic in China 2011-2016. **Applied Energy**, 203, 2017, p. 496-505.

YELERY, Aravind. Entrevista realizada por correio eletrônico com o Pesquisador Membro Adjunto do Instituto de Estudos Chineses de Delhi. 15 de Ago. 2020.

YENNETI, K. The grid-connected solar energy in India: Structures and challenges. **Energy Strategy Reviews**, 11-12, 2016, p. 41–51.

YERGIN, Daniel. Ensuring Energy Security. **Foreign Affairs**, Council on Foreign Relations - CFR. vol. 85, n. 2, New York, 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YISHENG, Zheng; MINYING, Yang; ZHEN, Shao. **Rural energy policy in China.** Rural energy policy in China. Research Group of Energy Policy. Institute of Quantitative and Technical Economics. Chinese Academy of Social Sciences, 2002.

YU, Hyun Jin Julie. Public policies for the development of solar photovoltaic energy and the impacts on dynamics of technology systems and markets. **Economics and Finance**. PSL

Research University, 2016. Disponível em: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01370299/document>. Último acesso em: 10 Ago. 2020.

YU, Hyun J. J.; POPIELEK, Nathalie; GEOFFRON, Patrice. Solar photovoltaic energy policy and globalization: a multiperspective approach with case studies of Germany, Japan, and China. In: **Progress in Photovoltaics: Research and Applications** Prog. Photovolt: Res. Appl, 2014, s.n.

ZHAO, Yu-wen. Current development of China's PV industry and prospects, **Solar Energy** (18), 2012, p. 32-38 *apud* WANG, Yong-hua; LUO, Guo-liang; KANG, Huang. Successes and Failures of China's Golden-Sun Program. In: **Advances in Engineering Research**, vol. 129. 6th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development, 2017.

ZHANG, Hao. Prioritizing access of renewable energy to the Grid in China: regulatory mechanisms and challenges for implementation. In: **Chinese Journal of Environmental Law** 3, 2019, p. 167-202.

ZHANG, Sufang, ANDREWS-SPEED, Philip; ZHAO, Xiaoli. Political and Institutional Analysis of the Successes and Failures of China's Wind Power Policy. **Energy Policy Review**, 56, 2013, p. 331–340 *apud* Hochstetler, K.; Kostka, G. Wind and Solar Power in Brazil and China: Interests, State–Business Relations, and Policy Outcomes. In: **Global Environmental Politics**, 15(3), 2015, p. 74–94.

ZHANG, Sufang; HE, Youngxiu. Analysis on the development and policy of solar PV power in China. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 21, 2013, p. 393–401.

ZHAO Z. Y.; ZHANG, S. Y; HUBBARD, B.; YAO, X. The emergence of the solar photovoltaic power industry in China. **Renewable Sustainable Energy Review**, 2013, p. 229–236 *apud* HUANG, Ping; NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; BI, Kexin. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 64, 2016, p. 777-789.

ZOU, Caineng; ZHAO, Qun; ZHANG, Guosheng; XIONG, Bo. Energy revolution: from a fossil energy era to energy era. In: **Indústria de Gás Natural B**, 3 (1), 2016, p. 1–11. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854016300109>. Último acesso em: 26 de nov. 2019.

ZOU, Hongyang; DU, Huibin, REN, Jingzheng, SOVACOOL, Benjamin. K., ZHANG, Yongjie; MAO, Guozhu. Market dynamics, innovation, and transition in China's solar photovoltaic (PV) industry: A critical review. In: **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 69, 2017, p. 197–206. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116308176>. Último acesso em: 13 de jul. 2020.