



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DÉBORA RAQUEL FREITAS DA SILVA CHAVES

**20 ANOS DE SOL: A ESPACIALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CEARÁ - BRASIL**

FORTALEZA

2022

DÉBORA RAQUEL FREITAS DA SILVA CHAVES

20 ANOS DE SOL: A ESPACIALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA NO CEARÁ - BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora em Geografia. Área de concentração: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaro Gomes de Alencar.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C4382 Chaves, Débora Raquel Freitas da Silva.

20 anos de sol : a espacialização dos empreendimentos de energia solar fotovoltaica no Ceará - Brasil / Débora Raquel Freitas da Silva Chaves. – 2022.
189 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia , Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Amaro Gomes de Alencar.

1. Energia solar fotovoltaica. 2. Espaço cearense. 3. Geração centralizada. I. Título.

CDD 910

DÉBORA RAQUEL FREITAS DA SILVA CHAVES

20 ANOS DE SOL: A ESPACIALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA NO CEARÁ - BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora em Geografia. Área de concentração: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido.

Aprovada em 29/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Amaro Gomes de Alencar (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dr. Vlândia da Silva Souza
Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia (IFCE)

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Roberto da Silva Maia
Universidade Sete de Setembro (UNI7)

Prof. Dr. Raimundo Jucier Sousa de Assis
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

A Deus
Ao Heitor
À Olívia e Benjamin,

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu amigo Jesus, por sua graça e misericórdia que me ajudou em tudo, desde o meu primeiro respirar. Louvo ao Senhor Deus, que, além de ser o Todo-Poderoso, é também o meu Pai e me guardou durante esses anos de doutorado. Tudo é pra tua Glória, Senhor!

Ao meu amado esposo, Heitor Chaves, que mudou a minha vida. Obrigada por ser meu amor, meu melhor amigo, meu braço direito e esquerdo, meu fiel companheiro até nos trabalhos de campo, meu maior incentivador. Esse título também é seu. Você é o único que me deixa sem palavras, é um sonho realizado. Sua hombridade e seu caráter me encantam a cada dia. Te amo pra sempre.

A minha filha Olívia e ao meu filho Benjamin. Vocês foram meus maiores professores durante os anos do doutorado. Obrigada por me ensinarem lições que nenhum docente com pós-doutorado foi capaz de me ensinar. Digo-vos que irão muito mais além do que já fui. Obrigada por me tornarem mais forte, em todos os aspectos. Mamãe ama vocês eternamente.

Aos meus queridos pais, Franzé e Fátima, que, além de me ensinarem o caminho do bem, me educaram na curiosidade, instigando-me sempre a estudar e buscar conhecimento. Obrigada por terem ajudado desde sempre e, principalmente, na etapa final da pesquisa cuidando de tudo para que eu pudesse *fugir* para um lugar e escrever. Espero, a partir de quem sou e do caminho que tenho trilhado, ter dado orgulho a vocês.

Aos meus sogros, Aldeir e Elisabeth, por serem como pais para mim e também me ajudarem no processo da escrita, cuidando também dos meus filhos enquanto escrevia.

Aos meus pais espirituais, apóstolo José Pedro e pastora Elza Brito, pastor Franklin e pastora Shara. Vocês são a comprovação de que ainda existem, verdadeiramente, homens e mulheres de Deus nessa Terra e que podemos contar com eles. Obrigada por cada palavra de benção, incentivo, oração e conselho. Sei que Deus usou cada palavra para me fortalecer e chegar até aqui. E que o Reino dEle cresça, inclusive, através dessa tese.

Ao meu querido orientador, professor Amaro, que a meu ver, é uma das pessoas mais humanas que conheço na Universidade Federal do Ceará. Um verdadeiro mestre que tem uma naturalidade em ajudar. Seu bom humor e experiência tornaram esses anos do doutorado algo mais leve. Muito obrigada por toda compreensão, torcida, conselhos e livros emprestados (risos). O meu muito obrigada pelo seu educar.

A banca examinadora, professora Vlândia, professor Raphael, professor Carlos Alberto e professor Jucier. Muito obrigada pela paciência e, sobretudo, compreensão em ler este trabalho. Suas contribuições são muito importantes e todos vocês, são referências acadêmicas para mim. Cada um fora escolhido para participar desse momento com muito carinho e admiração.

Aos meus amados irmãos da família Trigo Church, principalmente da Trigo Church Boa Viagem! Amo vocês.

Aos meus colegas de doutorado e orientandos do professor Amaro, sobretudo a Bruna Xavier, por compartilhar comigo as angústias da escrita. Conseguimos! Que vitória!!

Ao Narcélio de Sá pelo trabalho técnico com os mapas da pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram nesta pesquisa. Sei que o autor nunca escreve só. A vocês, o meu agradecimento final.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

O Senhor Deus é sol e escudo; o Senhor concede favor e honra; não recusa nenhum bem aos que vivem com integridade. Salmos 84.11

RESUMO

A radiação solar é a condição essencial para o desenvolvimento da vida na biosfera. Sem radiação solar não há vida. Por outro lado, esta mesma radiação, no contexto do espaço geográfico cearense, tem marcado as sociedades com caminhos de seca, fome e escassez. Fato é que, os raios solares são fundamentais para tornar possível as multiformes fontes de energia no planeta. Diante da sociedade que tem a energia como elemento essencial sua organização socioeconômica, a energia solar fotovoltaica surge como uma nova alternativa para espaço cearense. Assim, o objetivo geral da pesquisa foi investigar a produção do espaço cearense a partir da geração de energia por fonte solar fotovoltaica. Os objetivos específicos da pesquisa foram Analisar a expansão e o desenvolvimento da produção de energia solar fotovoltaica no Brasil e Ceará, distinguindo a produção nas centrais geradoras e geração distribuída e identificando os principais agentes produtores do espaço; discutir as políticas públicas que vem sendo implementadas pelo Estado para estruturação da energia solar fotovoltaica (FV) no Ceará; analisar os marcos legais da desburocratização/flexibilização dos processos de licenciamento ambiental para empreendimentos de energia solar fotovoltaico; e reconhecer como a energia solar fotovoltaica tem se (re)produzido no Ceará evidenciando os desafios e superações. Para tanto, foi traçado um caminho de investigação que, a medida que as leituras eram feitas e os trabalhos de campo efetivados, a relação prática *versus* teoria iam se aprimorando. O trabalho contou com levantamento bibliográfico e documental, além de trabalhos de campo nas centrais geradoras de energia solar FV. Constatou-se que o problema real do semiárido de “excesso de sol”, climatologicamente falando, é passível de tornar-se uma grande solução, isto é, o sol pode se configurar como um vetor de desenvolvimento e produção do espaço cearense. Faz-se necessário incentivos do próprio Estado à geração distribuída e regulação legal diminuição das tarifas e impostos para o consumidor final no tocante à geração centralizada.

Palavras-chaves: energia solar fotovoltaica; espaço cearense; geração centralizada.

ABSTRACT

Solar radiation is the essential condition for the development of life in the biosphere. Without solar radiation there is no life. On the other hand, this same radiation, in the context of Ceará's geographic space, has marked societies with paths of drought, hunger and scarcity. The fact is that the sun's rays are fundamental to make possible the multiform sources of energy on the planet. Faced with the society that has energy as an essential element in its socioeconomic organization, photovoltaic solar energy appears as a new alternative for Ceará space. Thus, the general objective of the research was to investigate the production of Ceará space from the generation of energy by photovoltaic solar source. The specific objectives of the research were to analyze the expansion and development of photovoltaic solar energy production in Brazil and Ceará, distinguishing production in generating plants and distributed generation and identifying the main producing agents in the space; discuss the public policies that have been implemented by the State for structuring photovoltaic solar energy in Ceará; analyze the legal frameworks for reducing bureaucracy/flexibilization of environmental licensing processes for photovoltaic solar energy projects; and recognize how photovoltaic solar energy has been (re)produced in Ceará, highlighting the challenges and overcoming. To this end, a path of investigation was traced that, as the readings were made and the fieldwork carried out, the practice versus theory relationship improved. The work included a bibliographic and documentary survey, as well as fieldwork in solar PV power plants. It was found that the real problem of the "excess sun" in the semiarid region is likely to become a great solution, that is, the sun can be configured as a vector of development and production of Ceará space. It is necessary to encourage the State itself to distributed generation and legal regulation to reduce tariffs and taxes for the final consumer with regard to centralized generation.

Keywords: photovoltaic solar energy; Ceará space; centralized generation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa da Irradiação Horizontal Global.....	38
Figura 2 -	Etapas do aproveitamento da energia solar.....	46
Figura 3 -	Vista dos Painéis Fotovoltaicos da Industria Santelisa Embalagens	47
Figura 4 -	Célula Fotovoltaica em série	47
Figura 5 -	Inversor de célula fotovoltaica.....	47
Figura 6 -	Ilustração esquemática do funcionamento de um coletor solar	97
Figura 7 -	Registro de Casa do Residencial Monsenhor Montenegro, Crato/ CE com coletor solar	98
Figura 8 -	Registro de Casa do Residencial Monsenhor Montenegro, Crato/ CE com coletor solar	98
Figura 9 -	Sistema fotovoltaico flutuante de bombeamento de água.....	100
Figura 10 -	Cadeia Produtiva da Energia FV.....	108
Figura 11 -	Espacialização das empresas que fazem parte da Cadeia Produtiva de Geração de Energia Solar Fotovoltaica	113
Figura 12 -	Placas de Licenciamento Ambiental da Central Geradora Apodi Solar, localizada na CE 356.....	161
Figura 13 -	Subestação de responsabilidade da Scatec Solar	163
Figura 14 -	Rolamento da placa solar fotovoltaica com objetivo de aproveitamento completo da radiação solar	164
Figura 15 -	Rolamento da placa solar fotovoltaica com objetivo de aproveitamento completo da radiação solar	164
Figura 16 -	Área de destinação provisória das rochas encontradas durante a instalação	166

Figura 17 - Registro da UFV emitido pela ANEEL	169
Figura 18 - Projeto da UFV de Tauá	171
Figura 19 - Usina Fotovoltaica de Tauá instalada	171
Figura 20 - Diálogo entre os moradores da comunidade do Perímetro Irrigado Várzea do Boi com os representantes da empresa MPX	172
Figura 21 - Pastoreio nas margens da UFV Tauá	173

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Evolução do custo dos painéis fotovoltaicos em comparação com outras fontes de energia	43
Gráfico 2 -	Capacidade instalada das energias renováveis no mundo em 2021.....	50
Gráfico 3 -	Top 10 Mercados Solar Fotovoltaicos (2020 – 2021).....	55
Gráfico 4 -	Comparação internacional da participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE), Brasil, Mundo e OCDE	60
Gráfico 5 -	Evolução do Preço em Reais (R\$) da Fonte Solar Fotovoltaica em Mercado Regulado Fotovoltaica	69
Gráfico 6 -	Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil	77
Gráfico 7 -	Ranking mundial dos países geradores de energia solar fotovoltaica – 2021 / Potência Acumulada em Gigawatts (geração centralizada e geração distribuída	78
Gráfico 8 -	Matriz Energética Mundial em 2018	82
Gráfico 9 -	Matriz Energética do Brasil em 2018.....	83
Gráfico 10 -	Oferta Interna De Energia Elétrica Por Fonte (2020).....	84
Gráfico 11 -	Participação setorial no consumo de eletricidade	85
Gráfico 12 -	Número de comunidades com projetos de sistemas solar fotovoltaicos no Brasil em 2000.....	101
Gráfico 13 -	Ranking Nordestino em relação a potência em megawatts. (Geração Centralizada)	134
Gráfico 14 -	Potência Solar FV instalada em megawatts (Geração Distribuída)	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Investimento Anual e Adições de Capacidade e Produção de Fontes de Energias Renováveis em 2020.....	51
Tabela 2 -	Empresas e Origem dos módulos fotovoltaicos no mundo.....	51
Tabela 3 -	10 maiores produtores de energia solar fotovoltaica no mundo, porcentagem mundial e capacidade instalada.....	54
Tabela 3 -	Diferença entre Ambiente de Contratação Regulado e Ambiente de Contratação Livre.	64
Tabela 4 -	Resumo dos Cadastros para o leilão A-4/2019.	71
Tabela 5 -	Definições de Geração Distribuída.	76
Tabela 6 -	Comparativo de Potência Instalada na Geração Centralizada e na Geração Distribuída.....	101
Tabela 8 -	Custos e Componentes de um Sistema Fotovoltaico	107
Tabela 9 -	Localidades contempladas pelo projeto Luz do Sol, pioneiro em sistemas fotovoltaicos no Ceará.”.....	141
Tabela 10 -	Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará em Operação - 2020.....	142
Tabela 11 -	Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará em Construção - 2020.....	145

Tabela 12 - Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará com a Construção Não Iniciada - 2020.....	147
Tabela 13 - Área imobilizada por produção de eletricidade em diferentes recursos energéticos.	159
Tabela 14 - Perímetros Federais de Irrigação no Ceará.....	175

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Esquema Resumido dos Tipos de Recursos Energéticos na Atualidade e suas classificações	62
Quadro 2 - Tipos de Leilões Reversos no Brasil	68
Quadro 3 - Unidades Solar Fotovoltaicas em Operação no Brasil (2022).....	105

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Mapa da Localização das Centrais Fotovoltaicas estudadas.....	24
Mapa 2 -	Mapa da Radiação Solar do Brasil.....	96
Mapa 3 -	Mapa da Radiação Solar Anual do Ceará.....	132
Mapa 4 -	Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Operação no Ceará (2017 – 2020).....	144
Mapa 5 -	Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Instalação no Ceará (2017 – 2020).....	148
Mapa 6 -	Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Outorgados no Ceará (2017 – 2020).....	152
Mapa 7 -	Mapa geral das Centrais Geradoras FV no Ceará.....	153
Mapa 8 -	Mapa de Localização da Usina FV Apodi e comunidade vizinha.....	165
Mapa 9 -	Mapa de Localização da Usina FV Tauá e Comunidade Várzea do Boi.....	170

LISTA DE ABREVIATURAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ADECE	Agência de Desenvolvimento do Ceará
BEN21	Balanco Energético Nacional 2021
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBGD	Congresso Brasileiro de Geração Distribuída
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEF	Caixa Econômica Federal
CHESF	Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco –
CNDs	Contribuições Nacionalmente Determinadas
COEMA/CE	Conselho Estadual do Meio Ambiente no Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CS Renováveis	Câmara Setorial das Energias Renováveis
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ELETRORAS	Centrais Elétricas Brasileiras SA
EPE	Empresa de Pesquisa Energética

FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FV	Fotovoltaica
GMO	Global Market Outlook
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRENA	International Renewable Energy Agency
LER	Leilão de Energia de Reserva
MME	Ministério de Minas e Energia
OIE	Oferta Interna de Energia
ONGs	Organizações Não-Governamentais
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
OPEP	Organização dos Países Produtores de Petróleo
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PCH	Pequenas centrais hidrelétricas
PRODEEM Municípios	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SALTE	Saúde, Alimentação, Transporte e Energia
SIN	Sistema Integrado Nacional
SINDENERGIA	Sindicado das Energias
SPE	Sociedade de Propósito Específico
UECE	Universidade Federal do Ceará.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	DIÁLOGOS ENTRE O SOL E O HOMEM: Histórico da Energia Solar no Mundo	25
2.1	Energia, Espaço e Técnica: conceitos fundamentais	26
2.2	Produção do espaço geográfico a partir das técnicas de aproveitamento de energia solar	35
2.2.1	Breve histórico da energia solar fotovoltaica no Espaço Mundial	39
2.3	Energia Solar Fotovoltaica no Século XXI	48
3	O USO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL.....	56
3.1	Recursos Energéticos Renováveis E Não Renováveis.....	58
3.2	Ambientes de Geração de Energia Elétrica no Brasil	63
3.2.1	Ambiente de Contratação Regulado e as Centrais Geradoras	65
3.2.2	Ambiente de Contratação Livre e a Geração Distribuída	72
3.3	Panorama Energético e Elétrico do Brasil (2017 – 2020)	81
3.4	De vilão à mocinho: desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil entre 1990 - 2020.....	93
3.4.1	Cadeia Produtiva da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.....	106
4	A POLÍTICA ENERGÉTICA NO BRASIL - Os passos de um Estado Empreendedor.....	114
4.1	A trajetória do Brasil em busca da luz	114
4.2	Gestão da energia pelas empresas estatais, crise do petróleo e transição para a era das privatizações das empresas energéticas.....	123
5	DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESPAÇO CEARENSE	127

5.1	Espaços produzidos pelo sol: empreendimentos fotovoltaicos no espaço cearense nos últimos 20 anos.....	133
5.2	Ações do Estado Empreendedor no Ceará e o Problema do Licenciamento Ambiental.....	153
5.3	Centrais geradoras nos sertões do Ceará: foco para Tauá e Quixeré.....	159
5.3.1	Central Geradora Apodi Solar	160
5.3.2	Usina Solar de Tauá	168
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	177
	REFERENCIAS	180
	APENDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	191

1 INTRODUÇÃO

“Recordando a labuta do dia, o que o dominava agora era uma infinita preguiça da vida, da eterna luta com o sol, com a fome, com a natureza”

Rachel de Queiroz, em *O quinze*

Peço licença aos leitores para que, ao menos na introdução desta pesquisa, possa eu escrever em primeira pessoa do singular. Toda a pesquisa está escrita em terceira pessoa do singular ou do plural, contudo, acredito que a introdução, como um primeiro contato entre o pesquisador e o leitor, veste melhor o formato menos acadêmico, mais pessoal. Dito isso e vencidas as formalidades da metodologia, passo a escrever a introdução desta pesquisa.

Parece que foi ontem que ouvia meu pai dizendo: “Vamos economizar energia”. Na verdade, esta é a frase que ouvi a maior parte da minha vida que morei com meus pais. Lembro-me da época do assustador *acionamento de energia* que nos obrigava a diminuir nosso consumo, pois o risco iminente do *apagão* e de pagar multas altíssimas por extrapolar o limite atribuído pelo Estado, fizeram parte do nosso cotidiano.

Quem diria que algumas décadas depois, a preocupação do meu pai de não vivenciar o apagão estaria longe de acontecer? Claro que, o medo do valor da conta de energia ainda o ronda mensalmente, na realidade, esse medo faz parte da maior parte dos brasileiros e brasileiras. A conta de energia é uma das responsabilidades que mais pesa no orçamento do cidadão brasileiro.

Durante minha trajetória na aventura de estudar e entender a Geografia, sempre me interessei pela temática da geopolítica energética. Este interesse se materializou durante os dois anos do mestrado em que tive a oportunidade de pesquisar sobre a expansão da energia eólica na zona costeira cearense e, igualmente, os conflitos territoriais e socioambientais advindos desta.

O assunto me intrigou ao ponto de me fazer, alguns anos depois, ingressar novamente na pós-graduação, agora cursando Doutorado e, assim, continuar a análise do ponto de vista da energia solar fotovoltaica.

Durante as conversas de orientação e disciplinas obrigatórias, me vi compelida a me *divorciar* da minha pesquisa de mestrado, a fim de ter um novo

objeto de análise e uma perspectiva inovadora sobre o tema em que me debruçaria no doutorado.

Como disse anteriormente, a geopolítica energética sempre me cativou e, por isso, optei por continuar estudando sobre esta, agora, sobre a ótica de análise de uma nova fonte – a solar fotovoltaica. Parecia óbvio estudar sobre a energia solar fotovoltaica no Nordeste Brasileiro, em especial no Ceará, uma vez que, a abundância da radiação solar nesta região chega é um dos fatores que castigam o homem do campo em seus cultivos e culturas.

Uma vez abraçado o novo objeto de estudo, passei a observar a pouca produção científica na Geografia sobre a relação entre o sol e a geração de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica bem como essa nova técnica tem produzido o espaço geográfico cearense através de centrais geradoras e geração distribuída (micro e minigeração de energia). Apesar de termos vários estudos na área da engenharia elétrica, na ciência geográfica, contudo, são pouquíssimos. Por todas estas razões, esta pesquisa se justificou.

A temática da geração de energia alternativa e limpa, seja ela eólica ou solar fotovoltaica no Ceará, é um assunto promissor, que tem mudado e se atualizado numa velocidade vertiginosa, muitas vezes até difícil de acompanhar.

Após o Acordo de Paris em 2015¹, percebemos um verdadeiro esforço do Estado Brasileiro em fomentar tais energias, com o discurso de reduzir emissões de carbono e mudar a matriz energética.

Um outro aspecto que esta temática traz consigo vem sob uma perspectiva elitista, quase que como uma vanguarda. Para se inserir no mercado, tanto as grandes empresas que ganham leilões para implantar centrais geradoras como o micro e minigerador, o investimento é relativamente alto. Para tanto, o Estado, sobretudo no Ceará, tem retirado empecilhos para então, facilitar a chegada dessa técnica no espaço geográfico cearense. Polêmicas sobre a simplificação dos processos de licenciamentos ambientais para projetos voltados a produção de energia eólica ou solar, por exemplo, são assuntos que geraram durante a pesquisa, algumas tensões e opiniões opostas.

Falando especificamente da energia que advém do sol, como cita a aclamada escritora cearense Raquel de Queiroz em *O quinze*, o homem do campo

¹ Trataremos deste assunto com maior detalhe no capítulo 5 desta pesquisa.

sempre teve como companheiro de luta, o sol. Vejo aí que, a luta nunca foi contra o sol, uma vez que, é através dele que a vida se torna possível em suas multifacetadas.

A luta da vida, como sabiamente apontou a autora, nem é contra nem a favor do sol, e sim, com ele. Saber conviver com o sol, tirando dele proveito de diversas maneiras na natureza, pode trazer ao homem camponês, mudanças no cotidiano de maneira representativa.

A radiação solar é a condição essencial para o desenvolvimento da vida na biosfera e, também, das multiformes fontes de energia no planeta – vento, água, entre outros.

Com efeito, esta energia é essencial para a organização social e econômica das sociedades. Ela ocupa um papel de destaque e pode ser definida “como a capacidade de produzir trabalho. Este, por sua vez, é definido como o produto de uma força pelo deslocamento que ela provoca na direção em que é exercida” (NOVA, 1985, p.33).

Apoiando-se nas justificativas mencionadas seguiu alguns questionamentos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa, tais como: i) a chegada das centrais geradoras de energia solar fotovoltaicas e, até mesmo, as iniciativas de geração distribuída no espaço rural cearense podem ser consideradas como uma tecnificação do espaço? ii) Como o espaço tem sido produzido a partir da energia solar fotovoltaica? iii) Quais são e quem são os principais agentes produtores do espaço a partir dessa técnica? iv) Qual a razão da localização dos empreendimentos solar fotovoltaicos até então instalados e/ou em instalação? Trata-se de terras improdutivas ou a escolha das mesmas é devido ao índice de insolação?

Todos estes questionamentos foram sintetizados na pergunta norteadora central da tese: Como o espaço geográfico cearense tem sido produzido a partir da geração de energia solar fotovoltaica?

Uma vez bem desenhada a pergunta norteadora da pesquisa, elaborar o objetivo geral e os específicos da pesquisa tornam-se consequência natural desse processo de perguntar. Assim, o objetivo geral da pesquisa foi investigar a produção do espaço cearense a partir da geração de energia por fonte solar fotovoltaica.

De igual modo, foram traçados alguns objetivos específicos que ajudaram no processo investigativo e na compreensão do objeto de estudo, tais como: a)

Analisar a expansão e o desenvolvimento da produção de energia solar fotovoltaica no Brasil e Ceará, distinguindo a produção nas centrais geradoras e geração distribuída e identificando os principais agentes produtores do espaço; b) Discutir as políticas públicas que vem sendo implementadas pelo Estado para estruturação da energia solar fotovoltaica no Ceará; c) Analisar os marcos legais da desburocratização/flexibilização dos processos de licenciamento ambiental para empreendimentos de energia solar fotovoltaico; d) Reconhecer como a energia solar fotovoltaica tem se (re)produzido no Ceará evidenciando os desafios e superações.

Por conseguinte, entendo que a pesquisa objetiva “apreender objetos e relações como um todo, [...] isto é, da natureza e da comunidade humana” (SANTOS, 1996). Esta noção de totalidade leva consigo o incentivo de trazer uma compreensão tanto da geopolítica energética como os aspectos gerais que produzem o espaço geográfico cearense continental a partir da geração de energia por fonte solar fotovoltaica.

No caminho da investigação, algumas hipóteses também foram testadas sobretudo as seguintes: No caminho da investigação algumas hipóteses foram testadas: 1) a produção de energia solar promoveu uma reestruturação do espaço cearense; 2) o Estado tem se empenhado em simplificar os processos de licenciamento ambiental para desenvolver maior celeridade, uma vez que o licenciamento tem se configurado como um “problema burocrático” no desenvolvimento dos projetos; 3) A geração distribuída do setor solar fotovoltaico tem se tornado o meio mais viável de participação de pequenos grupos (incluindo comunidades tradicionais) no acesso e desenvolvimento da energia elétrica do que a geração centralizada; 4) Diferentemente do desenvolvimento das outras energias renováveis no Ceará, a energia solar fotovoltaica tem maior vocação para a geração distribuída do que para as centrais geradoras.

A fim de testar estas hipóteses e alcançar os objetivos tratados, foi traçado um caminho de investigação que, a medida que as leituras eram feitas e os trabalhos de campo efetivados, a relação prática *versus* teoria iam se aprimorando.

A pesquisa contou com um momento descritivo e analítico onde foram colocadas em evidência às formas e dinâmicas históricas. Dessa maneira, ela teve um caráter exploratório e qualitativo, que contou com algumas etapas importantes.

Ao longo dos anos de pesquisa do doutoramento, a primeira fase que consistiu no levantamento de fontes bibliográficas e documentais; foi elaborado uma pesquisa cotidiana nos principais jornais de ambos Estados, a fim de reunir as principais notícias vinculadas à temática e objeto de estudo. O observatório da energia da Federação das Indústrias do Estado do Ceará foi de suma importância para esta etapa visto que, diariamente, os responsáveis alimentavam o grupo com notícias atuais sobre energia solar fotovoltaica, energia e geração distribuída.

Na segunda fase, que fora concomitante a primeira, realizou-se o planejamento e a efetivação dos trabalhos de campo. A fim de compreender a dinâmica e lógica da produção de energia por fonte solar fotovoltaica, inicialmente, escolhemos realizar trabalho de campo em municípios que possuem centrais geradoras em operação, em instalação e outorgados, a saber, Tauá, Aquiraz e Quixeré (ver mapa 01).

No mapa 01, verifica-se a localização das três usinas FV de geração centralizada em operação na época da pesquisa de doutoramento.

Contudo, devido a pandemia do novo coronavírus (SARS-COV-2) e as políticas de distanciamento social, fui impedida de realizar o trabalho de campo na central geradora de Aquiraz bem como algumas entrevistas. A partir da sugestão de meu orientador, optei por encerrar os trabalhos de campo e me dedicar a análise documental, revisão de literatura e outras pesquisas em casa.

Nos trabalhos de campo realizados foram feitos a observação sistemática, aplicação de entrevistas semiestruturadas com representantes das empresas e das comunidades vizinhas a elas.

Além disso, esta fase da pesquisa também contou com a análise de documentos legais e idas a eventos (presencial e online) da área. Diante disso, o sumário conta com o primeiro capítulo, isto é, esta introdução. O segundo capítulo desta pesquisa, intitulado *Diálogos entre o sol e o homem: Histórico da Energia Solar no Mundo* traça a trajetória do homem com o Sol e o desenvolvimento da tecnologia solar fotovoltaica no mundo.

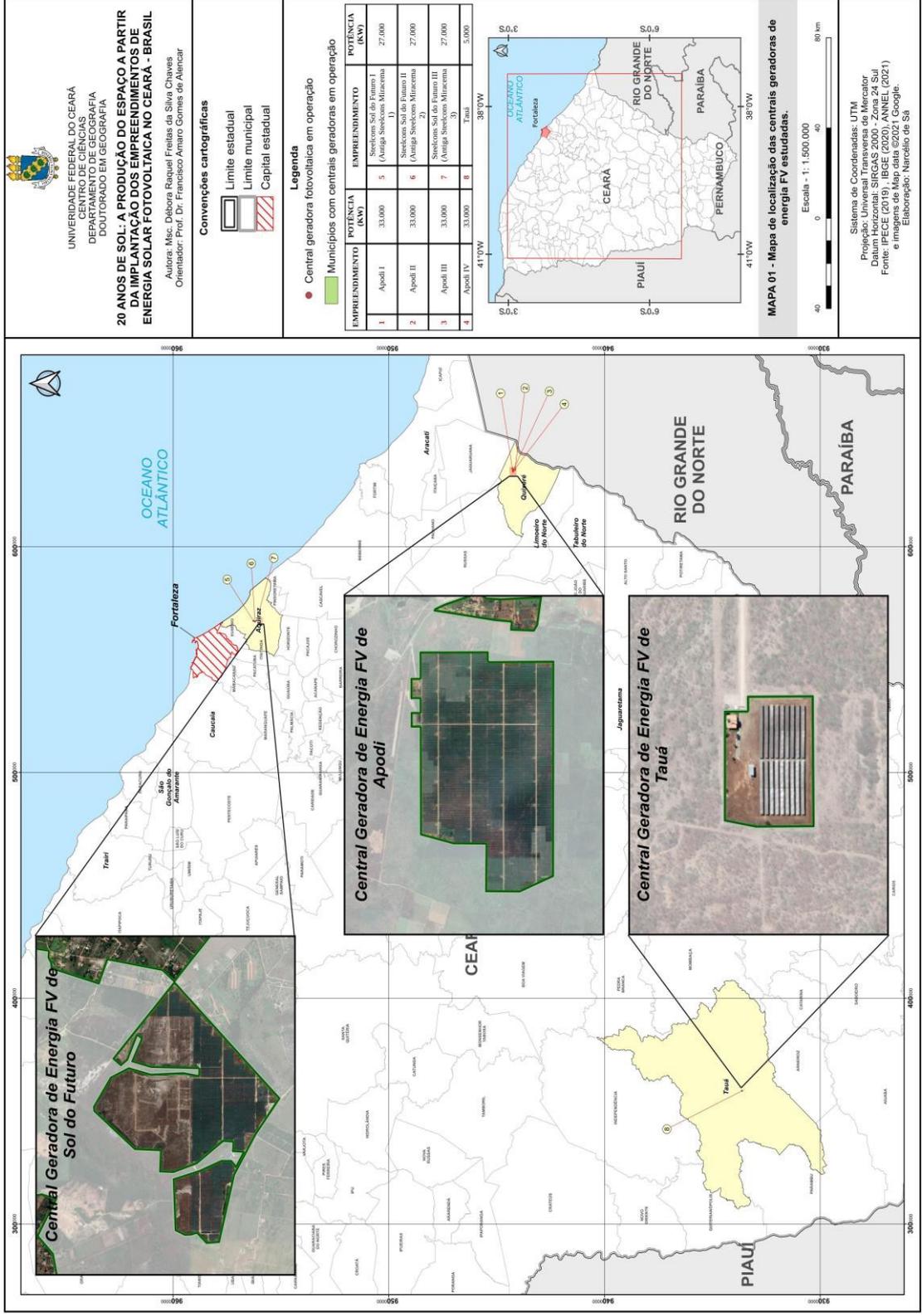
O terceiro capítulo, *O Uso da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil*, debruça-se em compreender a definição de recursos renováveis, o panorama da matriz energética brasileira na atualidade bem como as diversas fontes que hoje são utilizadas. Neste capítulo a pesquisa passa a se dedicar sobre a conceituação das

fontes de energia bem como o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil ao longo dos últimos 20 anos.

O quarto capítulo, *A Política Energética no Brasil - Os passos de um Estado Empreendedor*, discute um pouco sobre a trajetória do Estado Brasileiro em busca de energia, passando pelas fases das companhias estrangeiras, estatização e a privatização.

Por conseguinte, no quarto capítulo, acrescento ao trabalho uma análise de *Desenvolvimento da Energia Solar fotovoltaica no Espaço Cearense*. É neste capítulo que melhor é realizado uma análise dos estudos de caso e trabalhos de campo realizado durante a pesquisa, trazendo sempre à discussão a análise geográfica que aborda os aspectos críticos da lógica capitalista. Por fim, o último capítulo se baseia em trazer as considerações finais do texto.

Mapa 01 - Mapa da Localização das Centrais Fotovoltaicas estudadas.



2. DIÁLOGOS ENTRE O SOL E O HOMEM: Histórico da Energia Solar no Mundo

“Era o homem, até fins do século XVIII, a máquina mais eficiente para a conversão da energia”. *Catullo Branco*

Nas suas multiformes maneiras de se materializar no espaço geográfico, a energia é indispensável para a manutenção da vida. As sociedades, ao longo dos séculos, foram evoluindo por e a partir das fontes de energia e descobrindo suas formas alternativas com a finalidade de adaptar o meio ambiente à suas necessidades.

Ousamos em dizer que tudo na sociedade atual gira em torno da energia. Torna-se evidentemente esta afirmação quando se sente no cotidiano uma alteração da rotina ocasionada pela falta de energia. Percebemos a dependência e a importância da energia quando temos falta dela, seja quando vemos um evento cancelado por falta de energia elétrica², quando o preço de um combustível gera uma paralização de caminhoneiros³ e por conseguinte, um desabastecimento nas cidades, ou, simplesmente num dia atípico em que ocorre um apagão.

A energia, para além da energia elétrica, representa um insumo vital que pode corresponder em até um terço do custo dos produtos (CGE, 2010). Kleinbach e Hinrichs (2003) escrevem que, o consumo de energia está ligado a quatro principais setores, em ordem decrescente de intensidade de consumo: industrial, de transportes, comercial e, finalmente, residencial.

Nesta secção, trataremos de alguns conceitos – chaves importantes para a pesquisa, que nos fazem compreender de uma maneira mais completa as marcas que a energia solar fotovoltaica tem deixado no espaço cearense. Conceitos como energia, espaço e técnicas tornam-se fundamentais para o entendimento do objeto de estudo.

² Durante a realização da pesquisa, passamos por um episódio de apagão em toda região Norte e Nordeste do Brasil, em 21 de março de 2018. O apagão atingiu todas as regiões do Brasil, sendo mais sentindo e permanecendo por mais horas nas cidades do nordeste e do norte brasileiro. (ONS, 2018)

³ Lembramos aqui da Greve dos Caminhoneiros no Brasil, realizada de 21 de maio a 1 de junho de 2018. A paralização teve extensão em todo o território nacional e seus efeitos repercutiram em todo o país. Trabalharemos melhor este fato no capítulo 3 desta pesquisa.

2.1 Energia, Espaço e Técnica: conceitos fundamentais

Uma verdade irrefutável é a energia, de um modo geral, transformou a sociedade moderna, aumentou o número de horas produtivas de um dia, diversificou as atividades no cotidiano. Hoje, tudo se move a partir da energia. E, por energia, é importante definir que esta não se resume somente as luzes acesas dentro da casa. Seu uso ocorre nas mais diversas intensidades e nos mais diversos setores.

Conforme Neil Smith (1989), o aumento da demanda energética mundial ocorreu devido a emergência do capitalismo em acelerar a produtividade do trabalho e, conseqüentemente, o acesso ao lucro, criando meios na própria natureza para fundamentar esta aceleração.

Conforme o princípio regente da lei da conservação das massas de Antoine Lavoisier é fisicamente impossível alterar a concentração de energia num sistema isolado como é o caso da superfície terrestre. Significa dizer que qualquer sistema isolado possui uma soma de energia constante, logo, a quantidade de energia que entra é necessariamente a quantidade de energia que sai. Trata-se também dos princípios da primeira e segunda lei da termodinâmica.

Cabe aqui, fazer uma definição breve do conceito de energia. Definimos energia, numa perspectiva da ciência física, como a capacidade de produzir trabalho. O trabalho, conseqüentemente, é “o produto de uma força pelo deslocamento que ela provoca na direção em que é exercida” (NOVA, 1985, p. 33).

Marx (2012, p.197) compreende a força de trabalho ou a capacidade de trabalho como o “conjunto das faculdades físicas e mentais existentes no corpo e na personalidade viva de um ser humano, as quais ele põe em ação toda vez que produz valores de uso de qualquer espécie.” O autor também complementa que

O trabalho é um processo de que participam o homem e a natureza, processo em que o ser humano, com sua própria ação, impulsiona, regula e controla seu intercâmbio material com a natureza. Defronta-se com a natureza como uma de suas forças. Põe em movimento as forças naturais de seu corpo – braços e pernas, cabeça e mãos – a fim de apropriar-se dos recursos da natureza, imprimindo-lhes forma útil à vida humana. Atuando assim sobre a natureza externa e modificando-a, ao mesmo tempo modifica sua própria natureza. Desenvolve as potencialidades nela adormecida e submete ao seu domínio o jogo das forças naturais. (MARX, 2012, p.211)

Dessa forma, se o trabalho é a instância principal para se produzir capital e/ou dinheiro, a energia acaba se tornando uma das principais constituintes das

sociedades uma vez que, é por meio dela que o trabalho passa a existir de maneira eficaz e eficiente (KLEINBACH; HINRICH, 2003; PORTO-GONÇALVES, 2011).

Silva (2015) ressalta que

A conquista do ser humano com relação aos recursos energéticos disponíveis na natureza, ao longo dos anos, está em aprender como utilizá-los e colocá-los à disposição de suas necessidades sem que, para isso, **tenha que armazená-los no seu corpo, ampliando assim, a sua capacidade de produzir trabalho(grifo nosso)**. Diga-se de passagem que esta energia é a matéria pela qual é possível transformar outras matérias, ou seja, no sentido físico estrito, ela é a própria capacidade de realizar trabalho (SILVA, 2015, p.79).

E, de onde vem a energia? Basicamente, quase todas as fontes de energia, tais como eólica, biomassa, hidráulica, maremotriz, estão relacionadas direta ou indiretamente a energia proveniente do sol. O sol é o fundamento de tudo.

Conhecer a radiação solar e sua dinâmica é fundamental para saber desempenhar inúmeras atividades humanas básicas tais como a agricultura, pecuária, e, porque não dizer, planejamento energético.

Ora, se a sociedade capitalista depende completamente de energia e, a maior parte das fontes energéticas são direta ou indiretamente mantidas pelo sol, entendemos que é ele a fonte primária ao “iluminar, aquecer, transferir energia para as águas, formando nuvens e chuvas, e fornecendo energia aos vegetais através da fotossíntese” (FARIAS; SELLITO, 2011, p.7).

Pinto Júnior (2007, p.4) avança na conceituação da energia afirmando que a energia não se manifesta tão somente na sua forma mecânica através do trabalho, mas também pode ser manifestada como uma propriedade da matéria na forma de energia térmica (calor), energia das ligações químicas (química), energia das ligações físicas (nuclear), energia elétrica e energia das radiações eletromagnéticas. E ainda,

A energia pode ser utilizada para satisfazer uma série de necessidades: iluminar e obter condições ambientais adequadas ao bem-estar humano; transportar pessoas e mercadorias; transformar matérias-primas em produtos; cozinhar e preparar os alimentos; aquecer ou resfriar a água para o uso doméstico; enviar e receber informações; enfim, um sem-número de necessidades que vão desde aquelas ligadas à produção até aquelas ligadas ao lazer. Contudo, a energia não satisfaz essas necessidades diretamente. Nós não sentamos sobre um barril de petróleo e ele sai nos transportando por aí; tampouco colocamos o dedo na tomada e recarregamos a energia perdida no dia-a-dia. De fato, em primeiro lugar, precisamos que a energia esteja em uma dada forma que satisfaça as nossas necessidades. Se o problema é iluminar, precisamos de energia na forma de radiação eletromagnética; se o problema é cozinhar, precisamos de energia térmica (calor) (...) **Desse modo, não consumimos diretamente a energia; na verdade, a utilizamos em equipamentos,**

aparelhos, máquinas e dispositivos que tem a função de converter a energia que é colocada a nossa disposição pelo mercado na forma que necessitamos.” (PINTO JÚNIOR, 2007, p.5)

Nesse sentido, é importante que a energia, independente como ela foi capturada, seja colocada à disposição de todos⁴. O que a sociedade precisa, nesse sentido, é um amplo conjunto de dispositivos que através da tecnologia converterão a energia final (que está contida nas fontes de energia) em energia útil, isto é, aquela disponível de forma adequada à satisfação das necessidades da sociedade. Esta é a utilização da energia.

Conforme Martin (1992), a energia possui estágios importantes: o primário, que corresponde as formas sob as quais a natureza libera a energia - são os ventos e as águas (energia mecânica), por exemplo; o estágio secundário, que corresponde ao momento de transformação desses recursos de energia mecânica por meio de processos físico, químico ou bioquímico - é a gasolina para os veículos, *fuel-oil* para caldeiras, energia elétrica para as máquinas, por exemplo; o estágio terciário em que são abarcadas as operações de armazenamento, transporte e distribuição até o usuário final, seja este industrial ou doméstico. Nesse momento, Martin (1992, p. 18) explana que os produtos energéticos

não sofrem mais transformações físicas, mas modificações técnicas e comerciais, uma vez que cada fluxo deve ser adaptado a localização do consumidor, a modulação de sua demanda no tempo e às características de seus equipamentos (MARTIN, 1992, p.18).

Finalmente, o último estágio na geração de energia corresponde ao estágio útil em que a energia é efetivamente utilizada. É nesse momento que dar-se-á a satisfação ou a insatisfação de um serviço energético, através do consumo de eletricidade ou dos derivados do petróleo, por exemplo.

Nova (1985) explana que é muito comum que a energia seja mencionada como um setor da economia, tais como o setor agropecuário ou industrial. No entanto, por estar presente em todas as atividades da sociedade, o ideal seria tratar

⁴ Importante ressaltar que, encontra-se em tramitação no Senado Federal a Proposta de Emenda à Constituição – PEC 44/2017, estabelecida pelo Senador Telmário Mota (PTB/RR) que propõe alterar o Artigo 6º da Constituição Federal – CF. O artigo supracitado estipula quais são os direitos fundamentais do cidadão brasileiro, a saber: “São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, o lazer, a segurança, a previdência social, à proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (BRASIL, 1988).” Nesse sentido, a PEC propõe alterar incluindo o acesso à energia elétrica um direito social para todos os brasileiros.

a energia como um sistema que interpenetra em todas as esferas da sociedade, tais como ocorrem com o sistema monetário e de transportes.

Num sentido amplo, o sistema energético compreende exatamente todo o conjunto de atividades envolvidas na produção, transformação, estocagem, transporte, distribuição e comercialização da energia e, todo esse processo e etapas pode variar conforme a cadeia de produção, organização industrial e ambiente institucional (PINTO JÚNIOR, 2007, p.6).

As mudanças na utilização da energia advêm muito antes da Revolução Industrial, datando desde a revolução neolítica. A priori, segundo o autor, a atividade econômica baseava-se na

energia endossomática, ou seja, na força muscular dos homens. A quantidade de energia exossomática disponível provém, para o essencial, da combustão de madeira, fonte de calor que não se sabia transformar em energia mecânica. Essa madeira é o combustível quase exclusivo ao cozimento diário dos alimentos, ao aquecimento sazonal do habitat nas regiões de inverno rigoroso, à alimentação dos fornos onde se cozem as cerâmicas e à dos fornos onde os metais são fundidos. [...] As fontes de energia mecânica são ainda mais limitadas. Os animais domesticados liberam a maior parte da energia mecânica fixa, móvel e semimóvel. [...] A Europa ocidental conhece, do século XI ao XIII, um período de intensa atividade tecnológica que deveria ter-se chamado a primeira Revolução Industrial. [...] Outras inovações diversificam as fontes de energia mecânica. A mais importante é o moinho hidráulico [...] As disponibilidades de energia mecânica liberam o desenvolvimento econômico da Europa Ocidental, impulsionado por duas ondas de crescimento demográfico, [...] e expansão do capitalismo. (PINTO JÚNIOR, 2007, p.44)

Assim, vê-se uma evolução que paulatinamente vai iluminando as sociedades ao passo que elas mesmas são modificadas pelas luzes e pela aceleração da força de trabalho. Logo, concordando com Highsmith e Jensen (1954, p. 237), “*Energy is so fundamental that its consumption is a comparative index to the level of industrialization and power of a nation* (Energia é tão fundamental que o consumo dela é o index comparativo do nível de industrialização e poder de uma nação – tradução livre da autora)”.

Se até meados de 1800, as necessidades de iluminação eram superadas com candeieiros a óleo, gorduras animais como as de porco e baleia, com a Revolução Industrial, esta iluminação passa a ser realizada via gás, sobretudo em Londres e nas grandes cidades europeias. Martin (1992, p. 50) complementa este raciocínio afirmando que

A primeira inflexão que marca significativamente o crescimento do consumo mundial de energia está ligado ao impulso do consumo de carvão mineral

no século XIX. Ele cresce com velocidade cinco vezes maior do que o da madeira, quase que de modo exclusivo em prol da Europa Ocidental e dos EUA. Esse impulso é indissociável da Revolução Industrial do século XVII e das transformações tecnológicas provocadas por ela. (MARTIN, 1992, p.50)

Para o autor, o “acender as luzes” mudou o cotidiano da sociedade moderna, da família urbana que se silenciava junto ao pôr-do-sol. Como Catullo Branco afirmou, “a indústria foi desenvolvendo-se e tornando o trabalho físico humano quase inútil, porque a máquina moderna é milhões de vezes mais eficiente do que o homem” (BRANCO, 1975, p. 51).

De todas as formas de energia, é a energia elétrica um dos recursos mais indispensáveis e estratégicos para o desenvolvimento e crescimento dos países (ANEEL, 2002). Nessa conjuntura, ela veio num primeiro plano para aumentar a produtividade e, posteriormente, para melhorar a qualidade de vida das pessoas, como afirma Costa (2001),

A ruptura central do paradigma (do desenvolvimento) centrou-se, portanto, na disponibilidade de energia. Primeiro, energia para o aumento da produtividade e, depois, energia para a melhora da qualidade de vida. Gerar energia passou a ser o objetivo primordial daqueles que entendiam a nova época (século XVIII e século XIX). A busca por fontes de energia passou a ser objetivo central de todos os que queriam o progresso. Esta busca transformou-se ainda, em paralelo, na busca dos insumos industriais, objetivo central da Inglaterra e dos outros países que também ambicionavam o comando dos negócios mundiais” (COSTA, 2001, p.39).

Tanto a energia elétrica, quanto o advento de combustíveis como o querosene ou o carvão mineral nas indústrias, fizeram com que os cidadãos passassem a ficar mais horas acordados bem como a ter acesso a praças e ruas, ainda que depois do anoitecer.

Lessa (2001, p.12) corroborando com a ideia de Martin (1992) explana como a conquista da energia mudou a sociedade moderna,

A modernidade pautou-se pelo acender das Luzes, possibilitado pela invenção de Gutenberg. (...) com a Revolução Industrial, a máquina a vapor – ao multiplicar a energia do homem, ao removê-lo dos ancestrais limites da força de seus braços e das espaldas de seus animais de trabalho – generalizou um sentimento de confiança no futuro da espécie. A incorporação do carvão mineral e a diversificação dos combustíveis fósseis iluminaram a rua e a praça, mantendo pública e aberta a cidade à noite. Marcaram, com um calor de luz, a fronteira de civilização, a transição do rural atrasado para o urbano moderno. O recolhimento do Sol deixou de ser a introdução ao silêncio e ao escuro. As velas de cera de abelha, de alto custo, antes circunscreviam a luz a poucos cômodos das residências nobres. Ao surgir o candeeiro a querosene, a iluminação residencial barateou-se. Com a luz elétrica, a glória do espaço caseiro iluminado consolidou-se. Esta energia substituiu e simplificou os trabalhos domésticos e renovou, radicalmente, o viver da família urbana. (LESSA, 2001, p.12)

Percebe-se, ainda que, o acesso à energia proporcionou na Revolução Industrial, o ultrapassar do trabalho unicamente por meio da força dos braços e da

tração dos animais, diversificando, assim, a cadeia produtiva. Contudo, como uma necessidade insaciável, a máquina a vapor que, nos séculos XVII e XVIII, era a novidade para os industriais, passou a apresentar dificuldades cada vez maiores, não atendendo as demandas do mercado.

A partir da limitação na alimentação da força motriz das indústrias, surge a necessidade de novas soluções técnicas, sobretudo no século XIX, sendo sanadas com a descoberta do petróleo (MARTIN, 1992). Toda escassez de um determinado recurso energético tende a ser compensado pelo surgimento de outro (s).

Peet (1994), fala que

A democracia liberal, ou capitalismo, força a combinação de duas formas de relações sociais em tipos de relações intergrupais e interpessoais. Quanto as primeiras, o capitalismo é uma sociedade de classes na qual a minoria possui e controla os meios de produção. [...] Ante a motivação do lucro, a produção cresce e o fastígio econômico é rapidamente atingido; **mas os recursos naturais se esgotam, a energia diminui e a poluição aumenta desproporcionalmente as necessidades materiais. (grifo nosso) (PEET, 1994, p,60)**

Fica evidente, então, que a sociedade tem em sua história a trajetória de transformação e exploração da natureza em busca de fornecimento energético em suas mais diversas formas no espaço geográfico. Sobre isso, Dollfus (2004) escreve

No Sistema Mundo, alguns recursos foram mais importantes que outros. A utilização do petróleo como fonte de energia maior coincide com o desenvolvimento do Sistema Mundo: suas jazidas tornam-se cacifes estratégicos. [...] No Sistema Mundo, a Natureza em seus componentes está carregada de toda uma gama de valores às vezes contraditórios: valores de uso, que podem ser de consumo direto (a colheita) valor produtivo (por transformações mediante o trabalho , as práticas e a indústria); valor recreativo, que explora a Natureza sem a consumir. Juntam-se a isso os valores ecológicos, ligados as interdependências entre organismos, valores de opção, ligados à exploração futura dos recursos; valores de existência, pela satisfação de saber que certos recursos biológicos existem.” (DOLLFUS, 1994, p.28)

Desse modo, a relação Sociedade *versus* Natureza produz hierarquias nos valores de uso e de troca dos recursos naturais. Contudo, trazemos aqui um questionamento oportuno sobre a expressão Sociedade *versus* Natureza. Como Santos (1997) escreveu, seria melhor utilizar a expressão entre o homem e o meio, uma vez que, se entendemos que a sociedade é composta por homens e mulheres, e estes, são seres naturais, perde-se aí o sentido da relação Homem *versus* Natureza já que o próprio homem é natureza.

Sobre isso, Porto-Gonçalves (2001) escreveu:

Além disso, a expressão dominar a natureza só tem sentido a partir da premissa de que o homem é não-natureza...Mas se o homem é também natureza, como falar em dominar a natureza? Teríamos que falar em dominar o homem também...E aqui a contradição fica evidente. Afinal, quem dominaria o homem? Outro homem? Isso só seria concebível se aceitássemos a ideia de um homem superior, de uma raça superior, pura – e a História já demonstrou à farta as consequências destas concepções” (PORTO – GONÇALVES, p.26, 2001).

Entendemos, por conseguinte, que a relação melhor discutida é sobre Sociedade *versus* Espaço, uma vez que, é no Espaço que a sociedade irá produzir e (re)produzir materialidades e imaterialidades, a partir das relações sociais e também a partir das técnicas.

O espaço, então, como categoria-chave da ciência geográfica é tido como o *ambiente locus* onde são reproduzidas as relações sociais de produção, ou seja, a própria sociedade (CORRÊA, 2010). Lefebvre (2008), a partir das lentes do materialismo histórico dialético, analisa o espaço como um produto, isto é, junção dos objetos geográficos naturais e artificiais e a sociedade que, por sua vez, se estabelece a partir das relações sociais de produção.

Sendo assim, o espaço geográfico não se trata puramente do substrato natural em que se alicerça as civilizações. Ele é o resultado material da transformação da primeira natureza em segunda natureza, que é produzida a partir do trabalho e do capital, associado aos processos históricos.

Andrade *et al* (1981, p.15), ao escrever sobre o espaço geográfico define que “[...] o espaço geográfico é um espaço social produzido pelo homem visando à apropriação de bens no período pré-capitalista e à produção de mercadorias, à acumulação de capital, na sociedade capitalista.”

O espaço geográfico, então, se difere do espaço natural uma vez que, primeiro é produto da ação humana que transforma a natureza por meio das relações sociais e das técnicas enquanto, àquele segundo resulta da própria evolução natural em termos de relevo, clima hidrografia e estrutura geológica.

Ressalta-se que, estas relações sociais de produção são motivadas por e a partir do trabalho. Uma explanação oportuna é a do professor Milton Santos (1997) em seu livro *A natureza do Espaço*. Na citação a seguir, o professor traduz o espaço como um conjunto que desvela diversas influencias naturais, produzidas por objetos técnicos e ações:

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se

dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina. Através da presença desses objetos técnicos: hidroelétricas, fábricas, fazendas modernas, portos, estradas de rodagem, estradas de ferro, cidades, o espaço é marcado por esses acréscimos, que lhe dão um conteúdo extremamente técnico. **O espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoado por sistemas de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes**". (SANTOS, 1997, p.51)

Sendo assim, ao passo que o homem vai estabelecendo relações de trabalho na natureza e utilizando dela própria como matéria-prima, conforme os processos históricos e as necessidades associadas a estes, vemos o espaço sendo produzido. Como, então, o homem usufrui do meio, isto é, da natureza? A resposta é: através das técnicas. Aqui, chamamos atenção ao conceito de técnicas que se torna basilar para o entendimento do nosso objeto de estudo.

É Santos (1997) também que destaca as técnicas como uma mola propulsora que impulsiona e forma o espaço geográfico. Para ele,

É por demais sabido que a principal forma de relação entre o homem e a natureza, ou melhor, entre o homem e o meio, **é dada pela técnica (grifo nosso)**. As técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com as quais o homem realiza a sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço. (p.25)

Geógrafos renomados como Pierre George se interessaram em estudar sobre como a implantação das técnicas produzem o espaço geográfico, seja na ocupação do solo pelas infraestruturas das técnicas modernas, como as fábricas; seja nas transformações generalizadas impostas pela máquina e seus consequentes meios de produção (SANTOS, 1997, p. 28).

Andrade (1981), corroborando com esse pensamento do espaço que é produzido pelo homem a partir da apropriação das técnicas, escreve que

O homem, à proporção que aperfeiçoa seus conhecimentos técnicos e que dispõe de capital, procura transformar a natureza, a fim de produzir o tipo de espaço que deseja ou que, dentro dos seus paradigmas, procura atingir. A participação dos fatores naturais é tão relativa quanto a dos fatores institucionais e pode, por estes, ser substancialmente modificada. Da mesma forma que as estruturas econômico-sociais são o resultado de uma evolução, da ação do homem, as estruturas do meio natural, sobretudo nas sociedades industriais, são também resultado desta ação, visando a produção ou à apropriação dos recursos naturais." (ANDRADE, 1981, p.12)

Cada espaço geográfico, então, irá corresponder a um conjunto de técnicas e de relações sociais de trabalho condicionada pelos processos históricos.

E por serem tão importantes para a produção do espaço geográfico, vivemos hoje num paradigma em que quase não se pode criticar as técnicas. Sobre isso, Porto-Gonçalves (2011) explica

A técnica se apresenta na sociedade moderno-nacional como um verdadeiro tabu e, tal como a ideia de desenvolvimento, se quer inquestionável. Acredita-se que a técnica, enquanto algo que deriva da capacidade criadora do homem, como mediadora da nossa relação com a natureza, é o centro em torno do qual giraria o progresso da humanidade. Vivemos sob um verdadeiro tecnocentrismo, crença de que sempre há uma solução técnica para tudo.” (PORTO-GONÇALVES, 2011, p.76)

Nos dias atuais, temos visto a repercussão do esgotamento dos recursos naturais, sobretudo, os combustíveis fósseis. Essa provável escassez impulsiona o surgimento e também o desenvolvimento de novas técnicas que tornem viável, principalmente da perspectiva financeira, a implantação de novas alternativas de fontes energia.

Não somente no sistema energético, mas no sistema capitalista, as muitas manifestações de crise têm a função importante de desenvolver algum tipo de ordem e racionalidade no desenvolvimento econômico capitalista. De modo geral

as crises periódicas devem ter o efeito de expandir a capacidade produtiva e de renovar as condições de acumulação adicional. Podemos conceber cada crise como uma mudança do processo de acumulação para um nível novo e superior.” (HARVEY, 2005, p.47)

A energia solar, nesse sentido, nasce a partir dessa necessidade de conceber uma nova solução para a manutenção de um sistema que depende de energia. Porto-Gonçalves explica que na atual conjuntura, estamos em diversas crises devido à escassez do ar, da água, dos minerais, e, por que não dizer, da energia (PORTO-GONÇALVES, 2011).

Assim como outras fontes de energias alternativas, a energia solar, surge no contexto mundial pós-crise do petróleo, ainda que no início, de maneira experimental. Ao longo das últimas décadas do século XX e, principalmente, nas primeiras do século XXI, esta fonte de energia passa a tomar forma no espaço geográfico, sobretudo na Europa, aproximando-se, nos dias atuais, da realidade brasileira.

2.2 Produção do espaço geográfico a partir das técnicas de aproveitamento de energia solar

Define-se energia solar como a energia que é obtida do sol, que, chega à superfície terrestre através dos fótons, isto é, ondas eletromagnéticas, quer sejam estas de maneira difusa ou indireta. O sol, por sua vez, libera essa energia devido a um processo termonuclear que transforma toneladas de hidrogênio em hélio (DIENSTMAMN, 2009).

Em seu livro *Sol e Energia no terceiro milênio*, Mourão *et al* (2000) escreve que a energia solar é essencial para a manutenção da vida na Terra. Por esta razão, ela vem em quantidades generosas a fim de atender as necessidades energéticas das civilizações ao longo de todo o ano. Ele ainda diz mais: “Cada metro quadrado da superfície terrestre recebe mil watts de radiação solar em um dia claro, energia que, se pudesse ser integralmente aproveitada, acenderia dez lâmpadas de cem watts ao mesmo tempo” (MOURÃO *et al*, 2000, p. 10).

É a radiação solar que, quando absorvida, aquece a superfície terrestre e o ar que se encontra em contato com o solo. Esse ar aquecido, torna-se mais leve e sobe. Consequentemente, o ar frio mais pesado, desce. Desse modo, origina-se a circulação atmosférica e os ventos. A energia cinética dos ventos, portanto, é indiretamente a energia solar que proporciona o ar em movimento.

É o sol que fornecesse energia necessária para a vida em forma de alimento, uma vez que a biomassa dos alimentos nada mais é que energia solar condensada. Mourão *et al* (2000, p.45) complementa dizendo

Ele produz também um ambiente favorável por aquecer a superfície da Terra. Sem o Sol, a temperatura na superfície terrestre seria de -250° C. É do Sol que recebemos luz para enxergar. A maior parte do nosso conhecimento do mundo e de todo o universo nos chega através das radiações luminosas e não luminosas. Por isso, o Sol é muito mais importante para nós que os bilhões de estrelas do universo (MOURÃO *et al*, 2000, p.45)

O ciclo d'água, da fotossíntese no reino vegetal, origem dos ventos, entre outros fenômenos basilares para a vida terrestre, existem mediante a energia solar. Ao que tange a geração de energia elétrica, quase todas as fontes de energias, tais como hidrelétricas, eólica, biomassa, combustíveis fósseis, maremotriz utilizam da

energia solar indiretamente, de maneira renovável ou não renovável (KEMERICH *et al*, 2016; DIENSTAMAN, 2009).

A quantidade da irradiação solar sobre a Terra é bastante constante. Ao entrar em contato com a atmosfera terrestre, parte dela atinge a superfície terrestre (sendo em parte absorvida e em parte refletida para a atmosfera novamente⁵), parte acaba sendo refletida pela atmosfera e outra, absorvida por ela.

No entanto, Marques, Krauter e Lima (2009) analisam que, a radiação solar sobre a superfície da Terra, apesar de constante, é variável no globo. Para exemplificar, os autores citam que, enquanto o sul da França recebe em média, 1600 kWh/m² por ano, o deserto do Saara recebe cerca de 2600 kWh/m², isto é, praticamente o dobro da média na Europa.

Fadigas (2022) explica que a radiação solar sobre a superfície da Terra irá variar conforme as estações do ano, devido principalmente à inclinação do eixo de rotação em relação ao plano de órbita do Sol e, também conforme as regiões, devido diferenças de latitude, altitude e condições climáticas. Parte do Brasil, por exemplo, por se localizar em latitudes próximas a linha imaginária do Equador como a região Nordeste, recebe anualmente valores típicos que vão até 2190kWh/m² por ano. Isso põe a região supracitada como a maior potencialidade de energia solar brasileira.

Para melhor especializar a irradiação solar na superfície terrestre, apresentamos um mapa da irradiação horizontal global, produzido pela *SolarGis* e *World Bank Group*⁶. Na figura 1, o citado mapa mostra as regiões da terra que recebem maior irradiação solar, sobretudo as de latitudes similares, como por exemplo o continente africano e a América do Sul

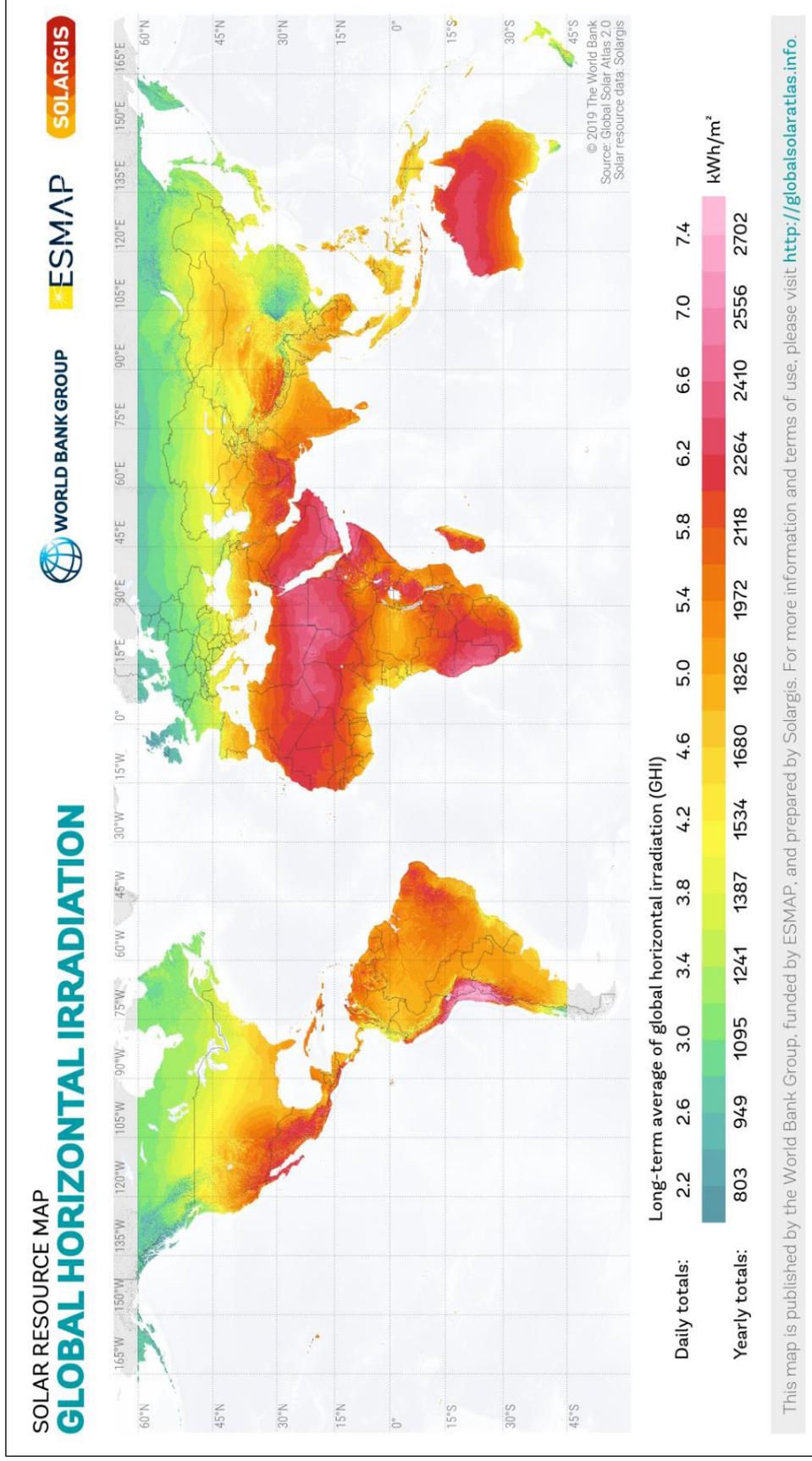
Percebemos que, não somente o Brasil, mas regiões como o norte africano, mais precisamente, a chamada África Saariana, o Oriente Médio, a Norte da Austrália e parte do Sudeste Asiático recebem níveis de irradiação solar superiores se comparados aos montantes recebidos nos países da Europa, da América do Norte e norte Asiático.

⁵ Fatores que interferem na reflexão, absorção e transmissão da radiação solar na superfície terrestre: umidade do ar, nebulosidade, distância que os raios solares percorrem atravessando a atmosfera. (DIESTMAMN, 2009, p.16)

⁶ Mapa disponível para download em: <https://worldbank-atlas.s3.amazonaws.com/download/World>.

Apesar de toda esta abundância, a energia solar ainda é um ramo com tímidos estudos na área da geografia, sobretudo àqueles que se debruçam sobre a sua utilização para geração de energia elétrica propriamente dita.

Figura 1. Mapa da Irradiação Horizontal Global.



Fonte: Worldbank, 2021.

2.2.1 Breve histórico da energia solar fotovoltaica no espaço mundial

Se observarmos nossa sociedade, as fontes de energia mais importantes e utilizadas na atualidade são o carvão, o petróleo e o gás natural. Os três são chamados de combustíveis fósseis, devido sua origem. Basicamente, são restos de plantas, plânctons, animais acumulados em alguns milhões de anos. Notamos que a energia utilizada hoje é resultado da energia solar armazenada no passado pois, estas plantas e animais que resultaram o petróleo de hoje, só existiram porque houve sol no tempo passado.

Além disso, a sociedade utiliza-se da hidráulica e dos fluxos dos rios, dos ventos, entre outros, para gerar energia. Esta, por sua vez, tem sua origem solar, uma vez que o ciclo da água depende a luz solar para manter-se. Agora, quando falamos da energia solar sendo aproveitada para geração de energia elétrica, vemos um princípio tímido e pequeno.

Kemerich et al (2016, p.245), descreve que

A energia solar ainda é um campo pouco estudado, pois por ser uma fonte de energia renovável ainda em pequena escala, o fator custo de instalação ainda é alto. A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, **destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico**. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. Com a oferta e aumento das fontes de energia não renováveis, o uso da energia solar diminuiu gradativamente. Porém, atualmente com o gradativo aumento do custo do petróleo e a consciência ecológica do uso de fontes renováveis de energia, provocam um aumento expressivo da indústria solar, a economia fica com enfoque para fontes alternativas. Com isso, destaca-se o importante papel da energia solar como uma fonte renovável de energia (KEMERICH et al, 2016, p.245).

Concordamos com Kemerich et al(2016) ao explicar que a consciência ecológica, e, sobretudo, a busca por fontes alternativas que rompessem a dependência dos combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, impulsionou o desenvolvimento de estudos para geração de energia solar.

Nesse sentido, destacamos aqui duas igualmente importantes formas de conversão da energia solar: o efeito termoelétrico e o efeito fotovoltaico. Não nos aprofundaremos na energia solar térmica, porém, ela se trata de sistemas termo solares que, mais comumente é utilizado para aquecimento de edificações ou piscina, são os chamados aquecedores solares.

No que diz respeito ao efeito fotovoltaico, vale a pena trazer à discussão seu conceito e histórico de evolução ao longo dos séculos. Segundo o Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL, 2006)), entende-se por energia fotovoltaica àquela que é gerada a partir da conversão direta da luz solar em energia elétrica. Para esse fenômeno chamamos de efeito fotovoltaico.

Este efeito foi relatado pela primeira vez pelo francês Edmund Becquerel, ainda no século XIX, no ano de 1839. Este, demonstrou que existia uma possibilidade de converter a radiação solar em energia elétrica através da incidência da luz em um eletrodo⁷ mergulhado, numa solução de eletrólito⁸, ainda que com uma baixa eficiência.

Posteriormente, outros experimentos foram feitos até que, em 1877, dois inventores norte-americanos, utilizaram de um material semiconductor que, apesar da baixa eficiência de 0,5%, mais tarde seria comercializada pelo engenheiro alemão Werner Siemens como as primeiras células solar de selênio⁹. Somente em na segunda metade do século XX, a saber, em 1956, que a produção industrial de células fotovoltaicas (FADIGAS, 2020; MARQUES, KRAUTER E LIMA, 2009).

Conforme Vallera e Brito (2006), a história da energia fotovoltaica teve que aguardar o desenvolvimento da própria ciência física na primeira metade do século XX, com a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, a formulação da teoria dos semicondutores entre outros. Os autores citam que a primeira aplicação efetiva das células solares foi feita em 1954, nos Estados Unidos da América - EUA, especificamente no estado da Georgia, com a finalidade de alimentar uma rede telefônica local.

⁷ Nesse experimento em específico, Becquerel utilizou platina e prata.

⁸ Caracteriza-se o eletrodo como um metal e o eletrólito como uma solução líquida química. O eletrodo é mergulhado no eletrólito e a radiação solar fornece energia que, por sua vez, faz com que os elétrons das camadas valentes mais distantes do núcleo absorvam essa energia e fiquem livres para se movimentar, gerando corrente elétrica.

⁹ O Selênio é caracterizado por ser um material semiconductor que, dependendo da condição da tensão imposta sobre ele, ele pode funcionar como um condutor de eletricidade ou como um isolante da eletricidade. Em 1877, dois inventores norte-americanos, W. G. Adams e R. E. Day, utilizaram as propriedades fotocondutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz. Tratava-se de um filme de selênio depositado num substrato de ferro e com um segundo filme de ouro, semitransparente, que servia de contacto frontal (VALLERA; BRITO, 2006, p.1)

Notadamente, na década de 1960, a corrida espacial entre EUA e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS impulsionaram o desenvolvimento das células solares no espaço.

Vemos aqui que, após a concepção do efeito fotovoltaico por Becquerel, sua efetiva materialização em termos industriais se deu quase um século depois. Desse modo, o aproveitamento da energia solar como fonte alternativa de energia elétrica começou efetivamente por volta da década de 1960, nos Estados Unidos, com o objetivo inicial de fazê-la como geradora de energia elétrica para os satélites (MARQUES, KRAUTER E LIMA, 2009)

Com a crise mundial do petróleo, em meados de 1973 e 1974, houve um enfoque maior em desenvolver novas formas de produção de energia. Essa crise impulsionou a ideia de que o uso das células fotovoltaicas não fosse restrito aos programas espaciais como até então, mas que estas células pudessem agora ser utilizadas, mediante estudos, na geração de energia em meio terrestre (CRESESB, 2006).

Vallera e Brito (2006) escrevem que

O pânico criado pela crise petrolífera de 1973 levou a um súbito investimento em programas de investigação para reduzir o custo de produção das células solares. Algumas das tecnologias financiadas por estes programas revolucionaram as ideias sobre o processamento das células solares. É o caso da utilização de novos materiais, em particular o silício multicristalino (em vez de cristais únicos de silício, monocristais, muito mais caros de produzir) ou de métodos de produção de silício diretamente em fita (VALLERIA; BRITO, 2006, p.6)

Sobre essa crise que impulsiona novas soluções para o problema da geração de energia que, por sua vez, é a base para o sistema capitalista, Peet (2004) explica

Mas agora, após séculos de agressão ao ambiente e de geração de poluição com a mais impudente indiferença, percebemos sinais de que as limitações naturais podem impor medidas drásticas de restrições a ponto de uma transformação no estilo de vida e nos modos do pensamento terem de ser consideradas por pessoas que relutam em mudar. Essa é uma contradição básica que clama por mudanças humanas e sociais básicas. E essas mudanças na relação social com o ambiente envolverão uma áspera luta não só contra as grandes corporações responsáveis pela poluição, mas também contra a natureza humana tal qual ela se tornou – contra nossos *eus*, contra nós, descuidados consumidores de montanhas de materiais naturais, contra nós, que deixamos para trás como monumentos arqueológicos o ar poluído, a água e as serras transformadas em lixo. (PEET, 2004, p.62)

O uso desenfreado dos recursos naturais impôs e limitou restrições para o desenrolar do modo de produção capitalista e, conseqüentemente, forço a busca por mudanças. A energia solar fotovoltaica, nesse contexto, bem como outras fontes de energia alternativas tais como a energia eólica, surge para dar resposta a essa necessidade de mudança.

No entanto, o alto custo da tecnologia para a implantação de células fotovoltaicas em meio terrestre era um dos grandes problemas que impossibilitava a utilização da energia solar fotovoltaica. Em meados da década de 1980, o custo das primeiras células produzidas era de aproximadamente US\$ 600/ watts (CRESESB, 2006).

É salutar ressaltar que o preço das células solares fotovoltaicas caíram mais de 1000% da década de 1980 até os dias atuais, na segunda década do século XXI. Apesar desta queda, os equipamentos continuam relativamente caros, sobretudo do ponto de vista da cadeia produtiva.¹⁰

Nota-se no gráfico 1 que o custo dos painéis fotovoltaicos caiu consideravelmente ao longo do tempo. A primeira célula de solar utilizando silício foi apresentada em 1954, por cientistas da *Bell Labs*, Ela possuía somente 2cm² de área, gerava 5mW de potência elétrica, com uma eficiência de 6%. Neste mesmo ano, o jornal americano *The New York Times* afirmou que a utilização das células fotovoltaicas de silício seriam a grande possibilidade para mm aproveitamento da radiação solar. energia solar. De fato, o jornal estava correto (MACHADO; MIRANDO, 2014; NERES, 2019).

As décadas de 1980 e 1990 representaram também um período cujos investimentos e financiamentos de projetos fotovoltaicos no mundo; na Califórnia (EUA) em 1982, foi instalada a primeira central solar; na Alemanha em 1990 e no Japão em 1993, houve o lançamento de programas dos “telhados solares” (VALLERA; BRITO, 2006).

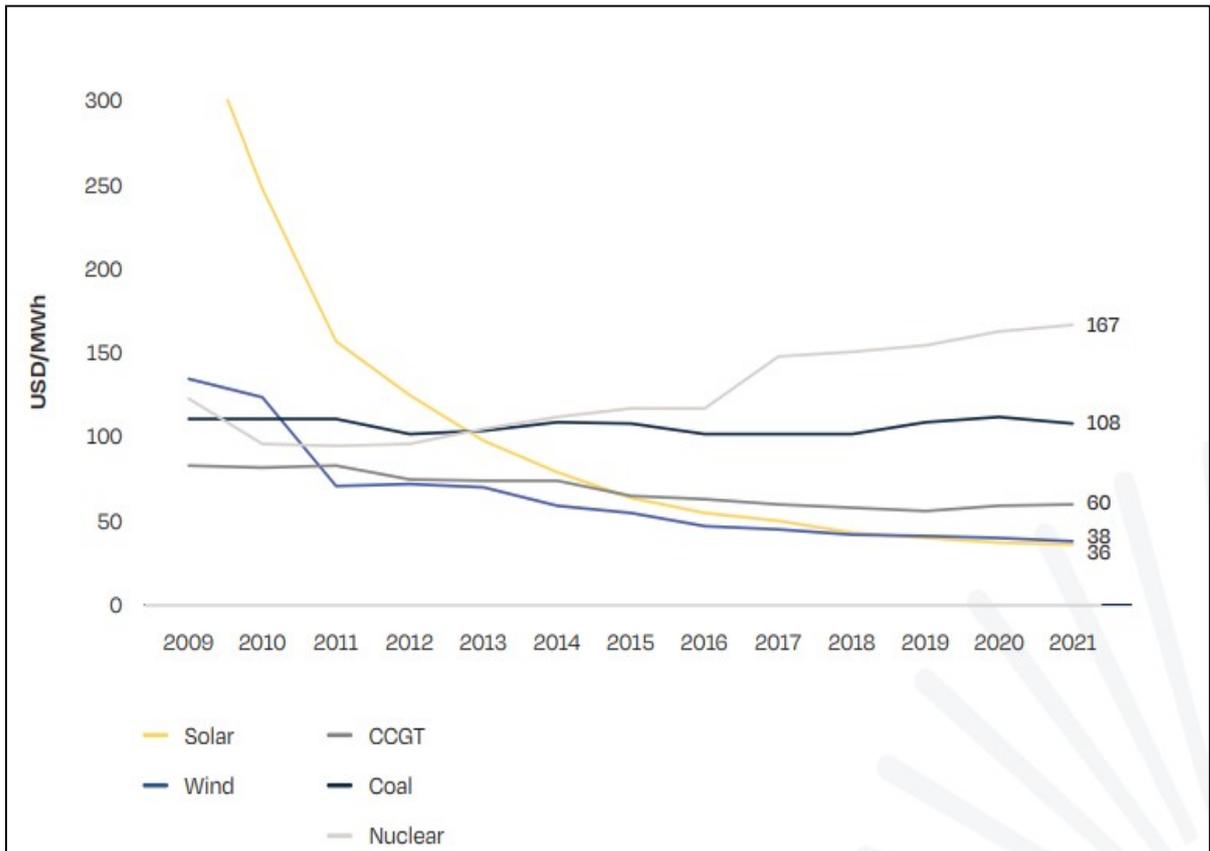
O século XX, nesse sentido, se caracterizou pela busca de tecnologias dos semicondutores¹¹ que tornassem possível o crescimento da indústria

¹⁰ Trataremos melhor do assunto em questão na secção 4 desta pesquisa.

¹¹ Conforme Neres (2019, p.12) para que o material semicondutor se transforme em uma célula fotovoltaica, primeira ele passa por uma etapa de purificação e posteriormente por uma etapa de dopagem. A dopagem ocorre através da adição de traços de certos elementos químicos, tais como boro e fósforo, dosados em quantidades certas, para formar a junção p-n3. A dopagem eletrônica, é o

fotovoltaica, expandindo-a para além das suas aplicações aeroespaciais e militares, isto é, na geração de energia elétrica para os países.

Gráfico 1 - Evolução do custo dos painéis fotovoltaicos em comparação com outras fontes de energia.



Fonte: Global Market Outlook (2022).

processo de adição de impurezas químicas (comumente boro ou fósforo) em um elemento químico semicondutor puro (germânio ou silício, notadamente este último), com a finalidade de dotá-lo de propriedades de semicondutores. A adição de boro, elemento trivalente, provoca o aparecimento de cargas positivas (ou "lacunas"), enquanto que a adição de fósforo, elemento penta valente, provoca o aparecimento de cargas negativas elétrons livres.

No gráfico 1 acima, percebemos que, comparando a outras fontes como eólica, gás natural, carvão e nuclear, o custo dos equipamentos para implantação de painéis fotovoltaicos nos últimos 20 anos só caiu. Ainda que os equipamentos permaneçam relativamente caros, destacamos que diversos avanços significativos no desenvolvimento de materiais fotovoltaicos com baixo custo e alta eficiência já foram feitos (KLEINBACH; HINRICHS, 2003).

Machado e Mirando (2014,p.128) trazem uma visão mais ampla em termos de valores de custo dos sistemas fotovoltaicos

o custo dos sistemas fotovoltaicos para o consumidor final varia de US\$ 8 / Wp a US\$ 10 / Wp, em que Wp (Watt pico) é a potência máxima que o painel fotovoltaico pode atingir. Já no Brasil, esse valor é estimado em R\$ 10 / Wp, logo um sistema instalado de 1 KWp custaria R\$ 10.000,00. Em média, no Brasil, o retorno financeiro se dá entre 6 a 10 anos, o que não é exatamente uma má notícia, visto que os módulos fotovoltaicos (parte mais cara do sistema) atualmente têm garantia de 25 anos.

A partir da crise do petróleo em 1973, as próprias empresas que detinham o poder sob os combustíveis fósseis, passaram a também financiar e investir em projetos fotovoltaicos.

É a escassez de uma mercadoria que revela uma nova oportunidade de estabelecer uma nova mercadoria para suprir a necessidade do mercado por energia. Concordamos com Peet (1994) que faz a seguinte reflexão

Dessa forma, a natureza contraditória das relações sociais capitalistas de produção são transferidas para a natureza, orientando a relação produtiva com a natureza no rumo da destruição ambiental [...] As sociedades capitalistas mantém relações contraditórias com uma natureza que cada vez mais são capazes de destruir. Justamente os mecanismos que tornam o capitalismo eficiente provedor de um estilo de vida furiosamente consumista é que fazem dele um destruidor tão eficiente do mundo matéria. (PEET, 1994, p.61)

Sendo assim, com o aumento dos investimentos e projetos experimentais de células fotovoltaicas, em 1993 observou-se o Silício quase que absoluto no que diz respeito aos materiais utilizados.

Conforme Cresesb (2006), o silício é considerado o segundo mais abundante no globo terrestre e, sobretudo o silício amorfo se enquadra como aquele com maior eficiência energética. No entanto, de acordo com Neres (2019), o uso crescente da tecnologia fotovoltaica tem feito com que a comunidade científica pesquise a viabilidade de outros materiais semicondutores tais como o sulfeto de cádmio e o arseneto de gálio.

De modo geral, Miranda e Machado (2014) distinguiram que as aplicações dos sistemas fotovoltaicos podem ser:

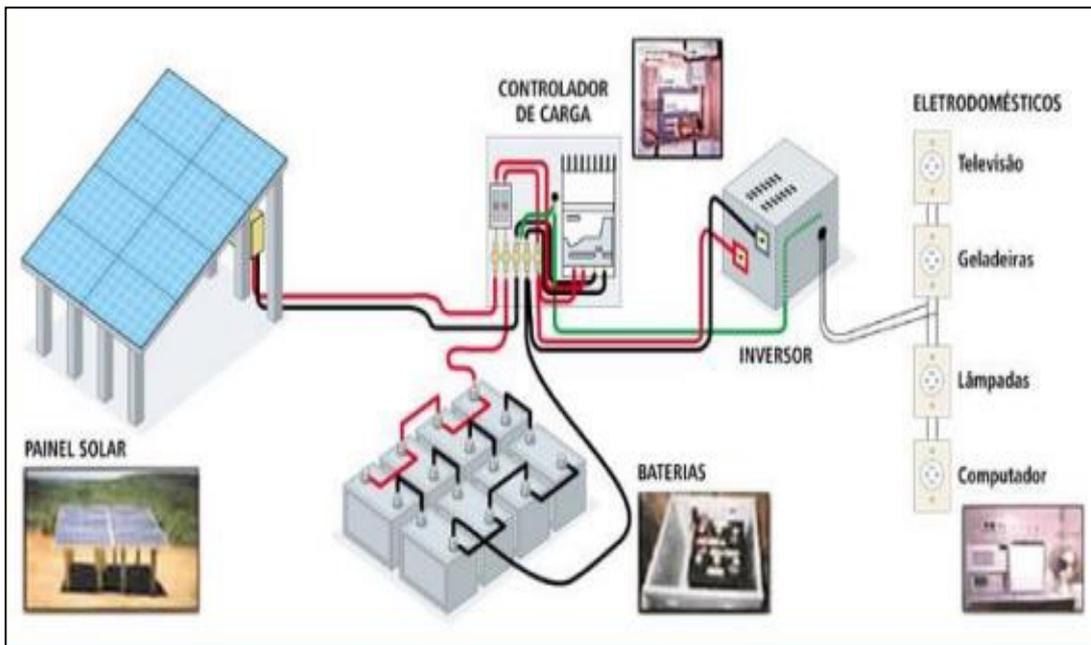
- a) **Sistema isolado ou autônomos (*off grid*)** cuja conexão com a rede de distribuição inexistente ou o sistema é direcionado à alimentação de cargas específicas. São os casos de algumas estações meteorológicas ou sistemas de bombeamento de água;
- b) **Sistemas híbrido** cuja característica principal é a utilização de mais de uma fonte de energia conectada à rede, é o caso, por exemplo, de usinas solar-eólicas;
- c) **Sistemas conectados à rede elétrica (*on grid*)**, isto é, estão ligados à concessionária que realiza a rede de distribuição. Neste caso não é necessária a utilização de baterias já que toda a energia produzida cai na rede de distribuição.

Sem querer nos aprofundar da lógica física do aproveitamento da energia solar em um sistema fotovoltaico, apresentamos a figura 2 que exemplifica de uma maneira simples, o funcionamento de um painel fotovoltaico e a captação da energia.

Basicamente, o sistema fotovoltaico simples funciona da seguinte maneira: à medida que a luz solar atinge uma célula fotovoltaica (chamado na imagem acima de painel solar¹²), ela produz corrente elétrica, devido ao semicondutor, cujo mais utilizado, é o silício. Essa corrente elétrica, uma vez gerada, é recolhida pelos fios conectados a ela que, por sua vez, transferem a corrente para os demais componentes do sistema, especificamente o controlador de carga e, posteriormente, para o inversor que, como o nome já diz, transforma a corrente em energia elétrica. O excedente da energia, por conseguinte, é armazenado nas baterias, como mostra a figura 2. Esse excedente armazenado é utilizado nos horários de consumo de pico ou, em períodos que não ocorre radiação solar (KEMERICH e et al, 2016).

¹² Cada painel ou módulo solar fotovoltaico pode conter 36, 60 ou 72 células fotovoltaicas conexas em série.

Figura 2. Etapas do aproveitamento da energia solar.



Fonte: CRESESB, 2006.

Para exemplificar, apresentamos nas figuras 3,4 e 5 um painel e célula fotovoltaica e seu inversor, de um sistema localizado no município de Pindoretama-Ceará, pertencente a indústria de Santelisa Embalagens (Grupo Telles¹³). O grupo Telles optou por implantar, em 14 de outubro de 2016, nas mediações da indústria, a usina solar fotovoltaica com potência máxima de 3 MW.

O sistema solar fotovoltaico da indústria é composto por 3 plantas (blocos) de captação solar, tendo uma potência instalada total de 2.983,50kW (aproximadamente 3MW), possuindo no total 9223 células fotovoltaicas, interligadas através de 58 km de cabos de energia subterrâneos instalados. Todas as placas fotovoltaicas são da Malásia, marca *SunEdison*, com o semicondutor de silício, tecnologia espanhola. Trata-se, neste caso específico, de um sistema fotovoltaico ligado à rede elétrica.

¹³ Santelisa Embalagens faz parte do Grupo Telles, que, por sua vez, possui outras seis empresas, a saber: Agropaulo Agroindustrial, localizado no Rio Grande do Norte e no município de Jaguaruana/CE, Ypetro Distribuidora, Pecém Embalagens e Embalagens Santelisa (Pecém Agroindustrial), Yplastic em Fortaleza, Naturágua, também localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, Ipark e, finalmente, Amazonia Fitomedicamentos, uma empresa voltada a investimentos fitoterápicos. Durante o ano de 2018, esta pesquisadora realizou trabalho de campo na empresa com a finalidade de conhecer o sistema fotovoltaico utilizado.

Figura 3. Vista dos Painéis Fotovoltaicos da Industria Santelisa Embalagens.



Fonte: Autora da Pesquisa, 2018

Figura 4 e 5. Célula Fotovoltaica em série e Inversor, respectivamente.



Fonte: Autora da Pesquisa, 2018.

Uma vez compreendido a lógica do funcionamento de um sistema fotovoltaico e como o desenvolvimento desta tecnologia se deu ao longo do século XIX e XX, na secção a seguir, nos dedicaremos a refletir sobre como a energia fotovoltaica tem sido (re)produzida no espaço mundial.

2.3 Energia fotovoltaica no Século XXI

Vimos até este momento que, a tecnologia dos sistemas fotovoltaicos foi tomando forma de maneira gradual ao longo dos séculos XIX e XX. Sobretudo na segunda metade do século XX, pode ser visto um interesse maior em pesquisas científicas que possibilitassem que essa tecnologia hoje fosse realidade. Contudo, sua espacialidade nesses séculos supracitados foi experimental e incipiente.

Pinto Junior (2007, p.321), destaca os principais objetivos estabelecidos pelos países no tocante à geração de energia, e aqui, colocamos não somente a energia elétrica, mas a matriz energética de um modo geral

Os principais objetivos estabelecidos por diferentes países se concentram nos seguintes aspectos fortemente interdependentes: i) Por um lado, as preocupações com a segurança de abastecimento, envolvendo a valorização de recursos energéticos nacionais (evidentemente quando existe uma dotação natural de recursos) e a universalização do acesso à energia; e ii) por outro lado, observa-se uma preocupação crescente com as questões inerentes à sustentabilidade ambiental, eficiência energética e novas tecnologias de produção e uso de energia. No que tange à segurança de abastecimento, desde 2004 esse é um dos fatores mais críticos, devido a pelo menos três razões. Em primeiro lugar, os elevados preços do petróleo e a persistência a instabilidade geopolítica nas regiões produtoras tem suscitado a orientação de políticas apontando a diversificação da matriz energética no longo prazo. [...] Em segundo lugar, dada a proximidade do fim da vida útil de uma parcela considerável da capacidade instalada de energia [...] (PINTO JÚNIOR, 2007, p.321)

Nesse sentido, o enfoque na pesquisa científica e no desenvolvimento das tecnologias dos sistemas fotovoltaicos cresceram de maneira destacável a partir do final do século XX. Aquilo que, em meados de 1950, os jornais chamavam de futuro, tornou-se presente. Contudo, é importante ressaltar que, por estar em constante crescimento, de modo que, os dados que expormos aqui, brevemente já estarão desatualizados.

Conforme Neres (2019), até o início do século XXI, sabe-se que 90% da produção dos módulos fotovoltaicos eram feitos no Japão, nos Estados Unidos da América e na Europa. Sobretudo a partir das grandes multinacionais tais como Kyovrts, Siemens, Sanyo e BPsolar. Notadamente, a partir dos anos 2010 países como China e Alemanha ganharam destaque e tem se empenhado, do ponto de vista tecnológico, econômico e sociopolítico em expandir no mercado fotovoltaico.

Esse aumento exponencial e acelerado da fabricação e implantação de usinas fotovoltaicas se dá, principalmente, devido à redução do preço dos equipamentos necessários para a instalação e funcionamento dos módulos

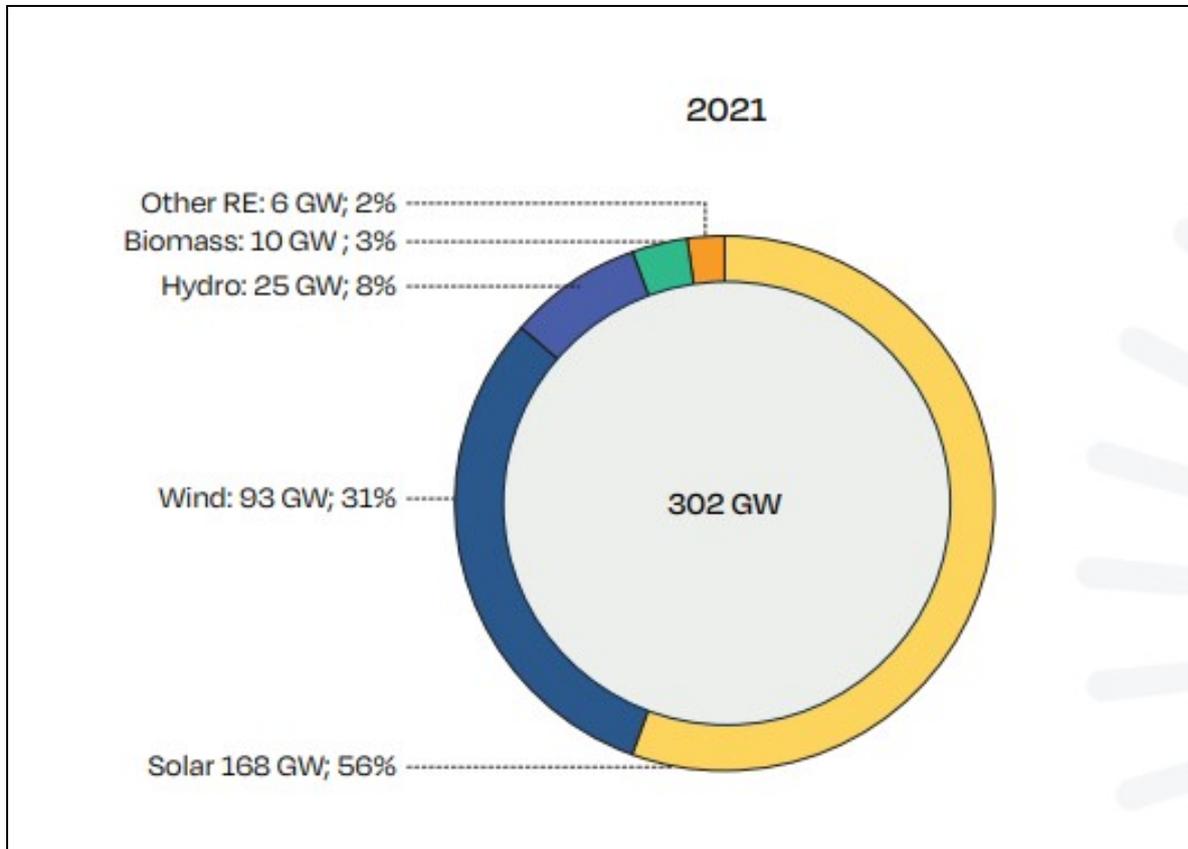
fotovoltaicos. Essa redução, por sua vez, ocorre devido a combinação de investimentos altos do setor privado e redução de impostos e formulação de políticas públicas de incentivo pelo setor público (REZENDE, 2019).

Zilles (2002), no livro *Fontes Alternativas de Energia e Eficiência Energética* cita que, a partir de 1999, houve um crescimento de programas de incentivo, sobretudo na Alemanha e no Japão, com vistas a ampliar a geração de eletricidade com fontes renováveis, priorizando os módulos fotovoltaicos e energia eólica. O autor chega a dizer que, na União Europeia, nesse mesmo período, os programas de incentivo chegaram a contribuir cerca de 12% na participação de fontes renováveis.

Desde a década de 2010, a energia fotovoltaica tem estado no topo dos *rankings* de geração de fontes renováveis instalada ao longo do globo. Em 2021, por exemplo, foram adicionados mais de 300GW, sendo que, 56% (167,8 *Gigawatts*) representa o modelo *on grid*, isto é, conectado a rede de distribuição. De fato, a energia solar fotovoltaica, em 2021, instalou sozinha mais do que as outras tecnologias renováveis combinadas (GLOBAL MARKET OUTLOOK, 2022).

Para ilustrar o que dissemos no parágrafo anterior, apresentamos o gráfico em pizza (gráfico 2), também elaborado pela *Global Market Outlook - GMO* com dados da *International Renewable Energy Agency - IRENA*, que revela a composição da capacidade instalada das energias renováveis no mundo em 2021 (com dados de 2020).

Gráfico 2. Capacidade instalada das energias renováveis no mundo em 2021.



Fonte: Global Market Outlook (2022), IRENA (2020).

Verificamos, a partir do gráfico que, outras fontes renováveis tais como Biomassa, Hidroelétricas e Eólica, juntamente com outras fontes renováveis não especificadas, correspondem a menos da metade da capacidade instalada no globo, dando destaque, portanto, ao crescimento da energia solar que, atualmente, corresponde 56%.

De acordo com a REN21¹⁴ (2018), países como China, Estados Unidos, Índia, Japão e Turquia, nessa ordem, aumentaram sua capacidade de geração da fonte solar fotovoltaica no ano de 2017. Tendo como ano base 2020, os dados

¹⁴ A REN21 comunidade global que estima o crescimento das energias renováveis, com ampla participação da comunidade acadêmica, governos, organizações não-governamentais – ONGs e indústria. São feitos anualmente relatórios e estatísticas mundiais sobre a geração de energia renovável.

mudam um pouco. Outros países aparecem destacando-se como maiores investidores em energias renováveis, como mostra a tabela 1.

Tabela 1. Investimento Anual e Adições de Capacidade e Produção de Fontes de Energias Renováveis em 2020.

Annual Investment / Net Capacity Additions / Production in 2020

Technologies ordered based on total capacity additions in 2020.

	1	2	3	4	5
 Solar PV capacity	China	United States	Vietnam	Japan	Germany
 Wind power capacity	China	United States	Brazil	Netherlands	Spain or Germany
 Hydropower capacity	China	Turkey	Mexico	India	Angola
 Geothermal power capacity	Turkey	United States	Japan	-	-
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	China	-	-	-	-
 Solar water heating capacity	China	Turkey	India	Brazil	United States
 Ethanol production	United States	Brazil	China	Canada	India
 Biodiesel production	Indonesia	Brazil	United States	Germany	France

Fonte: REN21, 2022.

Com base na tabela acima, percebemos que a China se mantém quase que unanimemente como a maior investidora e produtora de energias renováveis, não somente solar fotovoltaica, mas também nas fontes e tecnologias eólica, hidroelétrica e térmica solar.

Tabela 2. Empresas e Origem dos módulos fotovoltaicos no mundo.

EMPRESAS	PAÍS DE ORIGEM	FILIAIS INDUSTRIAIS
Jinko Solar	China	Malásia
GCL	China	
Trina Solar	China	Estados Unidos, Itália e Singapura
Canandian Solar	Canadá	China e Brasil
Hanwa Q Cells	Alemanha	Malásia, Coreia do Sul e China
JA Solar	China	Malásia
Risen Energy	China	
First Solar	Estados Unidos	Alemanha, Paquistão e Malásia
Talesun	China	
Chint/Astronergy	China	

Hareon Solar	China	
Eging	China	
SunPower	Estados Unidos	
ZNShine Solar	China	Japão e África do Sul
Renesola	China	
China Sunergy	China	
REC Solar	Estados Unidos	Singapura e Noruega
Seraphim	Estados Unidos	China
HT-SAAE	China	
Solar Frontier	Japão	
LG Chem	Coreia do Sul	Estados Unidos, China, Rússia, Alemanha, França, Japão e Índia
Phono Solar	China	
ET Solar	China	
BYD	China	Brasil
Hyunday Heavy	Coreia do Sul	
S-Energy	Coreia do Sul	
Vikram Solar	Índia	
Aleo Solar	Alemanha	
Heliene	Canadá	
Winaico	Taiwan	

FONTE: SEBRAE, 2017

No que diz respeito a tecnologia solar fotovoltaica, a tabela 2 mostra a supremacia chinesa ao que tange o desenvolvimento dela, seguidos da Alemanha e Estados Unidos da América.

O Brasil, por sua vez, aparece em destaque na produção de energia eólica, de etanol e biodiesel. No entanto, é importante situar aqui que, tais dados são uma reprodução da conjuntura que o mundo estava passando, sobretudo nos anos 2020 e 2021, com a pandemia ocasionada pelo Covid 19.

Notadamente, vimos com a pandemia do COVID 19 efeitos ainda mais claros da globalização. Sobre isso, Ianni, Dowbor e Resende (1997, p.25) no livro *Desafios da Globalização*, comenta que, “a sociedade nacional transformou-se em província da sociedade global” e, assim, “tornam-se evidentes os deslocamentos ou esvaziamentos dos princípios de soberania, hegemonia e cidadania”.

Com vistas a complementar essas informações da tabela 1, apresentamos abaixo uma segunda tabela que mostra os 10 maiores produtores de energia fotovoltaica, baseado nas estatísticas da IRENA (2020), GMO (2021) e a Key World Energy Statistics (2020). Importante ressaltar que os dados base foram de 2019.

Em ordem decrescente temos: República Popular da China, que representa hoje 32,9% da capacidade mundial instalada de sistemas fotovoltaicos *on grid*, isto é, conectados à rede, USA, Japão, Índia, Alemanha, Itália, Austrália, Coreia do Sul, Reino Unido e França.

Em 2021, 167,8GW da capacidade global da energia solar foi conectada a rede, um crescimento de 21% acima dos 139,2GW do ano anterior. Num ano caracterizado pelo aumento das ondas do novo Coronavírus SARS-COV-19 (COVID-19), bem como a crise energética que causou record na elevação dos preços da eletricidade em várias regiões ao redor do globo, muitos compreenderam que a energia solar é a solução necessária. (GLOBAL MARKET OUTLOOK, 2021, p.12).

Trazendo dados, agora dos anos de 2020-2021, compreendendo o cenário de pandemia, apresentamos abaixo gráfico que traz comparativamente o aumento na geração de energia fotovoltaica no mundo.

Se compararmos a tabela 3 que possui dados de 2019 e o gráfico 3 acima, podemos perceber que os quatro primeiros produtores de energia solar fotovoltaica no mundo se mantêm, mudando apenas o terceiro e quarto lugar, a saber: China, EUA, Índia e Japão. Outros países, por sua vez, aparecem no *ranking* tais como Brasil, Espanha e Polônia, assim como outros saem do destaque tais como França, Itália e Reino Unido.

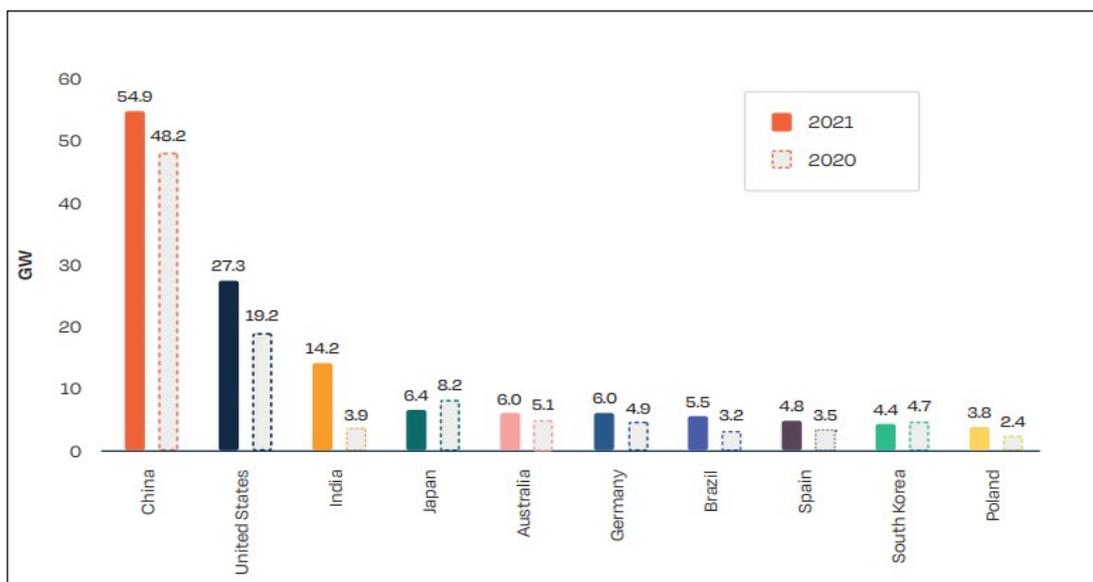
É interessante refletirmos que, apesar dos países em destaque, com exceção do Brasil e da Austrália, todos os outros estão acima da linha do Equador e, se formos observar os níveis da irradiação solar, sobretudo os países da Europa, encontram-se em desvantagem geográfica.

Tabela 3. 10 maiores produtores de energia solar fotovoltaica no mundo, porcentagem mundial e capacidade instalada.

PRODUTORES	TWh	% DO TOTAL MUNDIAL
CHINA	224	32,9
ESTADOS UNIDOS	94	13,8
JAPÃO	69	10,1
ÍNDIA	51	7,4
ALEMANHA	46	6,8
ITÁLIA	24	3,5
AUSTRÁLIA	15	2,2
COREIA DO SUL	13	1,9
REINO UNIDO	13	1,9
FRANÇA	12	1,8
RESTO DO MUNDO	120	17,7
MUNDIAL	681	100

Fonte: KEY WORLD STATISTICS, 2020.

Gráfico 3. Top 10 Mercados Solar Fotovoltaicos (2020 – 2021).



Fonte: Global Market Outlook (2022).

Há de se pensar, então, quais percalços tem se visto ao longo do caminho, tratando-se de Brasil, e sobretudo Nordeste, que ainda tem impedido que cheguemos a um lugar de destaque na geração de energia fotovoltaica.

3. O USO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Tendo como base aquilo que já vimos na secção anterior, o Brasil encontra-se quase que em sua totalidade territorial, numa posição geográfica favorável a alta irradiação solar na maior parte do ano e, por consequência, tem um potencial solar grande. O dia mais ensolarado na Alemanha, país destaque em tecnologia e geração fotovoltaica, por exemplo, gera menos energia do que o dia mais ensolarado no Brasil¹⁵.

A demanda por energia e a oferta de fontes renováveis economicamente viáveis em qualquer país está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento econômico, social e, até mesmo, político. Kon (1997) em seu artigo Tecnologia e Trabalho no Cenário da Globalização, confirma isso quando diz

O progresso técnico tem sido no decorrer da evolução sócio-econômica das nações o elemento-chave que impulsiona as economias, na busca da melhoria dos padrões de subsistência das sociedades, desde que acarreta o aumento do produto gerado pelo trabalhador ou o aumento na relação produto/insumos (KON, 1997, p.60)

Um exemplo, portanto, desse progresso técnico é a implantação de novas tecnologias no setor energético, tanto para a substituição dos finitos combustíveis fósseis como para a geração de energia elétrica com tecnologias renováveis e limpas.

Portanto, podemos afirmar que, a partir das crises do petróleo no século XX, a necessidade do desenvolvimento de tecnologias energéticas limpas e renováveis tornou-se latente e condição *sine qua non* (indispensável) para o crescimento econômico das nações. No Brasil, não foi diferente. O petróleo se tornou um bem indispensável para a produção de energia bem como fornecimento à indústria. Toda a infraestrutura brasileira, isto é, rede de transportes, produção de energia elétrica e setor industrial fora montada sobre as bases do petróleo. Logo, com as crises internacionais que acarretaram aumentos significativos dos barris de petróleo, trouxeram consequências econômicas drásticas que, por sua vez,

¹⁵ A Alemanha recebe 40% menos radiação do que o lugar menos ensolarado no Brasil. Ainda sim, ela encontra-se em vantagem tecnológica e em desenvolvimento da energia solar fotovoltaica, seja micro ou minigeração bem como geração centralizada. (MOREIRA JÚNIOR; SOUZA, 2020)

impulsionou o desenvolvimento de outras fontes substitutivas de energia (OLIVEIRA, 1984)

Concordando com esta ideia, Altmann (2002, p.14), escreve que

A disponibilidade de energia é base importante da existência humana, essencial à satisfação de necessidades básicas tais como alimentação, vestuário, habitação e também de mobilidade e comunicação. A fome de energia parece não ter limites em todo o mundo. Não são apenas os países em desenvolvimento que fazem valer seu legítimo direito ao crescimento econômico. Também nos países altamente industrializados não se consegue vislumbrar um cenário de satisfação plena desta demanda. Entretanto, o elevado consumo de energia e as correspondentes emissões de dióxido de carbono á ameaçam a estabilidade ecológica da Terra. Ao mesmo tempo, os conflitos pela distribuição das últimas reservas de petróleo e gás ameaçam a sociedade civil” (ALTMANN, 2002, p.14).

Percebe-se que, a busca pelo desenvolvimento de fontes energéticas estáveis e duráveis é fundamental para a satisfação das necessidades básicas ou não da sociedade bem como índice que possibilita um legítimo crescimento e desenvolvimento econômico. A partir da crise do petróleo, as nações tiveram que “encontrar outra fonte energética que possa substituí-lo (OLIVEIRA, 1984, p.108).

O Brasil, devido sua gigantesca biodiversidade, certamente possui múltiplas fontes de energia até melhores do que o petróleo. Faz-se necessário ao Estado, portanto, desenvolver estas potencialidades.

Com efeito, a busca por inovações tecnológicas é basilar para o aumento da produtividade e eficiência no uso dos recursos naturais, e, por consequência, os reflexos desse aumento são vistos nas economias mundiais (KON, 1997).

Corroborando com esse raciocínio, Pinto Júnior (2007, p. 293) diz

A infraestrutura energética tem papel fundamental no crescimento econômico, surgindo como um dos fatores mais importantes na criação de condições estruturais para que ele ocorra. Pode ser afirmado que sem energia não há crescimento econômico sustentável. Devido a sua natureza intensiva em capital, a atividade energética é chave na formação bruta de capital fixo, portanto na determinação do montante de investimento de um país ou região. Considerada um insumo essencial para um vasto conjunto de atividades econômicas e sociais, a energia desempenha papel importante na esfera distributiva ao longo das cadeias produtivas e entre indivíduos, setores produtivos, regiões e países. [...] Insumo fundamental, a energia é um fator determinante na competição capitalista, com sua disponibilidade e seu preço definindo, muitas das vezes, os vencedores e perdedores do jogo da concorrência. (PINTO JÚNIOR, 2007, P.293)

Nesse sentido, esta seção tem o objetivo de explicar a utilização dos recursos energéticos renováveis no Brasil, suas redes e técnicas utilizadas nos últimos 20 anos. Essa conjuntura é importante para entendermos a produção do

espaço cearense a partir desse novo agente de desenvolvimento, a saber, a energia solar fotovoltaica.

Muito se tem falado sobre recursos renováveis, tecnologia limpa e alternativa. Contudo, faz-se necessário, antes de explanarmos como estes recursos tem sido explorados e desenvolvido no Brasil, entender melhor a definição destas nomenclaturas e conceitos, a fim de nos apropriarmos corretamente deles.

.3.1 Recursos Energéticos Renováveis e não Renováveis

É necessário entendermos que os recursos energéticos renováveis são, sobretudo, recursos naturais e, como tal, significam ser toda e qualquer matéria encontrada na natureza com propriedades úteis para o desenvolvimento das atividades humanas.

Conforme Agüero (1996) a primeira distinção entre os recursos naturais, dividiu-os em recursos esgotáveis como os minerais, olarias e pedrarias e, recursos perenes tais como a agricultura e a pesca.

Mais adiante, ainda conforme Agüero (1996), os recursos naturais seriam classificados por Ciriacy-Wantrup¹⁶ como recursos renováveis e irrenováveis onde, os primeiros são aqueles cujos estoques são renovados constantemente enquanto, os segundos, não possuem condições para que seu estoque se renove.

Aproximando-se da nomenclatura atual, os recursos renováveis, de acordo com May, Lustosa e Vinha (2003) são aqueles reprodutíveis e, os não renováveis, àqueles esgotáveis, exauríveis e não reprodutivos.

No entanto, a proposição de recursos renováveis e não renováveis possui a crítica de que, todo recurso torna-se renovável em alguma escala de tempo. Franco *apud* Marques (2009, p.24) corroborando com essa ideia, traz à comunidade acadêmica a proposição de recursos sustentáveis são aqueles que “as taxas de reposição são iguais as taxas de uso” e os recursos não sustentáveis são aqueles cuja “a extração e o uso excede em muito as taxas de reposição”.

De um modo geral, entende-se que as fontes não renováveis são aquelas que depois de utilizadas e esgotadas, são incapazes de serem produzidas novamente. As renováveis, por sua vez, são repostas pelas forças da própria natureza.

¹⁶ Conforme Borges (2017, p.16), Ciriacy-Wantrup foi um economista alemão que se dedicou aos estudos da economia do uso e conservação dos recursos naturais, com uma abordagem centrada nos desafios e valores aí envolvidos.

Por conseguinte, os recursos energéticos, tanto os renováveis como os não renováveis, possuem outras classificações. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2017), eles podem ser classificados em recursos primários e secundários. Os primários são os recursos encontrados de forma direta na natureza, tais como a lenha, o gás natural, o carvão mineral entre outros; os secundários, por sua vez, são aqueles que precisam da energia primária para se transformar – é o caso da eletricidade e da gasolina, por exemplo.

Outro termo comumente utilizado é a classificação do recurso energético quanto à sua tecnologia, sendo classificadas como energias convencionais e energias alternativas.

As convencionais são aquelas que possuem a tríade: baixo custo, tecnologia difundida e relevante impacto ambiental. As energias alternativas, por outro lado, são aquelas que visam diminuir o impacto ambiental, ainda que sua tecnologia ainda não seja tão difundida. Ainda é o caso da energia advinda da biomassa, por exemplo.

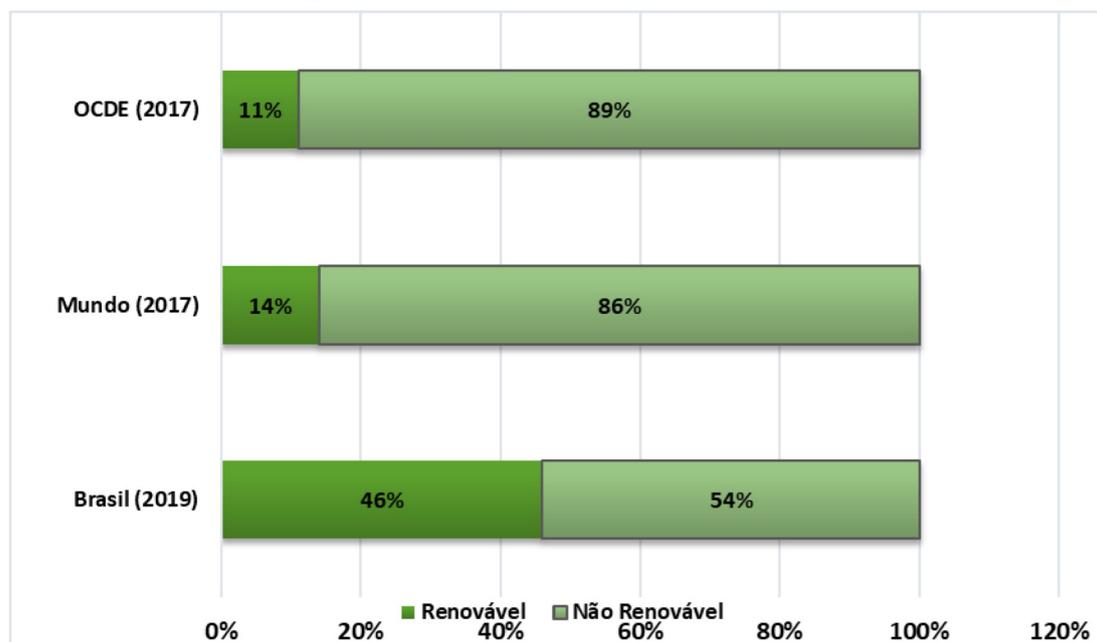
Além destas classificações acima descritas – recursos renovável, não renovável, primários, secundários, alternativo ou convencional, também tem-se a energia autóctone e a alóctone. Esta primeira ocorre quando a energia que é produzida é consumida em locais próximos onde ocorreu a produção, como pode ocorrer com a energia solar, por exemplo. Já a segunda, por oposição, a energia consumida advém de locais de produção distantes (SAKAKIBARA, 2014).

Por conseguinte, também se classifica a energia quanto aos impactos por ela gerados. A energia limpa, erroneamente, é abordada por muitos como sinônimo de energia renovável. No entanto, isto é um equívoco. Classifica-se como energia limpa aquela que possui baixa emissão de carbono (ELETROBRAS, 2018) e, por antagonismo, a energia suja como aquela cuja emissão de carbono é considerada em níveis elevados.

Além disso, os recursos energéticos também podem ser classificados conforme seu acesso ao recurso, sendo, portanto, classificados em recursos livres, onde qualquer pessoa pode ter acesso a fonte sem custo algum (como é o caso da energia eólica e solar, por exemplo) e, em recursos privados que, por sua vez, a fonte do recurso é restrita a àqueles que a possuem, como o petróleo e o gás natural.

Para melhor ilustrar os tipos de recursos energéticos que podem ser encontrados na atualidade, conforme suas diversas classificações, elaborou-se o quadro esquemático 1 (ver próxima página). Com efeito, tomando como base as classificações acima detalhadas, entende-se que, a energia solar fotovoltaica, então objeto de estudo desta pesquisa, de uma maneira holística pode ser classificada como um recurso natural energético primário, renovável, sustentável, alternativo, autóctone ou alóctone e de fonte limpa, podendo este recurso ser capturado de maneira livre ou privada.

Gráfico 4. Comparação internacional da participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE), Brasil, Mundo e OCDE.



Fonte: EPE, 2020.

O Brasil, em comparação com outros países sempre se destacou como um país de alto percentual de oferta fontes renováveis de energia, como mostra o gráfico 4, sobretudo devido ao seu potencial hidroelétrico. Sua redução na participação das energias renováveis se deu no período de 2011 – 2014 quando, em decorrência da diminuição dos índices pluviométricos anuais.

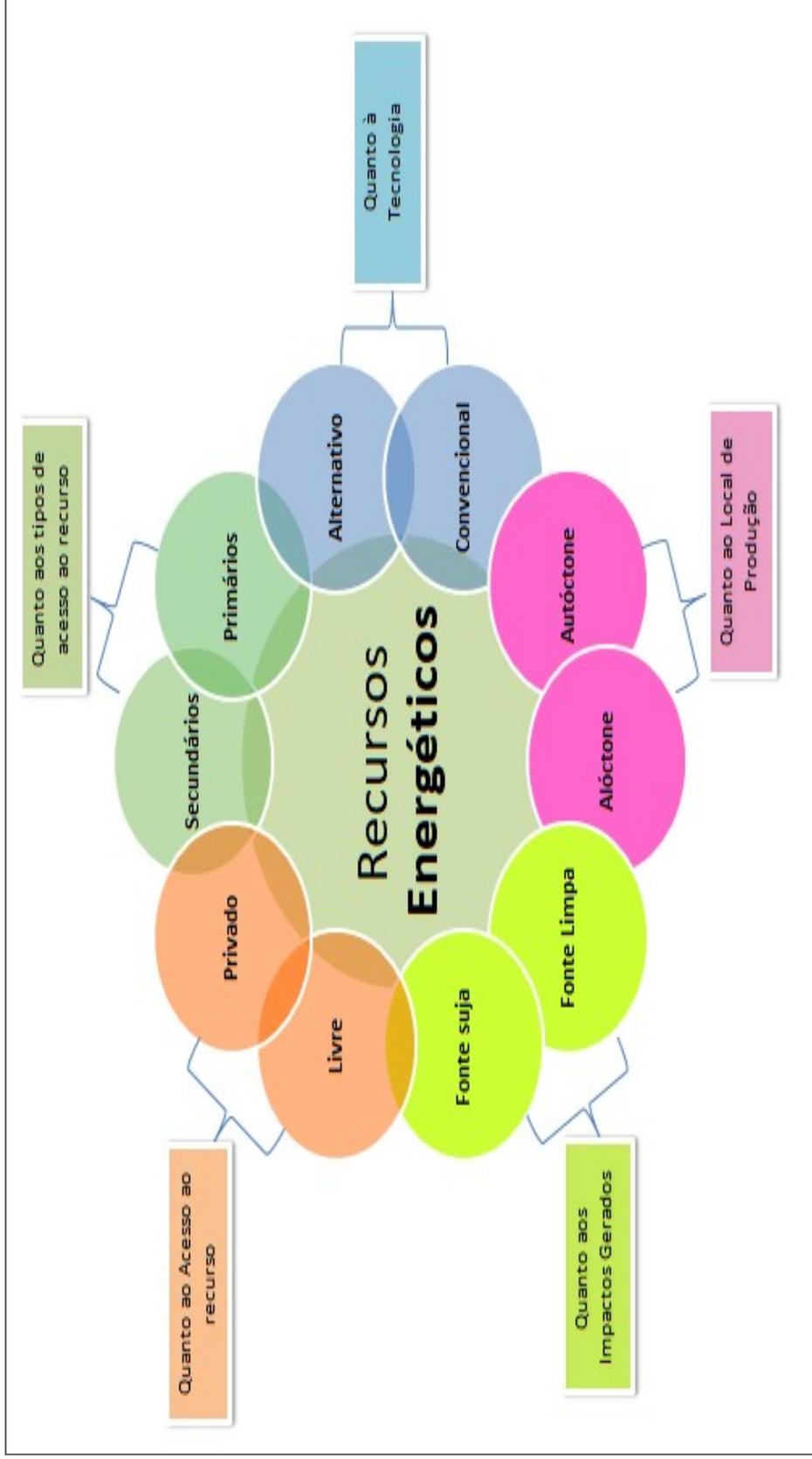
O gráfico acima demonstra o destaque que temos no tocante a participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE), sobretudo ao

compararmos o Brasil com os países membros da OCDE¹⁷. Conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), atualmente, o Brasil também vem se destacando na geração de outras energias renováveis para além da hidráulica, sobretudo as energias por fonte como eólica e solar fotovoltaica.

Uma vez entendida a distinção dos conceitos de fontes renováveis e não renováveis, limpas ou não, na subsecção seguinte, traçaremos um panorama de como as fontes renováveis tem sido desenvolvidas no Brasil ao longo dos últimos 20 anos – 1990 à 2020, a partir de dois ambientes importantes: o ambiente regulado e o ambiente livre..

¹⁷ Os países-membros são: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Coreia do Sul, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, México, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia, Suíça e Turquia

Quadro 1. Esquema Resumido dos Tipos de Recursos Energéticos na Atualidade e suas classificações.



Fonte: Autora da pesquisa, 2018.

3.2 Ambientes de Geração de Energia Elétrica no Brasil

Para melhor entender a dinâmica entre o consumo e a distribuição de energia elétrica no Brasil, seja esta por fonte solar fotovoltaica ou outra fonte renovável, vale a pena diferenciar, conforme a legislação elétrica atual brasileira, como se dá as categorias pelas quais podem ser comercializadas as fontes de energia conforme sua produção/geração.

De modo geral, a energia elétrica no Brasil pode ser gerada em dois ambientes distintos, a saber: o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Conforme a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE (2019), existem algumas distinções essenciais entre o ACR e o ACL.

Com o objetivo de sintetizar estas diferenças, apresentamos a tabela 3. Os participantes no ambiente de contratação livre podem ser tanto as empresas que geram energia ou a comercializam como, também, o próprio consumidor.

É o caso, por exemplo, de empresas que geram energia solar fotovoltaica em determinado local e comercializa esse potencial para consumidores específicos que, não necessariamente, detém a propriedade do espaço onde está sendo gerada a energia. Nesse ambiente livre, o tempo de contrato, preço e condições de contratação são estipuladas entre as partes envolvidas, isto é, vendedor e comprador.

No ambiente de contratação regulado (ACR), por sua vez, os participantes podem ser aqueles que geram, comercializam ou distribuem a energia, no entanto, estes só podem traçar linhas de negócios mediante leilões invertidos estipulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que é o órgão federal regulador. A partir da tabela abaixo, percebemos que, o ambiente de contratação livre é dominado pela relação de mercado – comprador e vendedor, enquanto, o ambiente de contratação regular tem a importante regulação vinda das agências do Estado Brasileiro. O Estado se torna maior no ACR.

Tabela 3. Diferença entre Ambiente de Contratação Regulado e Ambiente de Contratação Livre.

	PARTICIPANTES	CONTRATAÇÃO	TEMPO DE CONTRATO	PREÇO
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE (ACL)	Geradoras, comercializadoras, consumidores livres e especiais	Livre negociação entre compradores e vendedores	Acordo livre entre as partes envolvidas	Acordado entre o comprador e o vendedor
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADO (ACR)	Geradoras, distribuidoras e comercializadoras. As comercializadoras podem negociar energia somente nos leilões de energia existente – (Ajuste e A-1)	Realizados por meio de Leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL	Regulado pela Aneel, denominado Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR)	Estabelecido no Leilão

Fonte: CCEE, 2019 (Adaptado pela autora da pesquisa).

3.2.1 Ambiente de Contratação Regulado e as Centrais Geradoras

De modo geral, as centrais ou usinas geradoras que são implantadas a partir de leilões¹⁸, são normatizadas a partir do ACR enquanto a mini e microgeração de energia, isto é, a geração distribuída é normatizada pelo ACL.

Não obstante, cabe nesse momento também diferenciar a geração centralizada da geração distribuída. A dinâmica da geração centralizada, como a tabela 3 mostrou, é regulada a partir de um leilão. Isso passou a ocorrer a partir do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA, sobretudo por meio de uma reformulação importante feita na Lei nº10.848/2004 e o no Decreto nº5163/2004.

Estas normativas estabeleceram novas regras para a comercialização da energia elétrica bem como modificaram a dinâmica da outorga das concessões e autorizações. A partir deste momento, a contratação para novos empreendimentos de geração de energia elétrica seria estabelecida e normatizada pela citada lei e decreto. Por ocasião de uma comercialização no ACR, os novos empreendimentos só seriam passíveis de implantação se ganhassem os leilões reversos, isto é, ganha os que oferecem o megawatt/hora por um menor preço.

Sobre estes dois ambientes, o ACR e o ACL, Veiga (2013, p.133), explica que

[...] a venda de energia entre agentes e consumidores se daria em dois ambientes de contratação: **REGULADO (ACR), por meio de leilões, com editais elaborados pela Aneel**, observando as diretrizes e os preços-teto fixados pelo MME por meio de duas modalidades: pela quantidade de energia ou pela disponibilidade de energia; **LIVRE(ACL), por meio de contratos bilaterais entre agentes e consumidor ou consumidores**, cuja carga seja maior ou igual a 3MW, em condições normais, ou de 500MW (grifo nosso). Os leilões para o suprimento do mercado regulado (...) podem ser do tipo A-5, que envolve projetos de maior prazo de construção, como hidrelétricas e termelétricas de maior porte, e são realizados cinco anos antes da entrega da energia; ou do tipo A-3, do qual podem participar projetos com prazo de construção inferior a três anos, a exemplo de Pequenas Centrais Hidroelétricas, eólicas e térmicas, exceto carvão, onde se pode ajustar a demanda dois anos após as compras realizadas no leilão A-5 (VEIGA, 2012,133).

¹⁸ Segundo a EPE (2022), “a realização de leilões para expansão da oferta de energia elétrica foi um mecanismo introduzido na reforma do setor elétrico e consolidado com a efetiva participação de várias instituições do Setor Elétrico Brasileiro, inclusive a EPE. Esses leilões constituem pilares do arranjo institucional introduzido em 2004. Desde o primeiro leilão, tem sido fundamental a participação da EPE, seja contribuindo para o aperfeiçoamento das regras e dos parâmetros básicos definidos nas portarias de diretrizes do MME, seja conduzindo todo o processo de habilitação técnica dos empreendimentos de geração participantes.”

Desse modo, as centrais geradoras são estabelecidas a partir de leilões regulados pela ANEEL, e, toda a energia gerada por elas deve ser transmitida e interligada ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, integrante do Sistema Interligado Nacional – SIN, que, por sua vez, destinará a distribuição da energia para os espaços específicos no sistema.

Conforme o marco regulatório introduzido a partir da Lei nº 10.848, de 2004, o SIN, que trata da expansão da oferta de energia elétrica no Brasil, é regulado a partir de leilões reversos no ACR. Existem, na atualidade do sistema energético brasileiro, alguns tipos de leilões, tais como: leilão de energia nova, leilão de energia existente, leilão de reserva e leilão de transmissão. Cada um destes leilões são instrumentos de expansão de energia no país e estabelecem o prazo que a energia deverá ser integrada ao sistema nacional.

Com base dos dados do Observatório da Energia Elétrica do Brasil, o Instituto Acende Brasil (2012), apresentamos o quadro 4 na próxima página que, resume os tipos de leilões bem como suas finalidades e especificidades.

É importante ressaltar que, tais leilões proporcionam a livre concorrência entre os agentes do setor elétrico bem como atraem investimentos de empreendedores de diversos países. Por um lado, esta concorrência abre oportunidades de negócios, reduz custos e prazos para construção de novas instalações de transmissão e geração; por outro lado, esta dinâmica retira do Estado a responsabilidade de proporcionar o direito à energia e, permite que tal mercadoria, tão importante para o desenvolvimento do país, fique à mercê de multinacionais.

Essa diminuição da responsabilidade do aparelho de Estado em relação ao fornecimento de energia está amparada na teoria prática-política do neoliberalismo que, segundo Harvey (2005), propõe trazer bem-estar às sociedades a partir da liberdade das capacidades empreendedoras individuais, a partir da consolidação do direito à propriedade privada bem como ao livre comércio e livre mercado. Essa mudança das atribuições dos governos locais e metropolitanos com respeito às nações-Estados e às forças globais (...) “tem sido uma importante maneira de ampliar o papel de uma escala particular da organização humana nos últimos vinte anos” (HARVEY, 2011, p. 115).

Seguindo esse raciocínio, Harvey (2005), continua sua explanação sobre o neoliberalismo afirmando que este, enquanto projeto político, tem o objetivo de

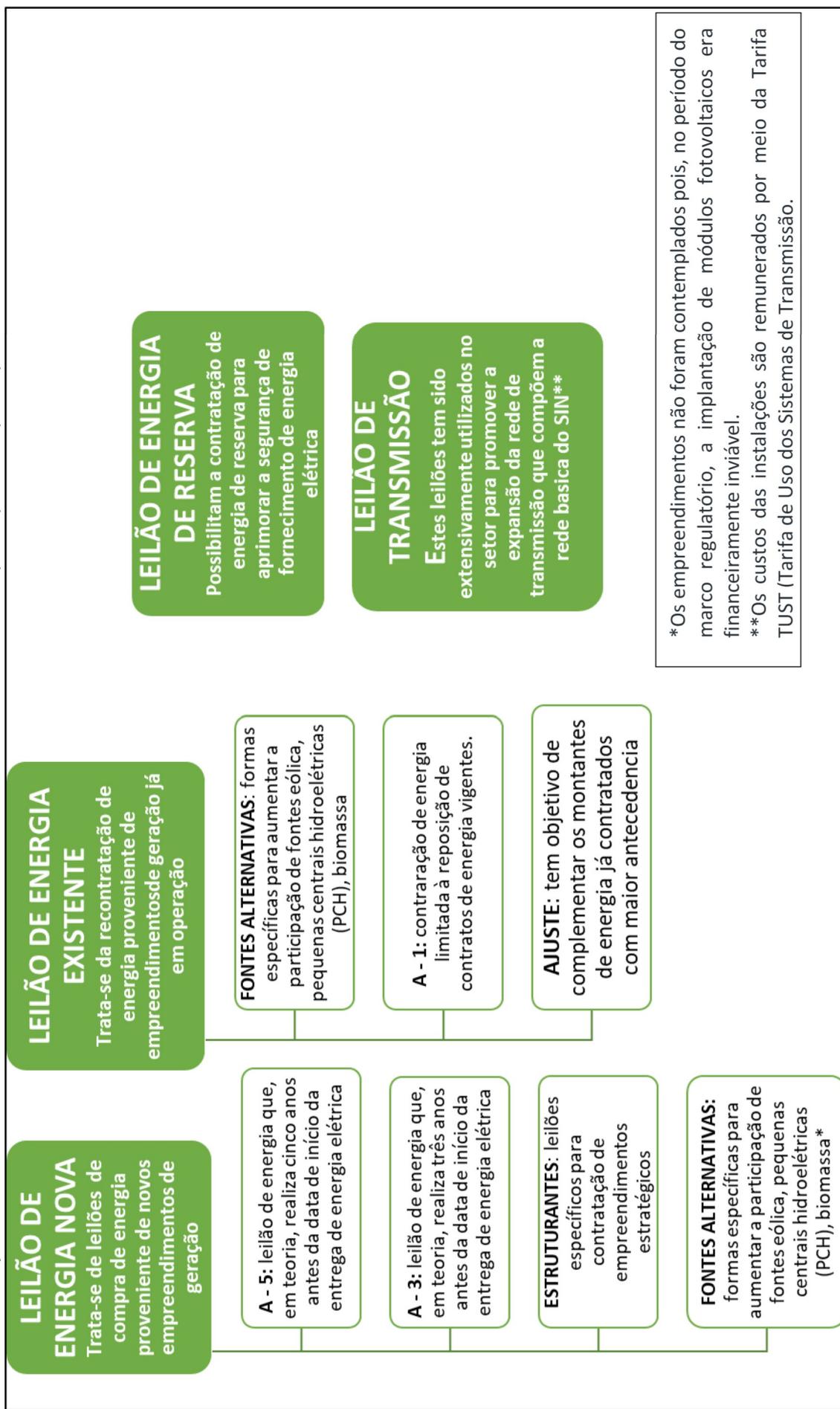
reestabelecer as condições de acumulação do capital e reestruturar o poder das elites econômicas, o que, efetivamente, conseguiu, apesar de não alcançar a eficácia no que diz respeito a revitalização da acumulação do capital global.

Portanto, a partir dos leilões, vemos uma espécie de terceirização no fornecimento da infraestrutura energética ao mesmo tempo que o Estado amarra em suas rédeas certas condicionantes a partir das agências e órgãos reguladores, tais como a Aneel, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, a EPE e o próprio Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

Este marco regulatório que possibilitou essa maneira de desenvolver o sistema elétrico brasileiro nos anos 2000, trata-se de uma nova roupagem neoliberal, a saber, o neodesenvolvimentismo, que possui com claro objetivo e direção do desenvolvimento capitalista, sem deixar de comprometer a dívida pública e inibir a capacidade do investimento do Estado, permitindo, assim, uma abertura comercial facilitada para empresas estrangeiras (BOITO JR, 2016).

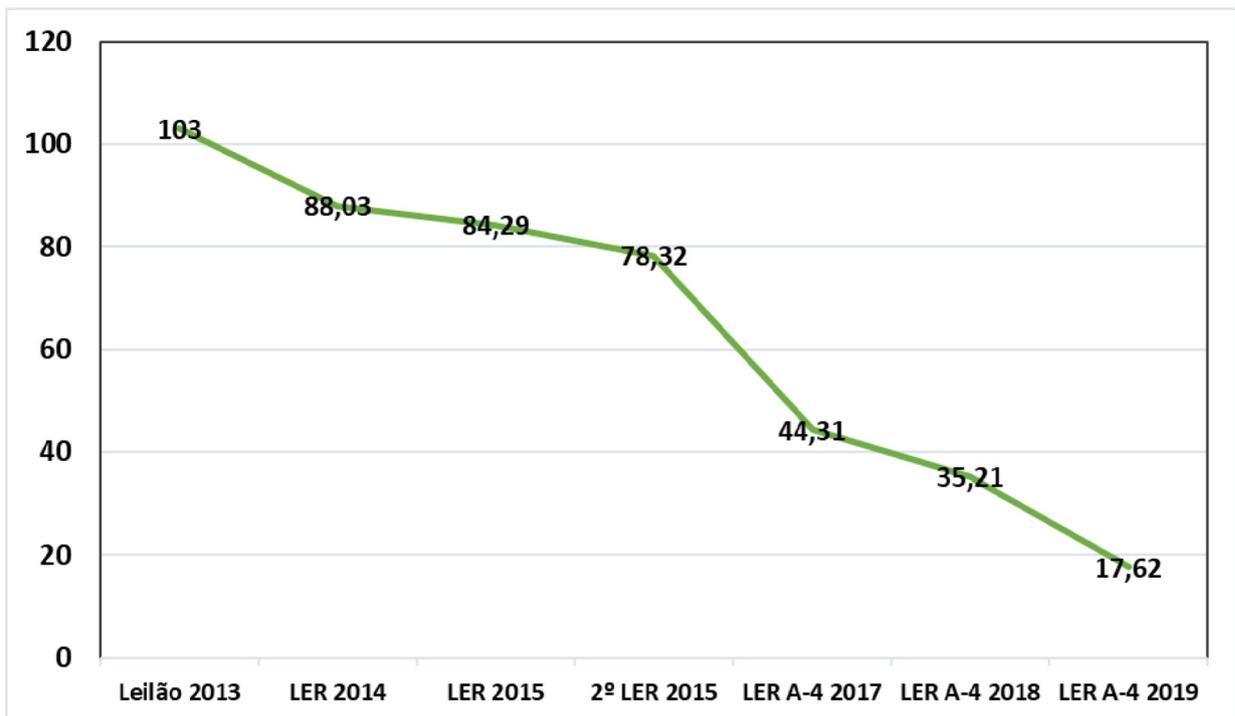
Nesse sentido, dentro do mercado regulado, os leilões tem a lógica de atrair investidores que irão implantar energia nova, isto é, novos empreendimentos, num tempo limite teórico que varia de 3 (três) a 5 (cinco) anos. Falamos tempo limite teórico porque é sabido que, grande parte dos empreendimentos entregam as usinas e centrais geradoras com atraso. Existe, também, leilões específicos para fontes alternativas que, no período do marco regulatório, não contemplava a energia solar devido ao custo-benefício, no entanto, nos dias atuais, adequa-se também a esta fonte de energia.

Quadro 2. Tipos de Leilões Reversos no Brasil. Fonte: Instituto Acende Brasil (2012), FIEC (2017)



Para melhor compreensão, o gráfico 5 abaixo, mostra a redução do preço da energia por fonte solar fotovoltaica a partir do mercado regulado, isto é, como os investimentos para instalação das centrais fotovoltaicas no Brasil até 2019 tem se comportado. Esta figura faz parte do infográfico mensal da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR.

Gráfico 5. Evolução do Preço em Reais (R\$) da Fonte Solar Fotovoltaica em Mercado Regulado Fotovoltaica.



Fonte: ABSOLAR, 2020.

Notamos que, o preço médio do *megawatt* pela fonte solar fotovoltaica caiu de R\$ 103,00 para R\$17,00 num período de 6 anos, o que é um grande avanço, tendo em vista que os primeiros leilões realizados para a energia solar fotovoltaica, o preço médio era de R\$ 215,12 MW/h (NASCIMENTO, 2017). Ainda conforme a ABSOLAR (2019), em 2019, o montante de investimento nesse setor elétrico foi de aproximadamente 21,3 bilhões de reais.

Esse avanço no barateamento das infraestruturas básicas para possibilitar a difusão da tecnologia fotovoltaica no Brasil se dá ao fato de que, uma vez que o Estado cede seu espaço e poder a empresas transnacionais, aumenta-se a concorrência e, portanto, o preço cai. “Muitas empresas transnacionais passaram

a desempenhar papéis que antes cabiam ao Estado, inclusive em parceria na criação de infraestruturas básicas” (HAESBAERT; PORTO-GONÇALVES, 2006, p.53).

Sobre a chegada das novas tecnologias a partir de uma diminuição do papel do Estado, Haesbaert e Porto-Gonçalves (2006) escrevem

As novas tecnologias na condição de objetos devem ser compreendidas em conjunto com o sistema de normas e regulações a que estão associadas. A flexibilidade locacional das empresas, possível tecnicamente, vem junto com as políticas de flexibilização da legislação trabalhista; a diminuição do papel do Estado vem conjugada à condenação de todo nacionalismo e retira dois pilares do exercício da soberania do Estado – nação: 1 – o militar, na medida em que as novas tecnologias de morte são globais (mísseis balísticos intercontinentais, controles remotos por meio de sensores remotos por satélite); 2 – o financeiro, com os organismos internacionais mudando seu papel de organismos de reconstrução e desenvolvimento para organismos de controle financeiro.(HAESBAERT; PORTO-GONÇALVES, 2006, p.56)

Nesse sentido, apesar da livre concorrência proporcionar uma queda nos preços dos módulos solares ao longo de pouco tempo, como vimos no gráfico da página anterior, as novas tecnologias também chegam nos espaços impregnadas de intencionalidade exercendo influência sobre a perda do poder dos Estados.

Conforme a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2014), a energia solar fotovoltaica inicialmente foi incluída pelo Ministério de Minas e Energia – MME nos leilões de energia A-3/2013 e A-5/2013 competindo igualmente com outras energias renováveis já consolidadas no país como a energia eólica. No entanto, à época, nenhum projeto fotovoltaico fora vendido uma vez que, os custos para a implantação do mesmo, ainda eram muito altos.

Posteriormente, no leilão nº008/2014, o governo realizou novo Leilão de Energia de Reserva - LER 2014, específico para a fonte solar. Fora nesse período que o preço médio para contratação era de R\$ 215,12MW/h. Em 2015, um novo leilão fora realizado e, agora, resultou na contratação de 231,5MW médios, materializado na contratação de 33 empreendimentos de fonte solar (NASCIMENTO, 2017).

Em 2019, a conclusão do cadastramento para o Leilão A-4/2019 feita pela EPE apresentou um montante de 1581 projetos cadastrados, totalizando 51.024 MW de capacidade instalada, sendo as mais representativas as fontes solar fotovoltaica e eólica, com 751 projetos cadastrados em cada, conforme mostra a tabela 4 abaixo.

É notável, nesse sentido que, cinco anos após os primeiros leilões com inclusão de energia solar fotovoltaica, esta fonte tem se tornado mais viável no mercado brasileiro.

A medida que a tecnologia se torna mais acessível, o preço do *megawatt/hora* também tem baixado de maneira considerável. A energia fotovoltaica chega, na realidade, como mais uma possibilidade de acumulação. Este é, essencialmente, um dos papéis das técnicas, como diz Santos (2011, p.29):

A revolução tecnológica, isto é, a nova revolução científica, aparece como essencial. De fato, o sistema tira daí modos de aumentar a acumulação e, graças aos progressos na difusão das ideias, encontra os meios de impor novas ideias dominantes (SANTOS, 2011, p.29).

Percebe-se que, no ambiente de contratação regulado, o principal agente que irá influenciar tanto no acesso quanto na variação do preço, é a agência reguladora de energia elétrica, neste caso, a ANEEL.

Tabela 4. Resumo dos Cadastros para o leilão A-4/2019.

FONTE	PROJETOS	OFERTA (MW)
EÓLICA	751	23.110
FOTOVOLTAICA	751	26.253
HIDRELÉTRICAS - UHE	4	164
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS - PCH	44	606
CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS - CGH	12	32
TERMELÉTRICAS A BIOMASSA	19	1.039
TOTAL	1.581	51.204

Fonte: EPE, 2019.

Assim, ainda que o Estado perca um pouco de sua autonomia cedendo aos investidores sua responsabilidade no que diz respeito ao fornecimento de energia, ele também continua regulando através das agências de regulação tais como Aneel.

Nesse sentido, a geração centralizada está para o ambiente de contratação regulado enquanto a geração distribuída, está para o ACL - Ambiente de Contratação Livre, onde não é necessário concorrer com outras empresas através do mecanismo do leilão reverso, como veremos na subsecção abaixo.

3.2.2 Ambiente de Contratação Livre e a Geração Distribuída

De um modo geral, a geração distribuída consiste no fato do próprio consumidor poder gerar sua energia para fim específico ou contratar uma empresa para tal.

Significa dizer, portanto, que na geração distribuída a energia gerada não é administrada ou transmitida pela ONS ou SIN. Ela é de responsabilidade do consumidor que também pode ser o gerador. Conforme a Lei nº10848/2004, art. 2º,

Art. 2º As concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN deverão garantir o atendimento à totalidade de seu mercado, mediante contratação regulada, por meio de licitação, conforme regulamento, o qual, observadas as diretrizes estabelecidas nos parágrafos deste artigo, disporá sobre: § 8º No atendimento à obrigação referida no caput deste artigo de contratação da totalidade do mercado dos agentes, deverá ser considerada a energia elétrica: (...) II- proveniente de: a) geração distribuída, observados os limites de contratação e de repasse às tarifas, baseados no valor de referência do mercado regulado e nas respectivas condições técnicas (BRASIL, 2004);

Para regulamentar a supracitada lei, o Decreto nº 2.653, de 30 de julho de 2004, detalhou como deveria ser o modelo de contratação de geração distribuída pelas distribuidoras. Este instrumento jurídico delimitava que, somente empreendimentos provenientes dos agentes autorizados, permissionários ou concessionários poderiam fazer parte da geração distribuída, não prevendo na forma da lei a possibilidade de unidades consumidoras instalarem, por exemplo, painéis solares fotovoltaicos para consumo próprio de energia elétrica e/ou injeção do excedente de energia na rede.

Esse posicionamento era restritivo e, ainda garantia a regulação do Estado, seja este na figura das concessionárias, nas formas de geração de energia. Foi somente em 2012 que a ANEEL ampliou através da Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012 (CARVALHO et al, 2018), a geração de energia solar fotovoltaica em unidades consumidoras, isto é, de forma autônoma, estabelecendo quais eram as condições gerais para a geração distribuída no ramo solar fotovoltaica, delimitando a micro e a minigeração, bem como tornando possível

a compensação de energia, isto é, injeção da energia produzida excedente na rede, sendo esta, abatida do consumo da própria unidade ou de outra do mesmo titular.

Em 2015, a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012¹⁹ foi alterada pela Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, que, por sua vez, estabeleceu definições para a microgeração e a minigeração distribuída, bem como para o sistema de compensação de energia elétrica e geração compartilhada.

A supracitada resolução definiu que:

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições: **I - microgeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; **II - minigeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; **III - sistema de compensação de energia elétrica:** sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; **IV - melhoria:** instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, visando manter a prestação de serviço adequado de energia elétrica; **V - reforço:** instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários; **VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras:** caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; **VII – geração compartilhada:** caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; **VIII – autoconsumo remoto:** caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada (grifo nosso). (ANEEL, 2015).

¹⁹ Esta Resolução Normativa ANEEL também foi alterada pela Resolução Normativa ANEEL nº 786, DE 17 DE OUTUBRO DE 2017. De igual modo, a Ren nº714/2016 também complementou estas supracitadas resoluções.

Para melhor compreensão da Resolução Normativa Aneel, elaboramos a tabela 5 para sintetizar algumas categorias delimitadas pela normativa, a saber, microgeração distribuída, minigeração distribuída, sistema de compensação de energia elétrica, melhoria, reforço, empreendimento com múltiplas unidades consumidoras, geração compartilhada e autoconsumo remota.

Grosso modo, a maior distinção entre a micro e a minigeração será a potencia instalada onde, na microgeração, não poderá ser igual ou superior a 75kW e, na minigeração, poderá ser superior a 75kW, não excedendo o limite de 5mW. O sistema de compensação de energia elétrica, por sua vez, implica em injetar o excedente da energia gerada pela unidade consumidora, na rede de distribuição, sendo abatido o valor na conta de energia da unidade,

A grande novidade desta Resolução Normativa ANEEL é que, além de definir os tipos de geração distribuída, ela também possibilitou uma nova modalidade de geração que são os empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras. Basicamente, nesta modalidade, a energia gerada pode ser repartida em porcentagens definida entre os próprios condôminos.

Analisando esta resolução, sobretudo a questão da geração de energia compartilhada, percebe-se mais uma vez a diminuição latente da presença do Estado no que diz respeito a garantia do direito da energia elétrica, possibilitando ao próprio consumidor a possibilidade e a responsabilidade da geração, dando a ele maneiras de diminuir as tarifas através dos mecanismos de compensação de energia elétrica.

Para se ter uma noção sobre como a geração distribuída tem se estabelecido no Brasil, 99,6% das conexões de micro e minigeração distribuída no Brasil são de fonte solar fotovoltaica. Em 2019, mais de R\$ 4 bilhões de reais foram acumulados em investimentos relacionados a geração distribuída por fonte solar fotovoltaica.

Além disso, mais de 66.529 sistemas solares estão conectados à rede de distribuição, o que representa um montante de aproximadamente 82 mil consumidores recebendo energia elétrica por meio da geração local ou de geração compartilhada ou autoconsumo remoto. Em 2022, o número de consumidores já ultrapassa a marca de 1 milhão e 200 mil (ABSOLAR, 2019;2022).

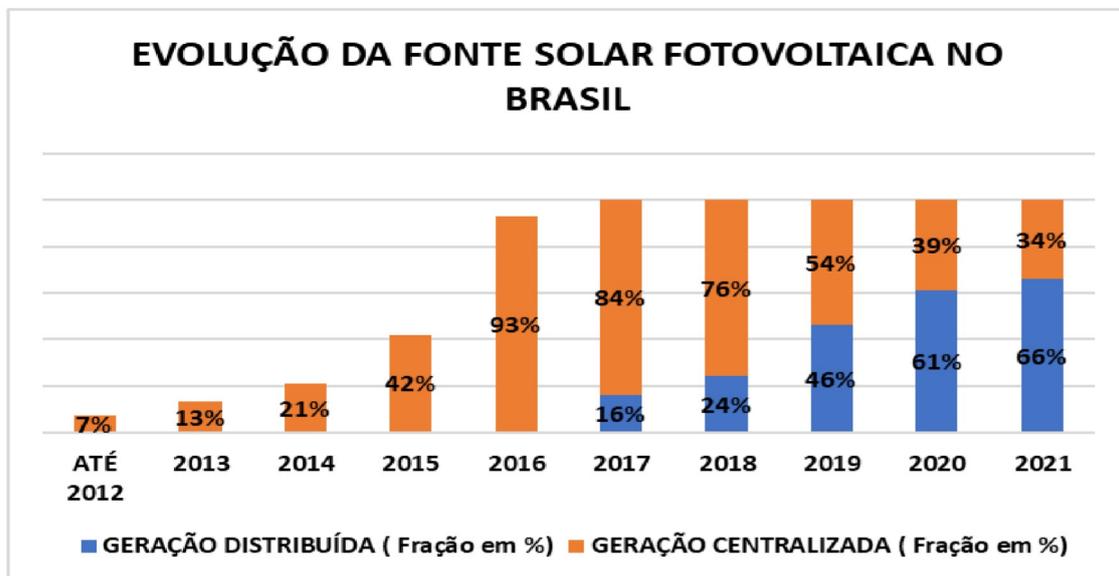
Tabela 5. Definições de Geração Distribuída.

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	POTÊNCIA
Microgeração Distribuída	Central geradora que utiliza cogeração qualificada de fontes renováveis de energia elétrica conectada com a rede de distribuição.	Menor ou igual a 75 kW
Minigeração Distribuída	Central geradora que utiliza cogeração qualificada de fontes renováveis de energia elétrica conectada com a rede de distribuição.	Superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW
Sistema de compensação de energia elétrica:	Sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa	Potências de Micro ou Minigeração
Melhoria	Instalação ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes	Potências de Micro ou Minigeração
Reforço	Instalação ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários	Potências de Micro ou Minigeração
Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras	Utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta	Potências de Micro ou Minigeração
Geração Compartilhada	Reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica,	Potências de Micro ou Minigeração
Autoconsumo Remoto	Unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras,	Potências de Micro ou Minigeração

Fonte: ANEEL, 2015.

O gráfico a seguir, produzido a partir de dados fornecidos pela própria Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2022) e a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR (2022), demonstra que tanto a geração distribuída quanto a geração centralizada têm crescido no Brasil, sobretudo nos últimos cinco anos, com destaque ainda maior para a geração distribuída (ver gráfico 6).

Gráfico 6. Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.

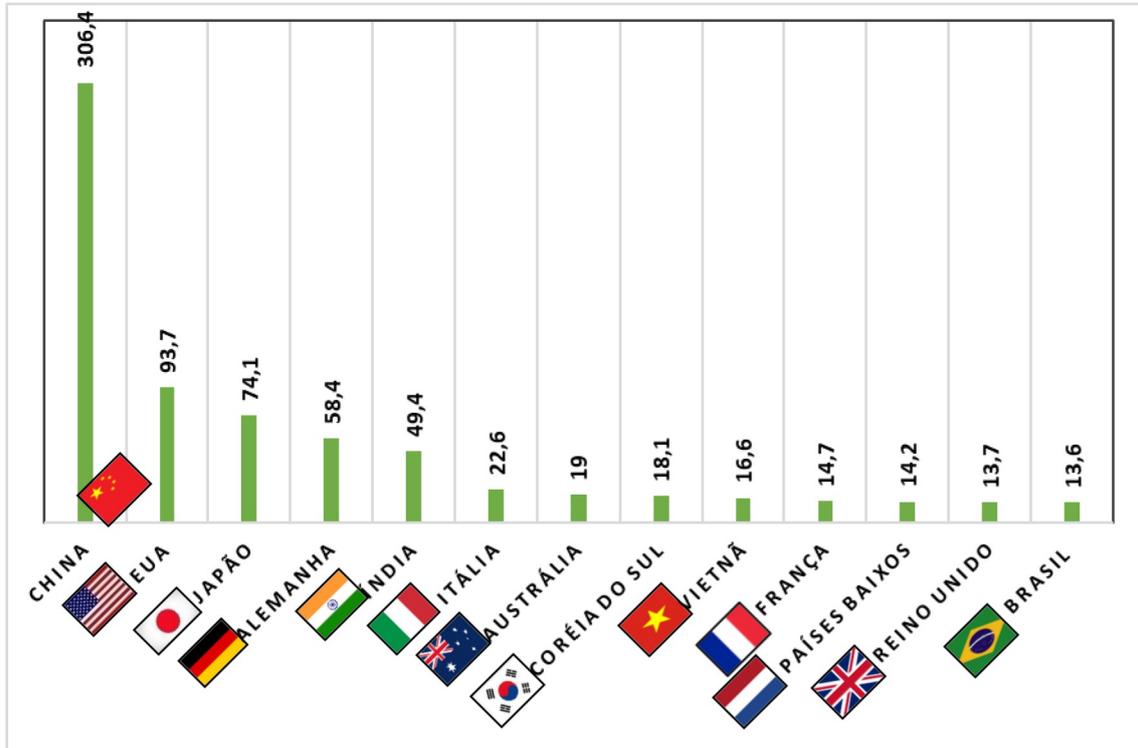


Fonte: Aneel/ Absolar, 2022.

O Brasil, de acordo com a Absolar (2022) está na 13^o (décima terceira) posição no *ranking* mundial contando com 13,6gW de potência instalada (gráfico 7), somando geração distribuída e geração centralizada. Levando em consideração a jovialidade do desenvolvimento desta fonte alternativa, podemos perceber que, no Brasil, a energia solar fotovoltaica tem grande vantagem socioeconômica.

Dessa maneira, o espaço brasileiro, vai sendo construído, a partir das relações de poder e de ordenamento territorial ligados à geração de energia.

Gráfico 7. Ranking mundial dos países geradores de energia solar fotovoltaica – 2021 / Potência Acumulada em Gigawatts (geração centralizada e geração distribuída)



Fonte: ABSOLAR, 2021

Corroborando com esta ideia, Santos (1997) disserta que

A paisagem existe, através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistindo no momento atual. **No espaço, as formas de que se compõe a paisagem preenchem, no momento atual, uma função atual, como resposta às necessidades atuais da sociedade (grifo nosso).** Tais formas nasceram sob diferentes necessidades, emanaram de sociedades sucessivas, mas só as formas mais recentes correspondem a determinações da sociedade atual (...). (SANTOS, 1997, p.84)

Outra análise importante é que, em quaisquer modalidades, seja no mercado regulado ou no mercado livre, faz-se necessário a conexão com a rede de distribuição. Significa dizer que, ao passo que o Estado possibilita a autonomia do cidadão na geração da sua própria energia elétrica por fonte renovável, ele também amarra ao consumidor, a obrigatoriedade de estar conectado a concessionária responsável pela distribuição de energia, ainda que ele não precise dela para ter sua própria energia. Importante destacar que, atualmente, a ANEEL tem recebido

contribuições para novas alterações na Resolução Normativa 482 sobre a Micro e Minigeração Distribuída.

Durante o 3º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída - CBGD, ocorrido em Fortaleza/CE, nos dias 24 e 25 de outubro de 2018, foram debatidos percalços da Geração Distribuída, principalmente no que diz respeito ao consumidor e as distribuidoras. Durante a mesa redonda “*O papel da distribuidora e a geração distribuída*”, foram recebidas opiniões de representantes da concessionária de distribuição de energia em São Paulo – EletroPaulo, o representante da concessionária de distribuição de energia em Minas Gerais – CEMIG e, finalmente, a representante da concessionária de distribuição de energia no Ceará– Enel.

O representante da Eletropaulo destacou que, de 2012 até 2015, a quantidade de acessos em geração distribuída era pequeno, principalmente por conta da falta de tecnologia. Para ele, o principal marco foi a Resolução Normativa ANEEL 687/2015, uma vez que, após sua elaboração e publicação, houve uma demanda maior de acessos a geração distribuída em suas diversas modalidades e, conseqüentemente, um maior número de projetos diferenciados, e, muitas das vezes, com problemas em sua aplicação, o que impediu a maior celeridade no atendimento dos consumidores.

É importante aqui destacar que, o consumidor que deseja ter energia solar fotovoltaica, seja esta nos termos da micro ou minigeração, necessariamente deve aplicar seu projeto junto à concessionária para que haja o aprova da viabilidade bem como a firme contratação da energia excedente. Devido as diversas aplicações, muitos dos projetos eram apresentados com documentação incompleta e/ou incorreta, gerando incertezas na necessidade de adequação do padrão de entrada de energia e o não atendimento dos requisitos específicos da distribuidora.

Isso, claramente, diminui a autonomia do cidadão e coloca o poder que, outrora era delegado ao Estado, através das agências como ANEEL, para o ente privado, neste caso, as concessionárias e distribuidoras.

Ainda conforme o representante da Eletropaulo, durante este período em que a Resolução Normativa ANEEL 687/2015 passou a vigorar, a maior parte dos clientes foram residenciais, isto é, microgeração, sendo pouco a representatividade das grandes empresas, na época.

Para o diretor da CEMIG, Claudio Latorre, há uma concordância de que, após 2015 tem-se percebido um crescimento vertiginoso na geração distribuída no Brasil e que, tem-se apostado bastante neste mercado consumidor. Para o Estado de Minas Gerais existe ainda algumas vantagens para a geração distribuída que, para os demais estados da Federação, ainda não existem. Ocorre que o Estado de Minas Gerais conseguiu, via Decreto Estadual nº47.2010/2017, fazer com que as tarifas de energia tornassem-se mais atraentes bem como a efetivação da isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS para projeto de geração solar de até 5MW. Conforme o Decreto Estadual supracitado, ficam isentos do imposto o fornecimento de equipamentos, partes, peças e componentes utilizados na micro e minigeração distribuída de energia solar.

Esta segurança jurídica e tributária atraiu consideravelmente projetos para o Estado de Minas Gerais fazendo com que, a própria CEMIG, responsável pela concessão da distribuição de energia elétrica em Minas Gerais, também fundasse uma subsidiária integral da companhia, a CEMIG Geração Distribuída SA, para assim, melhor ampliar seu mercado.

A Enel no Ceará, por sua vez, também se encontra em todos os segmentos do setor elétrico, isto é, geração – transmissão – distribuição – serviços. Conforme sua representante, a senhora Delfina Pontes, a ENEL, multinacional italiana, em 2018, é considerada a maior geradora de energia solar fotovoltaica do Brasil, detendo as duas maiores plantas solares na América Latina e o primeiro parque híbrido, isto é, com geração de energia eólica e fotovoltaica simultaneamente.

Em sua fala no 3º CBGD, faz-se necessário que a geração distribuída seja atrelada a obrigatoriedade do cidadão ser cliente da distribuidora uma vez que, existem outros serviços além da energia elétrica *in locus* que precisam ser tarifados a todos, tais como a contribuição de iluminação pública, bem como o uso do sistema elétrico, uma vez que, de acordo com a ENEL, “*o cliente pode compensar tudo na geração de energia, mas não no uso do sistema*”. Para os palestrantes, de modo geral, o Estado, na figura de suas Agências Reguladoras como a ANEEL, tem “participado pouco” no debate da geração distribuída, não impondo maiores impostos, por exemplo.

A partir destas falas, percebemos que a geração distribuída, na perspectiva das distribuidoras e das concessionárias, tem sido vista como um crescente problema de perda do poder de cobrança e de lucro. Temos aproximadamente 59 mil consumidores que geram sua própria energia, e que, portanto, tem dado “menos lucro” às distribuidoras. Uma vez entendida a diferença do ACL para o ACR bem como a energia solar fotovoltaica se enquadra nessa conjuntura da política energética brasileira, faz-se necessário entender e traçar um panorama energético e elétrico do Brasil, a fim de compreender de maneira mais completa o espaço produzido a partir da chegada da energia solar fotovoltaica.

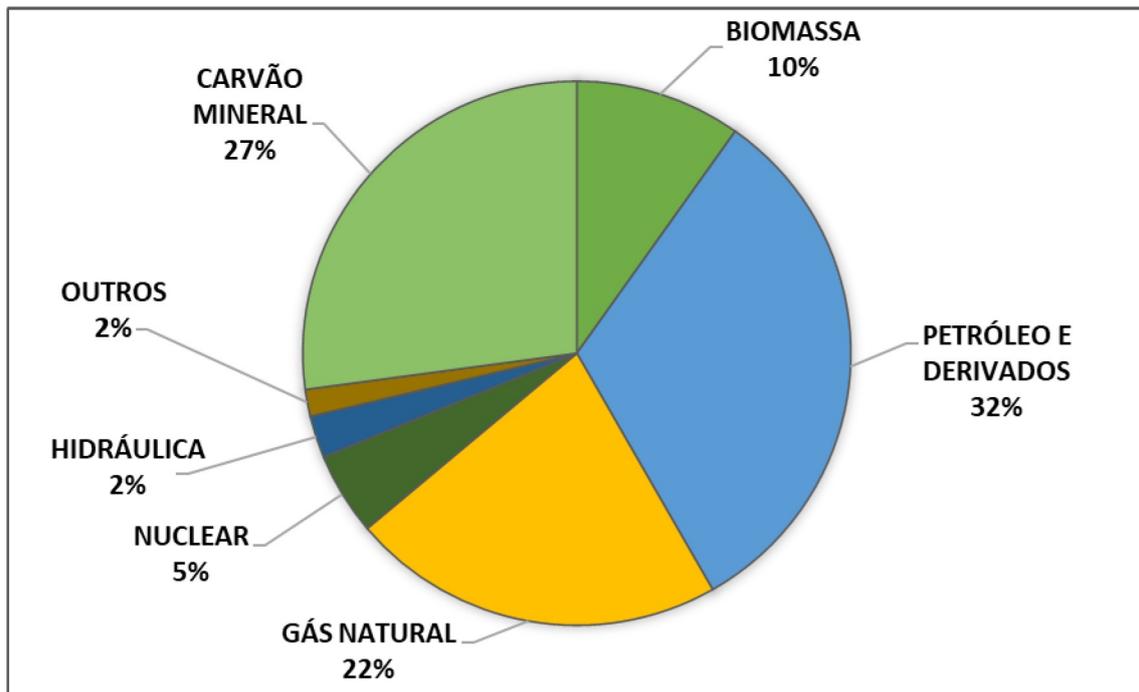
3.3 Panorama Energético e Elétrico do Brasil (2017 – 2020)

Até meados da década de 1980, o uso das tecnologias no ramo energético voltadas às fontes alternativas – isto é, que fogem da utilização da queima de combustíveis fósseis essencialmente, ou de outros recursos naturais não-renováveis – era, especialmente, de caráter experimental.

No Brasil não foi diferente. Fontes energéticas a partir da força do vento (eólica), da força do mar (maremotriz), da intensidade da radiação solar (fotovoltaica e solar térmica), do bagaço da cana-de-açúcar (biomassa), biogás (a partir dos gases provenientes do armazenamento de resíduos sólidos) entre outros, passaram a ter um espaço maior nas pesquisas científicas de brasileiros, na conjuntura política e no mercado de trabalho e investimentos.

Conforme a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2018), as fontes renováveis como a solar, geotérmica e eólica, no mundo, correspondem, atualmente, a 1,60% da matriz energética mundial, que, no gráfico 8, é o equivalente a categoria. Ao incluirmos como fontes renováveis, a biomassa e a hidráulica, esta participação mundial sobe para 14%.

Gráfico 8. Matriz Energética Mundial em 2018.



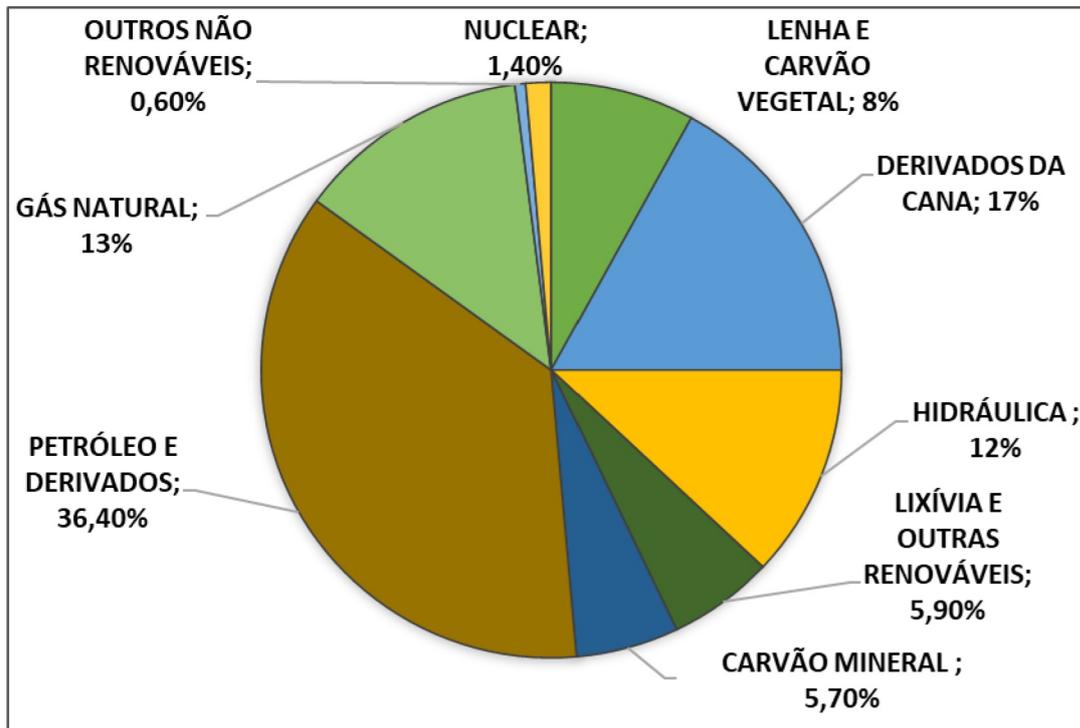
Fonte: EPE, 2018

O Brasil, por sua vez, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que as renováveis, a utilização destas últimas é maior em comparação com o resto do mundo, sobretudo devido a utilização das hidroelétricas, como veremos no gráfico 9 na página a seguir.

Nele podemos ver também que, no total de fontes renováveis presentes na matriz energética brasileira, temos as fontes hidráulica, biomassa, carvão vegetal e lenha, com um montante de uso de aproximadamente de 42,9%, isto é, quase metade da matriz energética (EPE, 2018).

É importante nesse momento, para melhor compreensão dos gráficos apresentados, fazer a distinção de matriz energética para matriz elétrica. Esta primeira diz respeito as fontes de energia disponíveis para as atividades humanas de modo geral, tais como, preparar refeições, movimentar veículos e gerar a eletricidade enquanto, a segunda trata-se de um conjunto de fontes disponíveis unicamente para a geração de energia elétrica (EPE, 2018).

Gráfico 9. Matriz Energética do Brasil em 2018.



Fonte:EPE,2018

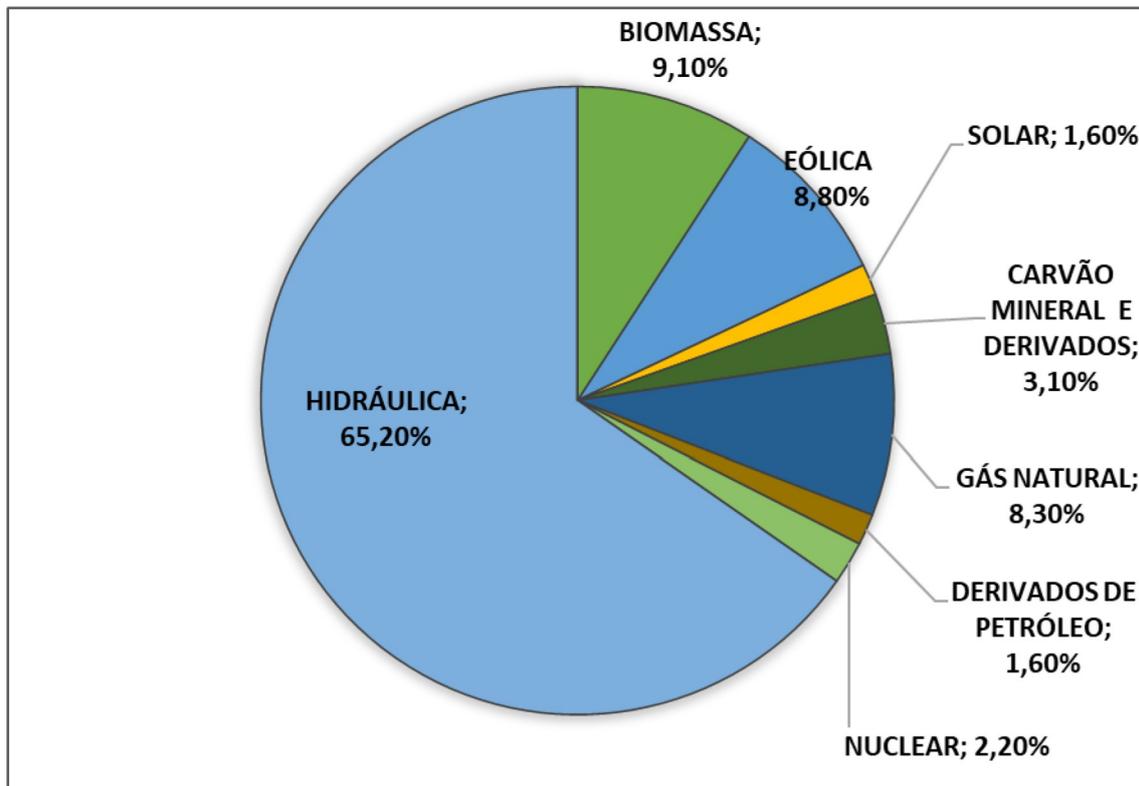
Grosso modo, podemos inferir que, a matriz energética contém a matriz elétrica. Nesse sentido, quando falamos que, nos dias atuais, o Brasil tem utilizado quase 43% de fontes renováveis na sua matriz energética enquanto o mundo utiliza 14%, afirmamos também que, parte da energia elétrica gerada e consumida pelos brasileiros advém de fontes limpas e alternativas e, que, além do fato de que os combustíveis para movimentar veículos também tem sido diversificados, sobretudo com a utilização dos derivados da cana.

De fato, a matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável, isto porque, 65,2% da energia elétrica gerada em terras brasileiras advém da energia hidráulica além do destaque crescente das energias eólicas e solar, enquanto o mundo utiliza sobremaneira o carvão, o gás natural e a energia nuclear.

Conforme o Balanço Energético Nacional 2021 – BEN21, elaborado pela EPE (2021) que teve como o ano de 2020 como base, a geração de energia elétrica no Brasil tem como principal fonte, a geração hídrica. Contudo, em 2020, houve uma redução de 0,4% na fonte supracitada e, um aumento na autoprodução (geração distribuída).

Aproximadamente 60,7TWh não foram injetados na rede nacional porque foram produzidos e consumidos pela própria instalação geradora. Estas instalações são sobretudo para subsidiar o consumo de energia elétrica em setores das indústrias de açúcar e álcool, papel e celulose, siderurgia e química, além de outros (EPE, 2021). No gráfico 10, mostramos a oferta interna de energia elétrica por fonte, com dados de 2020.

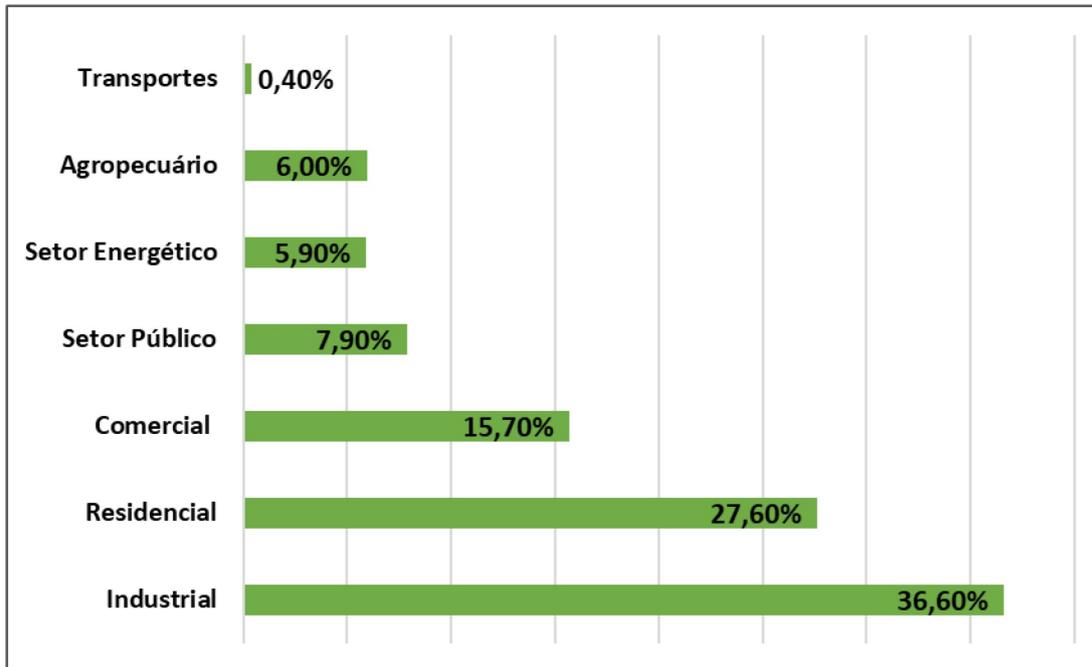
Gráfico 10. Oferta Interna De Energia Elétrica Por Fonte (2020)



Fonte: EPE, 2021

A partir do gráfico, percebemos que a geração elétrica nacional a partir de fontes não renováveis representou um total de 15,8%, o que representa uma redução, visto que, em 2019, a geração foi de 17,7%. A matriz elétrica brasileira, pelo gráfico, é predominantemente renovável, sobretudo devido a fonte hídrica. Somadas a outras fontes renováveis, temos uma oferta interna de 84,8% de eletricidade por fonte renovável nacional. A partir do gráfico 11, conseguimos visualizar os principais setores consumidores de energia elétrica no Brasil são: industrial (36,6%), residencial (27,6%), comercial (15,7%), setor público (7,9%), setor energético (5,9%), agropecuário (6%) e transportes (0,4%).

Gráfico 11. Participação setorial no consumo de eletricidade.



Fonte: EPE, 2021

Conseguimos perceber a partir do gráfico 11 que, tanto o setor industrial quanto o comercial e residencial tiveram destaque no que diz respeito ao consumo de energia elétrica em 2020. No entanto, é importante considerar que, devido a pandemia do COVID 19 (SARS- COV- 19), houve um impacto considerável no consumo de energia elétrica. O setor residencial, por exemplo, devido as políticas de distanciamento social e *lockdown*, teve um crescimento de consumo de aproximadamente 4,05% enquanto o setor comercial, também devido aos *lockdowns* e implantação de *homeoffices* tiveram um decréscimo de -10,41%

De um modo geral, estes três setores supracitados – industrial, residencial e comercial, consumiram em 2020, o total de 79,8% da energia gerada no Brasil. Conforme a EPE (2021), a capacidade de energia elétrica gerada no Brasil em 2020, incluindo os autoprodutores²⁰, foi de 174.737 *megawatts*, tendo destaque para as centrais eólicas que expandiram no total de 38% na matriz energética.

Apesar destes destaques no Brasil, no dia-a-dia do cidadão brasileiro o consumo de eletricidade ainda é altamente tarifado, principalmente nas épocas de

²⁰ Trata-se da produção que não depende nem das concessionárias de distribuição e/ou transmissão. A unidade produz e ela mesma consome, não sendo distribuída a concessionária.

estiagem onde são acionadas as termoeletricas²¹ e, para outros fins, os combustíveis fósseis ainda estabelecem no mercado uma relação profunda de dependência e oscilação no preço.

Toda essa dinâmica de utilização de energias renováveis e não renováveis são materializadas no espaço geográfico brasileiro de distintas maneiras. Algumas destas fontes, apesar de renováveis, a exemplo da energia hidráulica, ao se especializarem em grandes porções de terra, como no caso da Usina Binacional de Itaipu²², geram consideráveis impactos ambientais, sociais e econômicos, na maioria das vezes irreparáveis.

Por outro lado, permanecer na dependência de fontes não renováveis, igualmente atinge o meio ambiente e a sociedade civil de maneira negativa, pois se tratam de recursos finitos que subjagam a soberania do país às práticas políticas de outras nações como a dependência da tarifagem dos preços do petróleo nas refinarias.

A título de exemplo, lembramos aqui do episódio da greve geral dos caminhoneiros no Brasil em Maio de 2018, que afetou mais de 24 estados da federação.

Como forma de reivindicar contra o aumento do preço do óleo diesel, caminhoneiros de todo o país paralisaram suas rotas de transporte, afetando o abastecimento das cidades e regiões em todos os setores. Branco (2002) reflete que,

Mais do que pequenos ganhos e melhorias que fazem sentido do ponto de vista do retorno dos investimentos, o caminho para um futuro energético sustentável depende da implementação de um modelo de desenvolvimento que reduza a intensidade energética do país. Isto significa a adoção de um sistema de transportes menos intensivo no uso de energia, na priorização

²¹ Bandeiras tarifárias é o Sistema que sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica. Para tanto, as cores das Bandeiras (verde, amarela ou vermelha) indicam se a energia custará mais ou menos em função das condições de geração de eletricidade.

O sistema, implantado em 2015, é uma forma diferente de apresentar um custo que já estava na conta de energia, mas que geralmente passava despercebido. Não existe, portanto, um novo custo, mas um sinal de preço que sinaliza para o consumidor o custo real da geração no momento em que ele está consumindo a energia, dando a oportunidade de adaptar seu consumo, se assim desejar (BRASIL, 2022).

²² Para maiores informações sobre os conflitos gerados durante a construção da Usina Binacional de Itaipu, sugere-se a leitura de Guimar Inez Germani em “ Expropriados. Terra e água: o conflito de Itaipu.

da expansão do sistema industrial para setores menos intensivos no seu uso e na construção e manutenção de casas e edifícios mais racionais do que os atuais, o que pode ser feito por meio de códigos de construção mais rigorosos.” (BRANCO, 2002, p.247)

Uma vez que o Brasil depende das rodovias e dos caminhões para o transporte e escoamento dos alimentos e produtos de modo geral, uma greve como a de 2018, trouxe prejuízos em todos os setores da economia, incluindo o abastecimento das cidades e aumento dos custos.

Parte deste aumento do óleo diesel que motivou a greve deu-se por conta da elevação em mais de 50% no valor internacional do barril de petróleo que se motivou desde o acordo firmado entre a Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP em 2016, que, por sua vez, limitou o ritmo de produção em 1,8 milhão de barris/dia (G1, 2018).

Além desses fatores, o rompimento do acordo nuclear entre Irã e Estados Unidos da América, também influenciou na escalada do preço do petróleo e, conseqüentemente, no preço do óleo diesel no Brasil. A cotação do dólar em relação ao real, conjuntamente, também contribuiu para este aumento. Exatamente durante a greve dos caminhoneiros, a moeda atingiu sua maior cotação em dois anos (G1, 2018).

Percebemos então que, as tramitações internacionais no mercado do petróleo e seus derivados, tem a capacidade de atingir não somente a relação comercial e econômica entre os países, mas, sobretudo, o cotidiano dos cidadãos brasileiros. Concordamos com Branco (2002) quando este escreve

Em razão de certas características regionais e culturais, a energia vem cada vez mais se transformando em virtual sinônimo de produção, conforto, informação e autodeterminação. Energia é vida. A política energética deveria então ocupar um lugar de destaque entre os temas debatidos no Parlamento, comentados na imprensa e discutidos pelo público. Sua formulação deveria ter caráter participativo, para incorporar contribuições de consumidores representativos dos diversos segmentos da sociedade, assim como de setores específicos (indústria, agricultura, comércio, etc). **Mas no Brasil de hoje, o que ocorre é que grupos financeiros e empresários estimulados apenas por interesses privados e de curto prazo, acabam influenciando decisivamente no processo.** (grifo nosso) (BRANCO, 2002, p.97)

Ao invés de haver esta participação supracitada, trazendo consumidores representativos dos setores da sociedade, sobretudo os que mais utilizam da

energia elétrica como os que citamos acima, temos constantemente uma imposição vindas de uma política internacional, como num efeito dominó, que traz consigo consequências graves.

Sobre esse efeito dominó, cujo fenômeno social e econômico principal damos o nome de globalização, Santos (2011, p.12) diz

Fala-se, por exemplo, em aldeia global para fazer crer que a difusão instantânea de notícias realmente informa as pessoas. A partir desse mito e do encurtamento das distâncias – para aqueles que realmente podem viajar – também se difunde a noção de tempo e espaço contraídos. É como se o mundo agora estivesse, para todos, ao alcance da mão. Um mercado avassalador dito global é apresentado como capaz de homogeneizar o planeta quando, na verdade, as diferenças locais são aprofundadas.” (SANTOS, 2011, p. 12)

Nesse sentido, os efeitos da globalização no setor energético têm aprofundado, sobretudo, consequências econômicas e sociais, impondo sobre alguns países, como o Brasil, transformações no espaço que atingem o cotidiano do indivíduo.

Aliada a ideia, Martin (1992, p. 80) afirma que a “interrupção no abastecimento de carburantes, de combustíveis ou de eletricidade sempre tem um custo alto, uma vez que provoca uma paralisia de toda ou de parte da atividade econômica”.

É notável, portanto, que o consumo das fontes não-renováveis, sobretudo os combustíveis fósseis, estão ainda mais alinhadas com a conjuntura política internacional, podendo ser, inclusive, influenciada por práticas imperialistas ou de dominação de territórios, como explica Harvey (2004), em seu livro *O novo imperialismo*,

As práticas imperialistas, do ponto de vista da lógica capitalista, referem-se tipicamente a **exploração das condições geográficas desiguais (grifo nosso)** sob as quais ocorre a acumulação do capital, aproveitando-se igualmente do que chamo de as assimetrias inevitavelmente advindas das relações espaciais de troca. [...] **A riqueza e o bem-estar de territórios particulares aumentam a custo de outros territórios.** As condições geográficas desiguais não advêm apenas dos padrões desiguais da dotação de recursos naturais e vantagens de localização; elas são também, o que é mais relevante, produzidas pelas maneiras desiguais em que a própria riqueza e o próprio poder se tornam altamente concentrados em certos lugares como decorrência de relações assimétricas de troca.” (HARVEY, 2004, p.35)

Concordando com a ideia de que, a indústria do petróleo nasce indiscutivelmente no mercado internacional, fomentando a dinâmica de domínio dos territórios e interferência na soberania de outros, Oliveira e Araújo (2005) escrevem que

(...) algumas informações são fundamentais da indústria do petróleo: i) esta é uma indústria capital intensiva, com elevados riscos geológicos, não destinada a pequenos investidores; ii) diferentemente de outras indústrias de mineração, os custos de identificação e mensuração das jazidas são altíssimos, obrigando a produção imediata das jazidas descobertas para reduzir custos; iii) por ser uma indústria que tem por objetivo transformar um estoque não claramente identificado (reservas) em um fluxo contínuo de abastecimento, a minimização de custos exige a redução de riscos e incertezas através da adequação entre os investimentos a montante (exploração/produção) e os investimentos a jusante (transporte/refino/distribuição); busca de novas áreas produtoras de petróleo; v) esta é uma indústria que já nasceu internacionalizada, estando governada pelo mercado mundial. (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2005, p. 24)

Tal realidade, de interferência na soberania dos países e dos efeitos da globalização também foram vistos e estão sendo reproduzidos no espaço geográfico brasileiro a partir desde os pioneiros discursos das mudanças climáticas e da necessidade de políticas públicas globais para evita-las.

Sabemos que a discussão sobre as mudanças climáticas e sobre a sustentabilidade da nossa sociedade com os modos de vidas atuais está na pauta das nações. Porto-Gonçalves (2011, p. 62) resume bem isso afirmando que este desafio ambiental traz consigo a contradição de que a ideia de progresso e desenvolvimento é “sinônimo de dominação da natureza [...] ser desenvolvido é ser urbano, é ser industrializado, enfim, é ser tudo aquilo que nos afaste da natureza”, mas que, ao mesmo tempo, nos faz cada vez mais dependente dela para manter alcançar o progresso.

Desde a Conferência de Estocolmo em 1972, vemos demonstrações públicas dos países na preocupação com a questão ambiental. No Rio de Janeiro, em 1992, a conferência Eco 92 trouxe 178 países que tinham o objetivo de retomar a agenda sustentável e traçar ações concretas nas nações com o objetivo de diminuir as emissões de carbono.

O Brasil, nesse sentido, manteve-se como um dos principais articuladores. O evento representou na “culminação da consciência de que a avaliação e a atuação precisavam ser globais [...] a preocupação ambiental deixou

de ser monopólio de alguns grupos, em alguns países, para tornar-se bastante generalizada” (DOWBOR, IANNI E RESENDE, 1997, P. 141).

Este cenário, conseqüentemente, trouxe base para a criação do Protocolo de Quioto, em 1997, que estabeleceu compromissos mais rígidos aos países desenvolvidos no que diz respeito a redução de emissões de carbono, devido a preocupação do aquecimento global. Contudo, o documento não contou com a aprovação e participação de potências globais como os Estados Unidos da América – EUA, que alegaram o negativo impacto dessas reduções de carbono em sua economia industrial.

Quase duas décadas após o Protocolo de Quito, na cidade de Paris – França, 192 países assinaram o Acordo de Paris, realizado em 12 de dezembro de 2015. Estavam presentes países em desenvolvimento tais como Brasil, Índia, China e países já desenvolvidos como EUA e Rússia. O documento tinha como principal objetivo o comprometimento das nações em reduzir nos próximos 25 anos, as emissões de carbono. O artigo 2 do Acordo de Paris escrito pela Organização das Nações Unidas (2015) diz

O presente Acordo, no reforço da implementação da Convenção, incluindo seu objetivo, visa a fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, no contexto do desenvolvimento sustentável e os esforços para erradicar a pobreza, incluindo ao: (a) **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, reconhecendo que isso reduziria significativamente os riscos e impactos das mudanças climáticas;** (b) Aumentar a **capacidade de adaptar-se aos impactos adversos das mudanças climáticas e fomentar a resiliência ao clima e o desenvolvimento** de baixas emissões de gases de efeito estufa, de uma forma que não ameace a produção de alimentos; (c) **Promover fluxos financeiros consistentes com um caminho de baixas emissões de gases de efeito estufa e de desenvolvimento resiliente ao clima.** O presente Acordo será implementado para refletir a igualdade e o princípio das responsabilidades comuns porém diferenciadas e respectivas capacidades, à luz das diferentes circunstâncias nacionais (grifo nosso) (ONU, 2015, p.26).

O documento estipulou a meta em que os países se empenhariam em adaptar-se e diminuir os impactos adversos das mudanças climáticas em suas diversas atividades industriais, comerciais, agropecuárias e civis. Para tanto, cada país tem suas Contribuições Nacionalmente Determinadas – CNDs. Essas CNDs são responsáveis para objetivamente trazer soluções viáveis e condizentes com as realidades nacionais.

O Brasil, por sua vez, prometeu reduzir em até 43% a redução dos gases do efeito estufa, isto até 2030. Para tanto, fora anunciado compromissos tais como: tornar a matriz energética composta por 45% de fontes renováveis, combate ao desmatamento ilegal até 2030 e reflorestamento de 12 milhões de hectares (EXAME, 2020). No entanto, em 2020, o então ministro do Meio Ambiente – Ricardo Salles, do governo do presidente Jair Messias Bolsonaro, trouxe o anúncio de estender o prazo para redução de gases do efeito estufa para 2060, agindo semelhantemente a postura da China.

Esta meta estendida foi considerada ineficiente e, para os ambientalistas, até mesmo um retrocesso, visto que, o objetivo do Acordo de Paris era de limitar o aquecimento global a menos de 2°C e, uma meta como esta, se seguida por mais países, levaria o mundo a uma temperatura 3°C mais elevada. Por outro lado, esta nova meta reforça o compromisso que o Brasil tem com seu desenvolvimento a despeito do cuidado com o meio ambiente, postura esta questionável.

Esta postura pouco ambientalista e, sobretudo, nacionalista é benéfica até certo ponto, uma vez que, garante ao Brasil uma abertura de mercados e desenvolvimento industrial, postura evidenciada no governo supracitado. Tal postura foi similar ao dos EUA no período do protocolo de Quioto e, recentemente, da China no Acordo de Paris. Cabe aqui, uma reflexão sobre o que seria mais importante: o meio ambiente e a sustentabilidade ou o desenvolvimento das nações?

Por outro lado, para um país de proporções continentais como o Brasil, conseguir garantir a geração e o consumo de energia e/ou eletricidade através de fontes consideradas renováveis e alternativas que, apesar de também serem influenciadas pelo mercado externo por conta da tecnologia utilizada e da própria dinâmica neoliberal, é importante, principalmente porque a matéria-prima independe de circunstâncias além das dinâmicas intrínsecas à natureza, como é o caso da energia gerada a partir da força dos ventos, a eólica, e a energia produzida pela radiação solar fotovoltaica.

O Brasil, de modo geral, iniciou sua jornada em busca de diversificar sua matriz energética, fazendo-a mais renovável, isto é, saindo do plano experimental e de cunho científico para a especialização dessas energias a partir da crise energética em meados da década de 1990. Antes disso, alguns pontos isolados no país possuíam experimentos de aerogeradores e células fotovoltaicas, por exemplo.

De fato, um dos objetivos da Política Energética Nacional, Lei nº9478 de 6 de agosto de 1997, destaca que

Art. 1º As políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia visarão aos seguintes objetivos: I - preservar o interesse nacional; II - promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos; III - proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos; IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia; V - garantir o fornecimento de derivados de petróleo em todo o território nacional, nos termos do [§ 2º do art. 177 da Constituição Federal](#); VI - incrementar, em bases econômicas, a utilização do gás natural; VII - identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País; **VIII - utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis (grifo nosso)**; (BRASIL, 1997, p.1)

Com efeito, a supracitada lei destacou a importância da diversificação da matriz energética brasileira, trazendo o plano estatal a necessidade da utilização de fontes renováveis de energia, através de tecnologias aplicáveis. Assim, se por um lado, a crise energética forçou o Estado Brasileiro a tomar decisões drásticas, ela propiciou a conjuntura perfeita para o início do desenho de uma nova matriz energética e elétrica.

O desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil, nessa conjuntura, e, sobretudo após o Acordo de Paris, tornou-se fundamental para que o Brasil consiga transformar sua matriz energética e, diminuir as emissões de carbono. Tanto a geração centralizada quanto a geração distribuída tem papéis fundamentais nessa nova matriz. A subsecção a seguir trará consigo aspectos de como o espaço geográfico brasileiro passou a ser produzido a partir do desenvolvimento e chegada desta técnica que, até meados dos anos 2000, tinha características experimentais, mas que, nos dias atuais, já é realidade.

3.4 De vilão à mocinho: desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil entre 1990 - 2020

Podemos afirmar que, no Brasil, a despeito das suas limitações de ordem política, economia e social, possui vantagens geográficas que favorecem o desenvolvimento das fontes renováveis.

Para além da energia hidrelétrica, que, notadamente, já é realidade e principal fonte da matriz elétrica brasileira, o potencial do Brasil para a expansão de

fontes renováveis tem seu destaque na biomassa²³, pequenas centrais hidrelétricas – PCH, energia eólica e, finalmente, energia solar.

Tanto a biomassa quanto a energia eólica tiveram destaque em seu crescimento no Brasil a partir 2002, quando houve o lançamento do primeiro Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, através da Lei nº10.438/2002.

Conforme Silva (2015), a função do PROINFA foi selecionar e habilitar projetos de energias alternativas no Brasil. Nesse período, sobretudo entre os anos 2007 e 2010, as maiores expansões negociadas através de leilões de fontes alternativas e leilões de energia de reserva, trouxeram a possibilidade do desenvolvimento da biomassa, das PCH's e, principalmente, da energia eólica.

Apesar do sucesso e da implantação dos parques eólicos, PCH's e empreendimentos de biomassa, a energia renovável não contemplada pelo PROINFA foi a energia solar fotovoltaica (ES-FV). Apesar de seu potencial inquestionável, no período do lançamento do PROINFA, houve um vislumbre para introduzir a ES-FV, no entanto, devido ao preço alto de investimento à época, esta energia foi retirada (LAROVERE, 2011).

Os preços dos módulos fotovoltaicos caíram, principalmente, em meados de 2008 – 2009, em toda a sua cadeia de fabricação, isto é, desde o fabricante do silício até a efetiva montagem dos painéis. Essa queda ocorreu devido ao forte investimento na ampliação da produção feita nos anos supracitados, mas que, com a crise imobiliária e financeira nos EUA em 2008, resultou num excesso da oferta dos equipamentos. Este excesso, conseqüentemente, gerou uma redução nos preços dos equipamentos para instalação de empreendimentos fotovoltaicos.

As crises no sistema capitalista de produção costumam gerar novos modelos para que a acumulação seja mantida. Vejamos o que escreve Harvey (2005):

No sistema capitalista, as muitas manifestações de crise – o desemprego e o subemprego crônicos, **o excedente de capital** e a falta de oportunidades de investimento, as taxas decrescentes de lucro, a falta de demanda efetiva no mercado e assim por diante – **podem, desse modo, remontar à tendência básica da superacumulação [...] as crises possuem uma função importante: elas impõem algum tipo de ordem e racionalidade**

²³ Energia proveniente do bagaço da cana-de-açúcar, resíduos da agroindústria florestal e da indústria madeireira.

no desenvolvimento econômico capitalista. [...] Em geral, as crises periódicas devem ter o efeito de expandir a capacidade produtiva e de renovar as condições de acumulação adicional. **Podemos conceber cada crise como uma mudança do processo de acumulação para um nível novo e superior. (grifo nosso)** (HARVEY, 2005, p.47)

Crise leva a um novo modelo de acumulação, acompanhada de uma nova racionalidade ou materialização. E, foi exatamente isso que ocorreu em meados de 2008, proporcionando conseqüentemente, uma considerável redução dos preços dos equipamentos fotovoltaicos. Surge, então, a viabilidade para um novo modelo de acumulação que, por sua vez, irá alimentar e dar resposta a outra crise estrutural do sistema, a saber, a questão da crise energética.

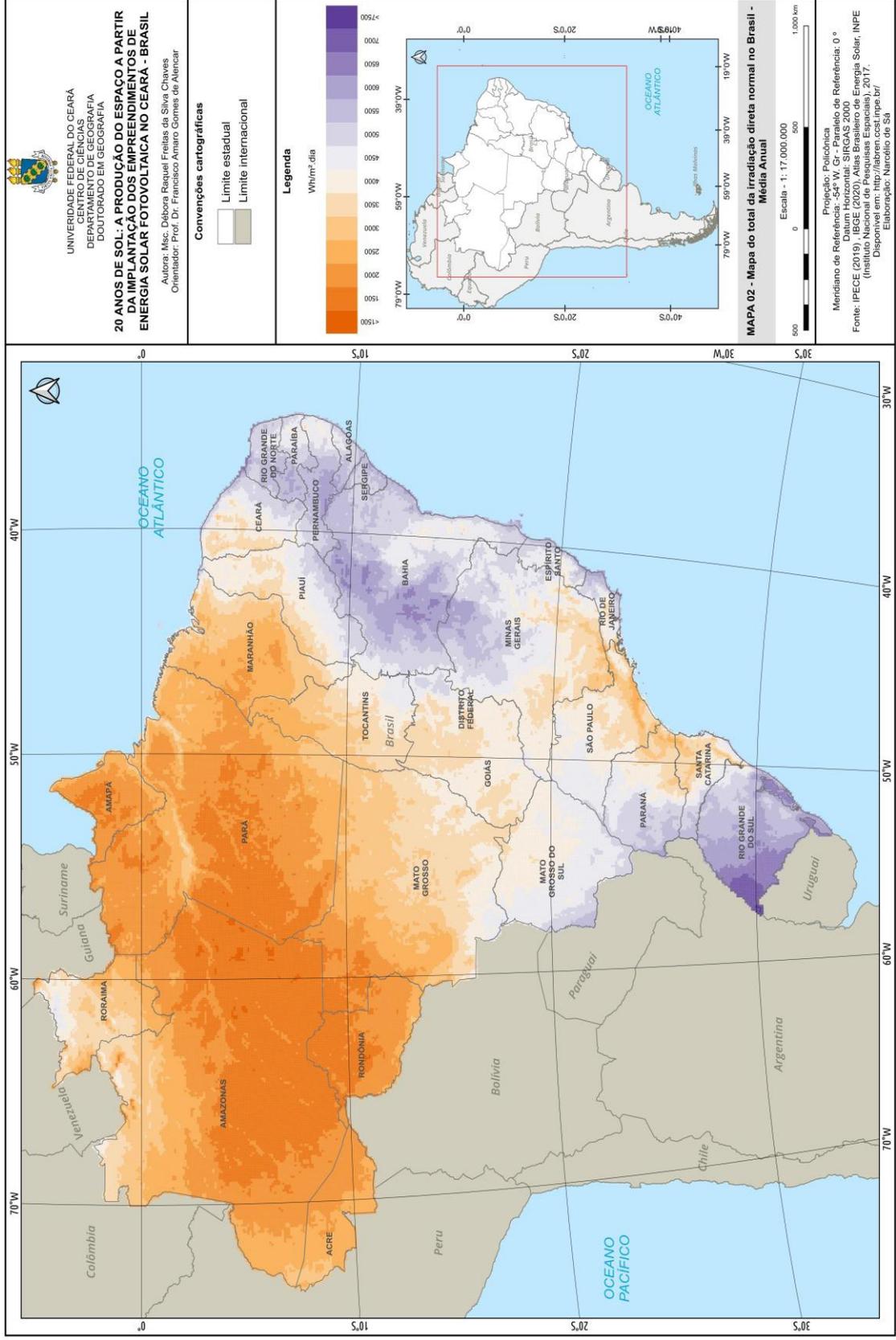
Dito isto, entre 2008 e 2010, a indústria de energia solar fotovoltaica com os devidos apoios dos governos de vários países, atingiu a marca de 243 bilhões de dólares em lucros. Destaque-se nesse período, a Alemanha que, em 2010, gerou 7,6GW dos 18,4 GW adicionados na matriz energética europeia (LAROVERE, 2011). A trajetória do Brasil com relação ao aproveitamento da energia solar é relativamente recente. Apesar de seu potencial incontestável, sobretudo no Nordeste, o desenvolvimento dessa energia, até hoje, tem se dado de maneira paulatina e tímida. O mapa 2 mostra a média anual do potencial de irradiação solar em território brasileiro.

Por sua posição geográfica favorável, podemos afirmar que, temos sol em abundância. O Atlas Brasileiro de Energia Solar, organizado por Pereira et al (2017) elaborado por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, concluiu que em todas as regiões do país, com a exceção da região Sul, possui um aumento significativo de irradiação solar, com taxas de crescimento anual entre 10 e 20 Wh/m².

Esse resultado, embora estatisticamente bastante representativo, não pode ser correlacionado ao fenômeno de mudanças climáticas tais como o aquecimento global, uma vez que a série temporal não corresponde a um período longo suficiente para uma análise conclusiva. No entanto, apesar desse aumento de irradiação ocasionar desconfortos térmico bem como conseqüentes problemas de ordem socioeconômica, ele também aponta um potencial para geração de energia solar que não deve ignorado (PEREIRA *et al*, 2017).

Por muitos anos, sobretudo no Nordeste, as consequências dessa abundância de sol foram, sobretudo, de ordem maléfica, tais como seca, fome e escassez. A utilização da irradiação solar para produção de energia elétrica, aquecimento da água, entre outros, significa uma nova percepção e apropriação do próprio sol.

Mapa 2 – Mapa da Radiação Solar do Brasil. Fonte: Autora da pesquisa, 2022.

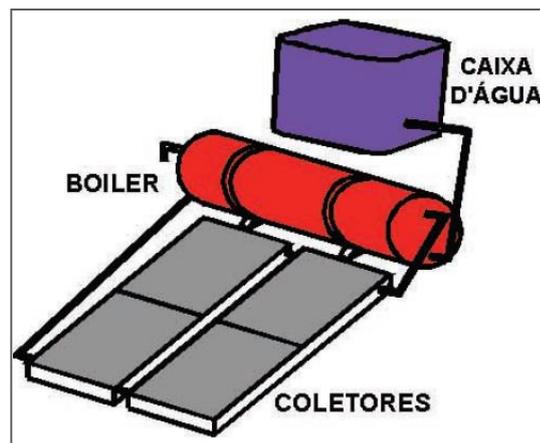


Conforme a ANEEL (2002), no Atlas da Energia Elétrica do Brasil, uma das pioneiras formas de aproveitamento da energia solar no Brasil foram a partir de coletores solares residenciais que, ainda em 2000, já eram o montante de 250.000, o que correspondia a 0,6% dos 40 milhões de domicílios brasileiros. Esses coletores solares eram responsáveis pelo aquecimento doméstico da água para banho.

De acordo com Bacellar et al (2016), o chuveiro elétrico provoca uma sobrecarga no sistema elétrico, sobretudo entre o horário das 18 às 20h, o que onera a rede elétrica pelas concessionárias de energia. Esse pico sobre o SIN implica em custos de expansão nos três sistemas, os de geração, transmissão e distribuição. A substituição por aquecedores solares implica diretamente na economia de energia elétrica (PEREIRA et al, 2017).

A figura 6, 7 e 8 ilustram a ideia do coletor solar que aquece a água e também como esses coletores já estão instalados nas casas de habitação popular nos projetos de conjuntos habitacionais populares. Em 2016, por exemplo, o Governo do Estado do Ceará entregou 596 casas com 43m² no bairro Rio Branco, no município do Crato. O residencial Monsenhor Montenegro foi um dos empreendimentos habitacionais entregues pelo Governo do Ceará que contou com aquecedor solar para geração de energia dos chuveiros elétricos (O GLOBO, 2016).

Figura 6. Ilustração esquemática do funcionamento de um coletor solar.



Fonte: ANEEL, 2012

Figura 7 e 8. Registro de Casa do Residencial Monsenhor Montenegro, Crato/ CE com coletor solar.



Fonte: Governo do Estado do Ceará, 2016.

Alguns mecanismos do Estado, sobretudo a criação e a regulamentação da Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia foram importantes para a criação de linhas de créditos para aquisição de coletores solares. Conforme a Aneel (2002), a Caixa Econômica Federal – CEF disponibilizou R\$ 400 milhões para financiamento de projetos residenciais, o que proporcionou a expansão do uso dos coletores solares para aquecimento de água em níveis comerciais, isto é, em hotéis e fábricas.

Percebemos, então, que a figura do Estado é fundamental para a produção do espaço. Objetivamente, o conceito da razão do Estado pressupõe que, não há a possibilidade de se manter a sociedade sem um aparelho que centralize firmemente tudo, ou seja, faz-se necessário a constituição e a construção de um Estado sólido (PORTO-GONÇALVES, 2012) que, por sua vez, desempenha funções de poder sobre o espaço.

Harvey (2011) explica que, para a implantação de empreendimentos de infraestrutura, exige-se um gasto inicial significativo de capital-dinheiro e, para tanto, o Estado surge como a instituição que atua como uma intermediação financeira, como a ponte que leva o investidor ao financiamento e, conseqüentemente, a materialização desse investimento no espaço. Montaño e Diriguetto (2011, p.165) analisam isso dizendo que

Nessas condições, ele (o Estado – comentário nosso) pode *intervir como fonte de crédito à grande indústria*, no que se refere à produção/comercialização, principalmente nos seguintes níveis: a) Primeiramente, o fundo público do Estado participa ativamente no processo de centralização do capital emprestando fundos destinados à integração e fusão de indústrias [...] b) em segundo termo, o chamado “Estado Providência” efetivamente providencia *financiamento de longo prazo para a compra de capital fixo*: maquinarias, tecnologia, infraestrutura, etc; c) Por outro lado, o fundo público estatal provê de *crédito de curto prazo para a aquisição de capital de giro*: matérias-primas e materiais, em grandes quantidades.

No Brasil, inicialmente, o mercado de energia solar fotovoltaica este ligado a programas de acesso a energia elétrica bem como de eletrificação rural. Foi o caso do Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – PRODEEM, lançado em 2004, dividido em algumas fases, cujo principal objetivo era instalar sistemas fotovoltaicos em comunidades rurais. O programa contou com investimento de US\$ 37,2 milhões e instalou aproximadamente 9 mil sistemas fotovoltaicos (LAROVERE, 2011).

Posteriormente, o PRODEEM fora incorporado ao programa federal Luz para Todos. De modo geral, os projetos pioneiros fotovoltaicos entre os anos 1990 e 2000 foram, sobretudo, para o suprimento de eletricidade em comunidades rurais no Norte e Nordeste do Brasil, que se mantinham isoladas.

Eles tinham o objetivo de proporcionar o bombeamento de água, para irrigação, piscicultura e consumo doméstico (ver figura 9), iluminação pública e

sistemas energéticos coletivos como postos de saúde e escolas (PEREIRA et al, 2017).

Figura 9. Sistema fotovoltaico flutuante de bombeamento de água.



Fonte: ANEEL, 2002.

Como na maioria dos países com capacidade de energia solar fotovoltaica instalada, um conjunto de políticas públicas de incentivo no Brasil se fez necessário para trazer subsídios que estimulasse a participação dos investidores na geração desta fonte de energia.

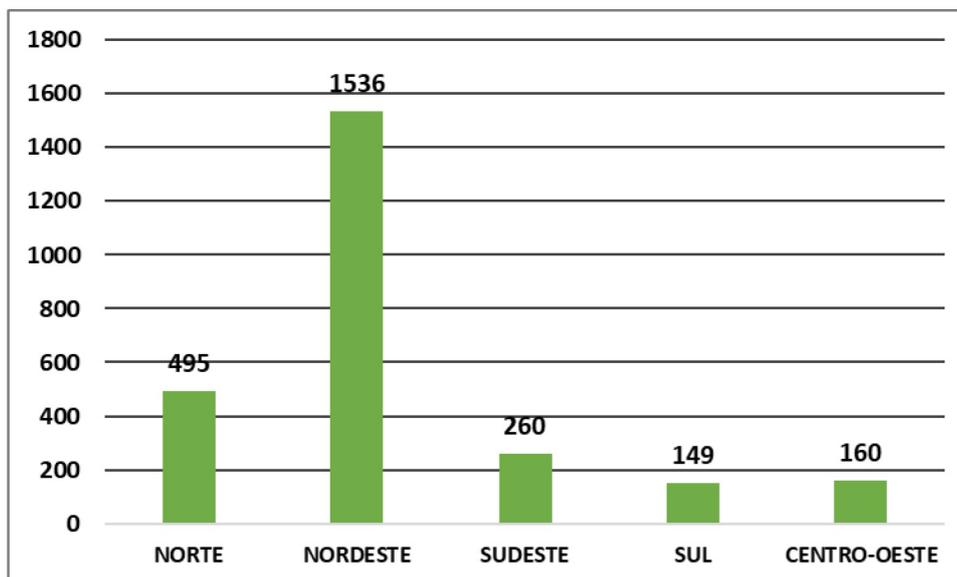
Associado a este apoio técnico das instituições brasileiras tais como MME e Universidades, outros organismos internacionais como a Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ (Alemanha) também contribuíram para a implantação inicial de projetos fotovoltaicos no Brasil (LAROVERE, 2011).

Em 2000, conforme o gráfico 12, a região mais atendida com projetos de energia fotovoltaica era a Nordeste, seguida da região Norte.

Se entre os anos 1990 e 2000, poucas comunidades contempladas com a geração de energia solar fotovoltaica, a próxima década seria marcada por uma expansão desta técnica pelo Brasil.

Apesar de ainda ser considerado um avanço tímido, se comparado ao potencial que o país tem, esta técnica passou a crescer exponencialmente, sobretudo após a regulamentação feita pela a Aneel, através da Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, já mencionada anteriormente.

Gráfico 12. Número de comunidades com projetos de sistemas solar fotovoltaicos no Brasil em 2000.



Fonte: Adaptado do PRODEEM.

Essa resolução fora fundamental para regulamentar o mecanismo de compensação de energia, uma vez que, as tarifas estipuladas pelas concessionárias encontram-se em ascensão assim como o consumo de energia elétrica. Sobre isso, Branco (2002),

“De **particular interesse estratégico** para essa finalidade são os serviços de eletricidade, por constituírem monopólios naturais que tem a sua disposição mercados cativos e crescentes. Seria ocioso insistir que eletricidade é um fator indispensável a toda atividade humana. Dela dependem as comunicações, a produção industrial, a conservação dos alimentos, a iluminação residencial e pública, o funcionamento dos laboratórios e instituições de ensino e pesquisa etc. Como todos pagam tarifas, o sistema elétrico é, por assim dizer, uma espécie de “arrecadador automático” de parte da renda dos demais setores da economia. E, mesmo que as tarifas sejam dolarizadas, sempre haverá grandes consumidores de eletricidade, que tem poder para também dolarizar custos e despesas (e lucros). Por fim, quem paga é **a massa de pequenos consumidores, a população anônima.**” (BRANCO, 2002, p.115)

Ora, se quem paga sempre a mais é a sociedade civil, cabe ao Estado regulamentar e abrir linhas de financiamentos que possibilitem autonomia ao cidadão brasileiro para gerar sua própria energia.

Burstyn (2020) ainda salienta que, o não desenvolvimento rápido brasileiro na energia fotovoltaica se dá aos entraves e limitações de ordem institucional, elevados custos de instalação dos equipamentos e incentivos incipientes. O autor ainda comenta que

(...) A região nordeste (...) é a região que dispõe de condições mais favoráveis, no contexto brasileiro, em termos de potencial residencial/consumo residencial. (...)A título comparativo, o padrão brasileiro é bem diferente, por exemplo, do de países que dispõem de menos potencialidades (pela pouca insolação), como é o caso da Alemanha, cuja matriz energética atual é 28% de fonte eólica e 21% de fonte solar (Bursztyn, 2020, p.2).

Evidencia-se que, o “ser geograficamente favorável” à geração de energia solar fotovoltaica não é o suficiente para tornar possível a implantação desta técnica. Sobre isso, Santos (1997, p. 47) escreve

Há uma idade científica das técnicas, a data em que, num laboratório, elas são concebidas. Mas isso pode ter apenas importância para a história da ciência. E, ao lado dessa idade científica, há uma idade propriamente histórica, a data em que, na história concreta, essa técnica se incorpora à vida de uma sociedade. Na realidade, é aqui que a técnica deixa de ser ciência para ser propriamente técnica. Esta somente existe quando utilizada. Sem o sopro vital da sociedade que a utiliza, o que há é talvez um objeto, uma máquina, mas não propriamente uma técnica. De um ponto de vista propriamente histórico é esta a data que conta: é aí que se estabelece a certidão de batismo universal da nova técnica. (SANTOS, 1997, p.47)

Dessa forma, as consequências da nova ordem mundial produziram no global e no local, diversos espaços e territórios. Enfim, é colocado em curso não somente uma nova matriz ou transição energética, mas também, um “rearranjo nas relações sociais e de poder por meio da tecnologia” (PORTO-GONÇALVES, 2012, p.333).

De modo geral, tanto a geração centralizada quanto a geração distribuída têm crescido de maneira considerável no Brasil, sobretudo no Nordeste. A tabela 6 faz uma comparação entre a geração centralizada e a geração distribuída em termos de potência instalada até o ano de 2020.

Tabela 6. Comparativo de Potência Instalada na Geração Centralizada e na Geração Distribuída.

ANO	POTÊNCIA INSTALADA (MW)	
	GERAÇÃO CENTRALIZADA	GERAÇÃO DISTRIBUÍDA
2012	0,47	2,53
2013	1,47	4,53
2014	2,52	13,48

2015	9,68	17,32
2016	49,39	34,61
2017	191	968
2018	568	1.824
2019	2.106	2.475
2020	4.377	3.093

Fonte: Aneel (2021), ABSOLAR (2021), IRENA (2020).

Ao observarmos a tabela acima, percebemos que, até 2014, a geração distribuída era praticamente incipiente se comparada à geração centralizada. Sua expansão, por conseguinte, foi ocorrer exatamente após a sua regulamentação a partir da Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012. Percebemos, nesse momento que, o Estado e sua atuação a partir de mecanismos como a implementação de uma estrutura jurídica é fundamental para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil.

Aqui, cabe definirmos o Estado. Harvey (2005, p. 80), explica que

Necessariamente, o Estado se origina da contradição entre os interesses particulares e os da comunidade. No entanto, como o Estado tem de assumir uma existência independente, para garantir o interesse comum, torna-se o lugar de um poder alienígena, por meio do qual pode dominar os indivíduos e os grupos. Da mesma maneira que o trabalhador, mediante o trabalho, cria capital como instrumento para sua própria dominação, os seres humanos criam, na forma do Estado, um instrumento para a sua própria dominação. **Esses são os diversos instrumentos de dominação – em particular, a lei, o poder de tributação e o poder de coação** – podem ser transformados, pela luta política, em instrumentos para dominação de classe.” (grifo nosso) (HARVEY, 2005, p. 80)

Nesse sentido, o Estado surge com diversos instrumentos de dominação, dentre eles, as leis e o poder de tributação. Uma vez que, a partir de marcos regulatórios, o Estado Brasileiro permite a expansão da geração distribuída e limita, também a partir de regulamentações, a geração centralizada, ele acaba por influenciar diretamente que um se desenvolva mais rapidamente que o outro.

Ao passo que o Estado regula a geração centralizada através de agências reguladoras como a Aneel, ele solta a geração distribuída, deixando-a como uma

opção ao consumidor que se quer ver livre de tributos infundáveis. Harvey (2005), ressalta que

A garantia do direito da propriedade privada dos meios de produção e da força de trabalho, o cumprimento dos contratos, a proteção dos mecanismos de acumulação, a eliminação das barreiras para a mobilidade do capital e do trabalho e a estabilização do sistema monetário (via Banco Central, por exemplo) estão todos dentro do campo de ação do Estado. [...] o Estado capitalista também tem de funcionar como veículo pelo qual os interesses de classe dos capitalistas se expressam em todos os campos da produção, da circulação e da troca. Ele desempenha um papel importante na **regulação da competição, na regulação da exploração do trabalho** (por meio, por exemplo, da legislação do salário mínimo e da quantidade máxima de horas de trabalho) e, geralmente, estabelecendo um piso sob os processos de exploração e acumulação capitalista.” (grifo nosso) (HARVEY, 2005, p.85)

Vemos então que, é o Estado que irá garantir a proteção dos mecanismos de acumulação bem como estipular a regulação do mercado. De fato, isso pode ser visto na expansão da energia solar fotovoltaica, sobretudo a partir do ano 2016. Tanto a geração centralizada quando a geração distribuída recebeu grandes empreendimentos.

Conforme o Banco de Informações de Geração de Energia da ANEEL (2022), existem 11.281 unidades fotovoltaicas espalhadas em 26 Estados da Federação²⁴, totalizando 5.323.276.28 KW injetados no ONS. O quadro 3 expõe a potência e os Estados contemplados.

Dentre estes Estados, dois merecem destaques nacionais, a saber, Pará e Mato Grosso do Sul, com 9.228 e 1639, respectivamente. No entanto, todos os empreendimentos de ambos estados, possuem uma potência de 1KW, considerada pela Resolução Normativa da ANEEL como microgeração. No entanto, estas estão ligadas ao Operador Nacional, conforme banco de dados da ANEEL (2022).

O Nordeste, então, recebe destaque²⁵ no Brasil por, sobretudo por sua vantagem geográfica, isto é, seu índice de radiação. Além disso, esta região terá maior destaque quando da implantação das unidades fotovoltaicas que ganharam leilões e estão em construção ou outorgadas (construção não-iniciada).

Quadro 3. Unidades Solar Fotovoltaicas em Operação no Brasil (2022).

²⁴ Com exceção do estado de Rondônia.

²⁵ Se não considerarmos o destaque do Pará e de Mato Grosso do Sul, por se tratar de pequenas centrais geradoras de 1kW cada.

REGIÃO	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	QUANTIDADE DE UNIDADES FOTOVOLTAICAS
NORDESTE	BAHIA	45
	PIAUI	33
	CEARÁ	21
	RIO GRANDE DO NORTE	16
	PERNAMBUCO	22
	PARAÍBA	10
	SERGIPE	1
	ALAGOAS	2
	MARANHÃO	5
	TOTAL:	154
NORTE	PARÁ	9228
	ACRE	1
	AMAZONAS	93
	AMAPÁ	1
	RONDONIA	5
	TOTAL:	9328
CENTRO-OESTE	DISTRITO FEDERAL	1
	GOIÁS	4
	MATO GROSSO DO SUL'	1639
	MATO GROSSO	10
	TOCANTINS	1
	TOTAL:	1655
SUDESTE	ESPÍRITO SANTO	11
	MINAS GERAIS	37
	RIO DE JANEIRO	10
	SÃO PAULO	36
	TOTAL:	94
SUL	PARANÁ	20
	RIO GRANDE DO SUL	17
	SANTA CATARINA	12
	TOTAL:	49
	TOTAL NACIONAL:	11.281

Fonte: Aneel, 2022.

3.4.1 Cadeia Produtiva da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

Acredita-se que, um dos grandes gargalos para um maior e mais rápido avanço da energia solar fotovoltaica no Brasil seja a ausência de uma política

industrial competitiva que reduza os componentes e equipamentos produzidos no País, tais como kits de sistema solar fotovoltaicos, inversores fotovoltaicos, módulos e baterias (ABSOLAR, 2022).

Essa falta de política industrial onera a cadeia produtiva fazendo com que, tanto os grandes empreendimentos como os minigeradores optem por equipamentos e componentes importados, em sua maioria advindos de multinacionais chinesas e europeias. São, como denominou Santos (1997, p.146), sistemas técnicos invasores, que “incluem as instituições supranacionais, as empresas e bancos multinacionais.”

Porto-Gonçalves e Quental (2013, p.7) irão atrelar a chegada de empresas estrangeiras a partir das técnicas e da tecnologia ao processo de *colonialidade do saber e poder*. Acontece que, mesmo com o término do colonialismo que era uma forma de dominação “político-econômica e jurídico-administrativa das metrópoles europeias sobre suas colônias” que envolvia conquista e submissão das populações encontradas, os ideais ou influências eurocêntricas permaneceram na América.

A este processo, os autores chamam de colonialidade. Trata-se de um processo onde as relações de poder são mais duradouras e profundas, onde as formas se mantêm enraizadas “nos esquemas culturais e de pensamento dominante, legitimando e naturalizando as posições assimétricas em formas de trabalho, populações, subjetividades, conhecimentos e territórios” no mundo contemporâneo.

Apesar disso, vale a pena ressaltar que, de todas as outras opções de produção de energia elétrica, a fotovoltaica foi a que teve o melhor desempenho no que diz respeito ao seu custo de produção (redução média de 86%), seguida somente pela queda nos equipamentos ligados à energia eólica (BURSTYN, 2020).

Outro gargalo importante que, de certa maneira, atrapalha o crescimento da energia em questão, é o preço do silício. Conforme Larovere (2011), existem poucos fornecedores mundiais, e, apesar do Brasil possuir reservas importantes de silício, ainda existem limitações no tocante ao desenvolvimento desse mercado para a então diminuição dos custos.

A tabela 8 mostra quais partes de um sistema solar fotovoltaico custa mais. Notadamente, são os módulos fotovoltaicos que representam maior participação no custo total, variando entre 40% e 60%. No entanto, conforme Ramos

et al (2018), o Brasil já conta com 8 empresas montadoras destes módulos. Os inversores, por sua vez, também são responsáveis pelo segundo maior custo, variando entre 10% a 30%, mas, o Brasil também já conta com aproximadamente 11 fabricantes nacionais.

Tabela 8. Custos e Componentes de um Sistema Fotovoltaico

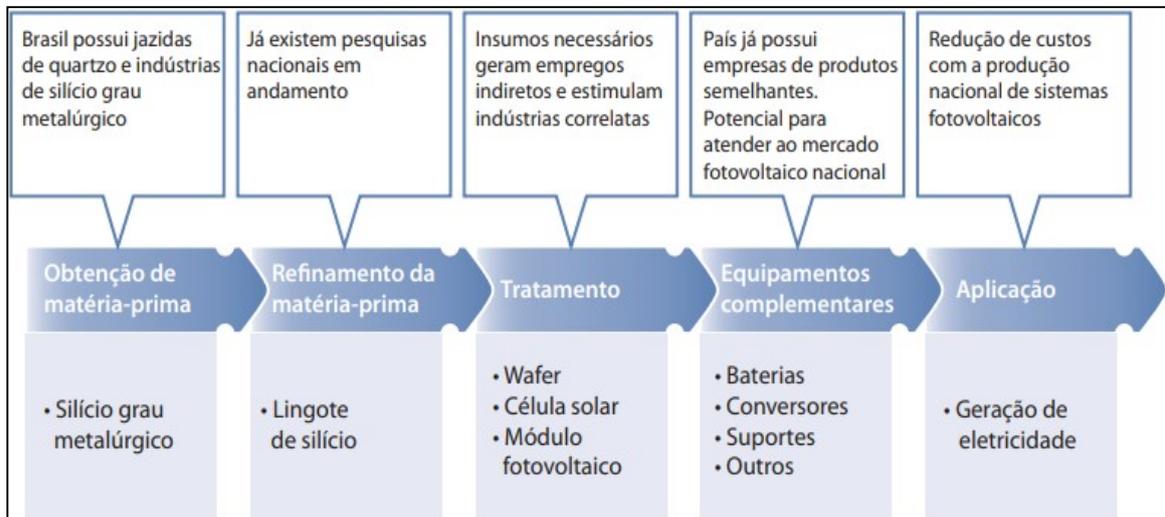
EQUIPAMENTO		% NO CUSTO TOTAL DOS EQUIPAMENTOS DO SISTEMA FV	FABRICAÇÃO PRESENTE NO BRASIL
MÓDULO	Módulo Fotovoltaico	~40% a 50%	Sim
INVERSOR	Inversor	~10% a 30%	Sim
BALANCE OF SYSTEM	Estrutura metálica fixa	~20% a 50%	Sim
	Seguidor ou rastreador solar (<i>tracker</i>)		
	<i>String box</i>		
	Medidor		
	Sistema de armazenamento/ Bateria		
	Controlador de carga e descarga		
	Sistema de monitoramento		

Fonte: Ramos et al, 2017.

O esquema (figura 10) abaixo mostra, de maneira resumida, a cadeia produtiva²⁶ da energia solar fotovoltaica. Esta vai desde a obtenção da matéria-prima à fabricação de inversores e baterias.

²⁶ Entende-se por cadeia produtiva o conjunto de atividades, isto é, desde os insumos básicos até o produto final propriamente dito, o que inclui comercialização e distribuição. Trata-se de uma rede cooperativa.

Figura 10. Cadeia Produtiva da Energia Solar Fotovoltaica (principais componentes) e como o Brasil tem se posicionado em relação a ela.



Fonte: CGEE

Internacionalmente a cadeia produtiva no setor FV pode ser dividido em atividades de fabricação, chamados *upstream* e atividades de aplicação, chamados *downstream*.

As atividades de fabricação contemplam o processamento das matérias-primas, fabricação de inversores, módulos, controladores de carga e sistemas e componentes elétricos diversos. As atividades de aplicação, por sua vez, tem a ver com prestação de serviços dentro da indústria FV, tais como engenharia, operação (O & M), manutenção e administração (MONTENEGRO et al, 2021).

Percebemos pelo esquema figura 10 que, o Brasil possui potencial para alavancar a energia solar fotovoltaica a partir do incentivo a empresas nacionais que realizem o refinamento da matéria-prima, isto é, o silício, iniciativas que trabalhem com a montagem dos painéis fotovoltaicas propriamente ditos bem como os equipamentos complementares (CGEE, 2010).

Toda essa cadeia produtiva que existe e pretende-se expandir no Brasil, vai sendo (re)produzida no espaço geográfico, transformando-o. São conexões entre espaços, territórios, redes e regiões.

Nas palavras de Santos e Silveira (2011, p.132),

Hoje, há uma crescente segmentação territorial das etapas do trabalho, intensificando-se as trocas e relações entre as regiões. Esses intercâmbios frequentes e espessos não são obrigatoriamente entre área contíguas. Uma área de agricultura moderna pode não ter as relações mais significativas com a cidade próxima e esta pode não se relacionar com sua vizinha imediata, enquanto mantém contatos intensos com outras muito distantes, às vezes no estrangeiro. **Daí a necessidade de substituir a noção de circuitos regionais de produção pela de circuitos espaciais de produção (grifo nosso)** (SANTOS e SILVEIRA, 2011, p.132).

Esses circuitos espaciais de produção são evidenciados e produzidos a partir dos mais diversos vetores de desenvolvimento. Nesse sentido, ao longo do tempo, cada espaço vai sendo alvo de sucessivas divisões do trabalho, onde o capital flui por redes, fixos e fluxos que, não necessariamente são materiais.

Circuitos espaciais de produção e círculos de cooperação “mostram o uso diferenciado de cada território por parte das empresas, [...] e permitem compreender a hierarquia dos lugares desde a escala regional até a escala mundial.” (SANTOS e SILVEIRA, 2011, p.133)

Os circuitos espaciais da produção têm se tornado ainda mais complexos, incluindo na cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica, uma vez que, todo o processo técnico de obtenção de energia elétrica, gera também subprodutos ou melhor dizendo, produtos tais como baterias, módulos, inversores, que são fundamentais para a formação desta energia. Nesse sentido, para não

Cabe aqui, também trazeremos outro conceito-chave da ciência geográfica, que nos ajuda a compreender a importância da cadeia produtiva do setor solar fotovoltaico. Trata-se do conceito de redes. Dias (2010,) o conceito de rede, apesar de não ser novo, tornou-se ainda mais complexo, sobretudo a partir ao longo do século XX.

Essas complexidades durante o século XX redesenharam o mapa do mundo bem como os países e regiões. Muitos processos, atrelados até mesmo a fase atual do capital financeiro, tornam os processos cada vez mais integrados e interligados. Sobre isso, Dias (2010, p.147) diz:

A densificação das redes – internas a uma organização ou compartilhadas entre diferentes parceiros – regionais, nacionais ou internacionais, surge como condição que se impõe à circulação crescente de tecnologia, de capitais e de matérias-primas. Em outras palavras, a rede aparece como o instrumento que viabiliza exatamente essas duas estratégias: circular e comunicar.[...] Os fluxos, de todo tipo – das mercadorias às informações

pressupõem a existência das redes. A primeira propriedade das redes é a conexidade – qualidade de conexo - que tem ou em que há conexão, ligação. Os nós das redes são assim lugares de conexões, lugares de poder e de referência, coo sugere RAFFESTIN. É antes de tudo pela conexidade que a rede solidariza os elementos. Mas ao mesmo tempo em que tem o potencial de solidarizar, de conectar, também tem de excluir (DIAS, 2010, p,147).

Com base na citação acima, entendemos que a rede é capaz de potencializar algo ou alguém bem como excluir. É importante salientar que, todo o comportamento das redes, que por sua vez é gerenciado por agentes tais como o Estado, a iniciativa privada, as instituições de um modo geral, não é neutro. Ao contrário, na própria rede é posto um jogo de relações sociais, isto é, a rede também é um resultado da manifestação das técnicas, da política e das relações socioeconômicas.

É importante dizer que, a construção de uma rede produtiva na área fotovoltaica deve ser um esforço conjunto feito pelo aparelho de Estado, iniciativa privada, universidade e outras instituições.

Trata-se de uma “eliminação de barreiras de todas as ordens [...] para integrar o mercado interno, pois esta integração pressupõe a elevação do grau de complementaridade econômica entre as diferentes regiões brasileiras.” (DIAS, 2010, p. 150).

Conforme Ramos *e et al* (2017) a cadeia produtiva do setor solar fotovoltaico no Brasil, em seus primeiros anos, isto é, entre a década de 2000 – 2010, fora baseada quase que em sua totalidade em equipamentos importados. Não existia empresas que alcançassem a pureza do silício até o grau solar, por exemplo.

No entanto, o próprio capital monopolista impulsiona e reúne, paulatinamente, a produção que havia se separado em diversas empresas e lugares. Harvey (2009) explica que, para aumentar a produtividade, faz-se necessário a criação de uma infraestrutura que reduza tempo de deslocamento e conseqüentemente, custos. Marx corroborando com essa ideia diz que

De um lado, a cooperação permite que o trabalho se faça sobre grandes extensões territoriais, daí a necessidade de certas infraestruturas, como canais de drenagem, diques, obras de irrigação [...]. Por outro lado, ao mesmo tempo em que se amplia a escala da produção, torna-se possível uma relativa contração da área. Essa contração da área, simultânea e combinada ao alargamento da escala, enquanto despesas inúteis são cortas, leva à aglomeração dos trabalhadores, à agregação de vários processos e à concentração dos meios de produção.

Sendo assim, uma vez que para se tornar viável e lucrativo esse novo mercado solar fotovoltaico, o próprio Estado, a partir dos seus mecanismos de legislação, impulsiona novos mercados.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES criou novas regras para empreendedores no setor solar fotovoltaico. Os projetos vencedores do leilão, podem ter financiamentos pelo BNDES desde que incluam equipamentos que são produzidos no Brasil (BNDES, 2014). Esse processo também ocorreu à época do *boom* do desenvolvimento da energia eólica no país.

Todo esse financiamento e investimento do BNDES no setor solar está diretamente atrelado as resoluções assinadas no Acordo de Paris. Conforme o próprio BNDES (2021), os últimos investimentos são da ordem de R\$1,47 bilhões.,

Todos estes investimentos do BNDES em usinas de geração solar estão alinhados ao esforço do Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC) para redução das emissões de gases de efeito estufa. O Plano também busca manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional. O esforço do Banco também vai ao encontro do Plano Nacional de Energia 2030, do Governo Federal, com estratégias para expansão de energia econômica e sustentável pelos próximos anos. Ainda que não haja menção expressa à energia solar no PNE, o financiamento a iniciativas de geração de energia fotovoltaica aumenta a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira e alinha-se aos esforços do Banco em apoiar empreendimentos nas características ambiental, social e de governança, disseminados nas siglas ESG, em inglês, e ASG, em português (BNDES, 2021).

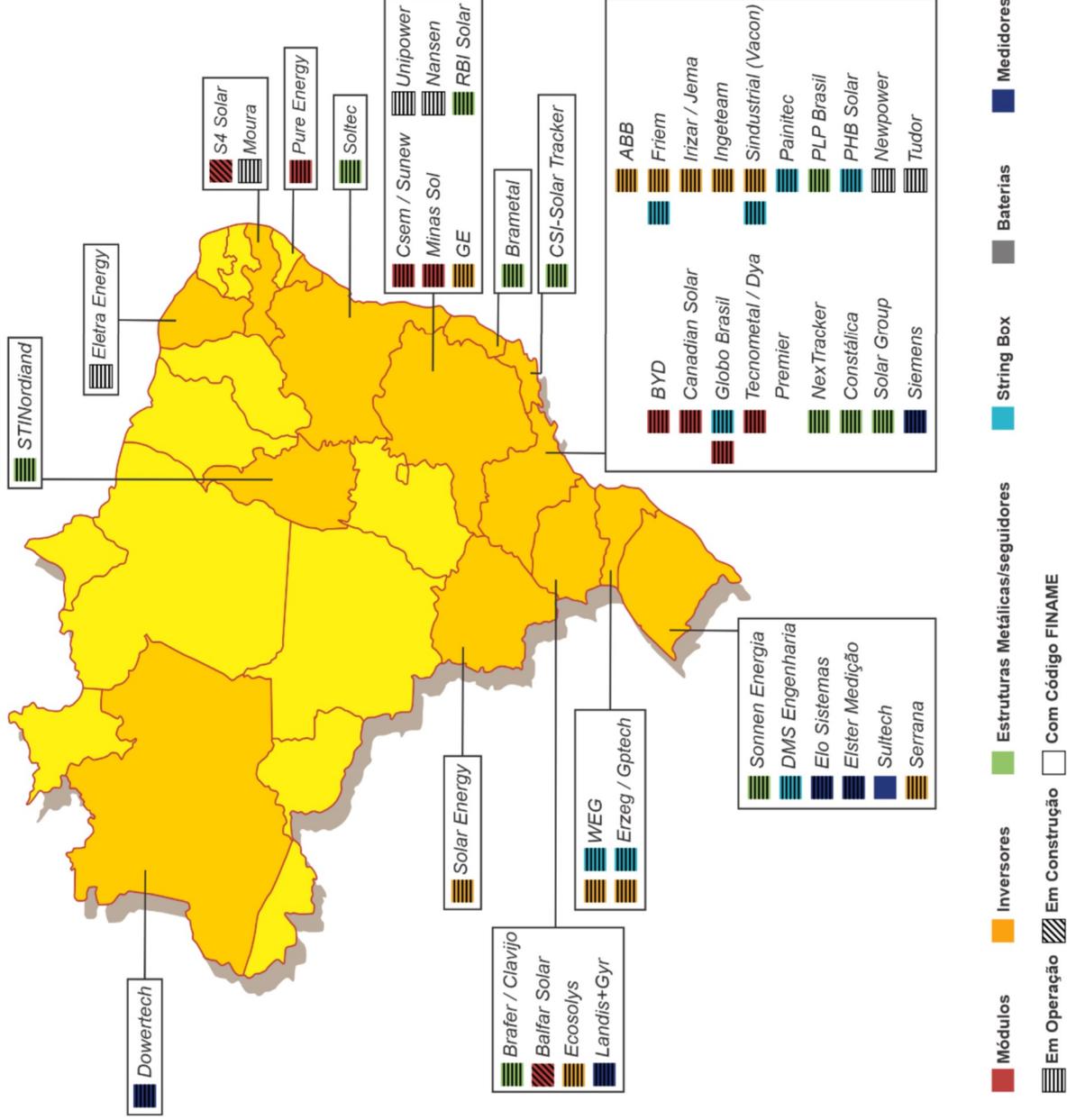
Nesse sentido, a cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica tem nascido e se expandido no Brasil, de sorte que, em 2020, o país já conta com diversos fabricantes instalados e em processo de instalação. A figura 11 especializa, de maneira resumida, quais fabricantes temos hoje no Brasil.

Nesse sentido, entendemos que há um grande impasse para o Estado Brasileiro: ou ele se torna um grande importador de insumos da indústria internacional, sobretudo chinesa, como já tem se tornado, ou, ele se torna um estado financiador que, por conseguinte, irá atuar tanto na regulação quando na promoção do mercado fotovoltaico.

De uma forma ou de outra, o que temos expresso no espaço geográfico brasileiro, é a reprodução da lógica de acumulação do capital, tendo um novo vetor de desenvolvimento – o sol. O vilão torna-se mocinho, o causador da seca é trazido,

agora, como vetor de desenvolvimento, sobretudo nas áreas chamadas “improdutivas”.

Figura 11. Espacialização das empresas que fazem parte da Cadeia Produtiva de Geração de Energia Solar Fotovoltaica



4. A POLÍTICA ENERGÉTICA NO BRASIL - Os passos de um Estado Empreendedor

O Brasil, nessa conjuntura, não acompanhou todas as evoluções da produção de energia em suas diversas instâncias. Na secção anterior, refletimos sobre o processo em que o Brasil passou organizar sua matriz energética. A seção a seguir, trabalhará sobre como se deu essa chegada da energia e, como isso modificou e ainda modifica a formação do espaço brasileiro.

4.1 A trajetória do Brasil em busca da luz

Descobrir o passado é uma das chaves para compreender o presente e antecipar o que pode ocorrer no futuro. Faz-se necessário entender como a energia de modo geral chegou no Brasil, suas principais etapas até o estágio atual para compreendermos e apreendermos o objeto de estudo.

Assim, realizar uma rápida revisão sobre a origem do setor elétrico e como se formou a estrutura estatal, hoje privatizada parcialmente é fundamental para compreender os desdobramentos da crise energética no Brasil e como esta se refletiu na vida dos brasileiros e brasileiras.

Ao comparar o Brasil com alguns outros países do mundo, sobretudo os do continente europeu, evidenciamos uma desvantagem pouco leal e temporal no que diz respeito ao processo do *acender as luzes* e incremento da cadeia produtiva através de fontes de energia como o carvão mineral e outros combustíveis fósseis.

Isto porque, no período em que a Europa era modificada devido ao fenômeno da primeira Revolução Industrial (1760 – 1820), o Brasil ainda era colônia portuguesa, sob a regência do Imperador, sendo subjugado as vontades da coroa real.

Pelo fato de se manter sob o domínio português, o Brasil Colônia era impedido de desenvolver indústrias que viessem a competir com a metrópole ou prejudicar seus interesses comerciais. Conforme Moraes e Franco (2005, p.61),

durante metade do século XVIII, o governo português chega a proibir formalmente o funcionamento de fábricas na colônia, para não atrapalhar a venda de produtos adquiridos na Inglaterra e comercializados por portugueses no Brasil. Portanto, o Brasil começa sua industrialização, com décadas de atraso (MORAES e FRANCO, 2005, p.61).

Para a Coroa Portuguesa, a prioridade no Brasil Colônia era de sempre privilegiar a agricultura exportadora, isto é, ressaltar a vocação agroexportadora do Brasil, minando, conseqüentemente, quaisquer iniciativas industriais. Ainda conforme Moraes e Franco (2005, p.63)

Os primeiros esforços importantes para a industrialização ocorreram no Império. Durante o Segundo Reinado, empresários brasileiros, como Irineu Evangelista de Souza, o Visconde de Mauá, e grupos estrangeiros, principalmente o dos ingleses, investiram em estradas de ferro, estaleiros, empresas de transporte urbano e gás, bancos e seguradoras. (...) No final do século XIX e início do século XX, mesmo com o investimento de parte da renda do café e da borracha, **as indústrias brasileiras não passavam de pequenas oficinas, marcenarias, tecelagens, chapelarias, etc (grifo nosso)** (MORAES e FRANCO, 2005, p. 63).

Em virtude desse posicionamento da coroa portuguesa, o que se percebeu no Brasil na transição do século XIX para o século XX foi um verdadeiro atraso no que diz respeito a elementos básicos para a industrialização, a saber, o provimento de energia. Se para a Metrópole não era interessante industrializar o Brasil, a fim de não perder mercado consumidor, não era igualmente interessante investir em infraestrutura energética.

Para se ter uma noção deste atraso supracitado, enquanto era inaugurada a primeira usina elétrica de Thomas Edison em Nova York em 1879, no Brasil, inaugurava-se seis lâmpadas elétricas na estação ferroviária Pedro II por Pereira Passos²⁷.

Cinco anos adiante, passa a entrar em funcionamento a primeira termelétrica brasileira que se tornou a responsável pela iluminação das ruas da cidade de Campos – Rio de Janeiro e, em 1892, o bonde elétrico passa a transitar pelas ruas²⁸ do Rio de Janeiro, e oito anos depois, em São Paulo (LESSA, 2001).

Em 1889, saindo do eixo Rio de Janeiro – São Paulo, a cidade de Juiz de Fora (Minas Gerais – MG) foi agraciada pela usina hidrelétrica de Marmelos. Ao todo, até 1926, o Brasil contaria com 1(uma) usina termelétrica no Rio de Janeiro, 1(uma) usina hidrelétrica também no Rio de Janeiro, 2(uma) usina hidrelétrica em São Paulo e 1(uma) usina hidrelétrica em Lajes – Santa Catarina.

Sobre essa trajetória de busca pela luz no Brasil, Lessa (2001, p.25) descreve que,

²⁷ Francisco Pereira Passos foi prefeito do Rio de Janeiro entre 1902 e 1906. De origem aristocrática, estudou nas melhores escolas da época e, como prefeito, foi o maior responsável pela reforma que, no início do século XX, deu ao centro do Rio características de metrópole. (MAPA, 2022)

²⁸ Através da *Tramway Light and Power Company Limited* (BRANCO, 2002).

Após a Primeira Guerra Mundial, prosperou entre os brasileiros a ideia de que a oferta de energia era decisiva para o crescimento e a transformação da economia nacional. Todos sabiam que o progresso da primeira Revolução Industrial, com a máquina a vapor, repousada no carvão. Já era visível a crescente importância do petróleo para a geração subsequente de motores a explosão interna. **Cidade civilizada era iluminada, com vida noturna (grifo nosso)**. A residência eletrificada era o umbral para os eletrodomésticos. Mesmo para aqueles que propunham um país essencialmente agrícola, era fundamental a energia da modernidade para o transporte de cargas, a segurança urbana e o conforto doméstico. Os que sonhavam com a industrialização e se esforçavam para impulsioná-la sabiam que não se obtém energia elétrica em grande escala por meio de importações e que ela depende de investimentos internos de longo período de maturação. Era claro que a capacidade de geração deveria ser superior ao uso corrente, para que a economia pudesse crescer sem pontos de estrangulamento. (LESSA, 2001, p.25)

Percebe-se, a partir das ideias de Lessa que, a noção de modernidade bem como de industrialização vinha acompanhada com a necessidade latente de investimentos na área de energia, haja vista que, o mundo em sua forma geral, rendia-se a essa característica da vida moderna – as luzes – e, no Brasil, não deveria ser diferente.

Fazia-se necessários investimentos internos para que a energia elétrica e os recursos energéticos de modo geral fossem, de fato, implementados no Brasil. Durante a virada do século XIX para o século XX, a atuação das concessionárias era ainda incipiente e tímida, uma vez que não era otimista o desenvolvimento do país. Como dissemos anteriormente, a ideia era que o Brasil deveria ser unicamente vocacionado a atividade agroexportadora.

Durante esse período, as concessionárias, tais como o grupo *Brasil Traction, Light and Power C. LTDA* e o grupo *American Share Foreign Power Company - Amforp*, “administraram suas redes de forma conservadora, passando a deter poder crescente em relação às cadeias produtivas e a impor regras às administrações estaduais e municipais” (LESSA, 2001, p.25; LORENZO, 2002). Esta fase é caracterizada por uma ausência de legislação específica, sendo os serviços de eletricidade, de geração e de distribuição, regidos pelos “atos de concessão e pelos contratos correspondentes entre concessionários e o poder público”(PINTO JÚNIOR, 2007, p.200).

Sobre os investimentos das concessionárias e outras empresas do ramo energético, Branco (2002, p.99) escreve que

De 1900 a 1960, os grupos estrangeiros e as empresas privadas nacionais que dominavam o setor instalaram uma capacidade total de apenas 4.800 mW. Os grupos controladores não se interessavam em investir na expansão do sistema, sufocando o desenvolvimento da economia. Por isso – não por motivos ideológicos – o **Estado foi levado a aplicar gigantescos fundos públicos no setor, atendendo até mesmo a insistentes apelos do empresariado industrial (grifo nosso)**. A partir de 1960, com a efetiva entrada do Poder Público, a capacidade instalada expandiu-se rapidamente, atingindo 63.959 mW em 1999. Essa evolução induziu o desenvolvimento da tecnologia nacional nos campos da engenharia de centrais hidroelétricas; das indústrias de material elétrico e componentes mecânicos; da pesquisa em eletrotécnica e eletrônica de instrumentação e controle (BRANCO, 2002, p. 99).

Percebe-se, então, que houve uma supremacia do empresariado no setor elétrico no Brasil. Grosso modo, até década de 1920, houve um processo de concentração empresarial em volta das concessionárias estrangeiras, no entanto, durante esse período, houve também o início de um debate crítico sobre essas concessionárias.

A defesa do intervencionismo no setor começou a surgir quando alguns artigos passaram a questionar o valor da eletricidade uma vez que, nos Estados Unidos e na Europa, em 1930, regulamentaram as tarifas de energia para a população (LORENZO, 2002).

Por conta da falta de investimentos no setor elétrico no período supracitado, a qualidade e a quantidade de energia elétrica no Brasil tornaram-se inadequada e inapropriada para a estruturação de um novo modelo econômico de desenvolvimento urbano e industrial. Era necessário que o próprio Estado brasileiro investisse em energia.

Em 1925, por conta de um período de estiagem do rio Tietê, foi evidenciado o primeiro apagão no Brasil (LESSA, 2001). É exatamente no período pós Primeira e Segunda Guerra Mundial que as necessidades energéticas no Brasil e no mundo passam a ser urgentes, como explana Martin (1992)

Logo depois da Segunda Guerra mundial, são imensas as necessidades energéticas que precisam ser satisfeitas. As economias europeias e japonesas precisam ser reconstruídas e modernizadas: elas o são sob a influencia dos Estados Unidos, berço das novas indústrias da energia. Essa influencia é ainda mais sensível nos países que começam a se industrializar, sem tradições tecnológicas solidamente firmadas: A América Latina e, em menor medida, o Sudeste da Ásia estabelecem suas indústrias e suas infraestruturas de transportes a partir de equipamentos cujas normas refletem a abundância energética do continente norte-americano. (MARTIN, 1992, p.62)

Nesse sentido, o Estado Brasileiro passou a agir de maneira incisiva no desenvolvimento da economia da energia, sobretudo após 1930, com o passar da crise do café de 1929 e a posterior posse de Getúlio Vargas na presidência da república. Sobre esse momento histórico, Soares e Franco (2005) identificam que, foi a partir de então, que foi dado início a Revolução Industrial Brasileira. Em 10 anos, nasceram mais de 12 mil fábricas além das já existentes.

Contudo, apesar do aumento industrial bem como da inserção de empresas estrangeiras na geração e distribuição de energia, estas “não se interessavam em investir na expansão e no aprimoramento das redes” (BRANCO, 2002, p.101), o que levou a Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras SA a comprar as empresas CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz bem como a LIGHT – SP, dando origem a Eletropaulo.

Lessa (2001) complementa o fato supracitado afirmando que

A atuação das concessionárias foi tímida e insuficiente, pois elas não apostaram no desenvolvimento futuro do país. Organizadas como monopólios naturais, administraram suas redes de forma conservadora, passando a deter poder crescente em relação às cadeias produtivas e a impor regras às administrações estaduais e municipais. [...] A atuação das concessionárias era insatisfatória. Sucediam-se períodos de carência de energia, que se agravaram com a modernização da economia. Entre 1938 e 1947, era usual a queda na frequência e na voltagem [...] As indústrias procuravam defender-se, mantendo geradores próprios. Em 1954, 20% da energia em São Paulo eram próprios das indústrias. Isto elevava seus investimentos e custos operacionais. Nesse cenário, o Estado passou a produtor e distribuidor de energia” (LESSA, 2001, p.26)

Fez-se necessário durante essa primeira metade do século XX investimentos públicos para otimizar e expandir a potencia instalada no país. Na região Sudeste, por exemplo, especialmente no Estado de São Paulo, a partir da intervenção do Estado, a capacidade do sistema elétrico elevou-se para 12.000MW instalados. A partir desse posicionamento e intervencionismo estatal, que pode ser chamado de movimento persistente em busca de energia, foi sendo desenvolvido mão-de-obra especializada, tanto na elaboração de projetos quanto na construção e operação de usinas geradoras e sistemas de transmissão e distribuição elétrica (BRANCO, 2002).

No plano legislativo, ainda durante a Era Vargas, grandes passos foram dados. Em 1934, conforme Lessa (2001, p. 26), o Estado

resolveu uma questão institucional central: o Código Nacional de Águas e Energia Elétrica definiu a soberania sobre as fontes renováveis energia elétrica, e o Código Nacional de Mineração estabeleceu a propriedade social do subsolo. Em 1939, foi organizado o CNAEE, no ministério de Minas e Energia. Desde 1907 arrastava-se o discurso sobre águas, cujo adiamento sucessivo revela o interesse do duopólio Light/Amforp em manter a questão na penumbra, sem regulação central relevante (LESSA, 2001, p.26)

Pode-se assim inferir que, tornou-se notável o interesse do Estado Brasileiro em desenvolver seu sistema elétrico, ainda que pra isso se fizesse necessário um maior intervencionismo. Sobre o Código das Águas, Lorenzo (2002, p.150) complementa que

O Código de Águas constituiu um dos principais marcos institucionais no setor de energia elétrica. Ao regulamentar sobre a propriedade das águas e sua utilização, dispor sobre a outorga das autorizações e concessões para exploração dos serviços de energia elétrica e, inclusive, sobre o critério de determinação das tarifas desses serviços públicos e a competência dos Estados na execução do próprio Código, o Código de Águas trouxe mudanças fundamentais na legislação sobre o aproveitamento de recursos hídricos. No que se refere ao processo de fixação de tarifas, as alterações propostas pelo Código de Águas foram radicais: até o ano de 1933 vigorava a liberdade tarifária que permitia às concessionárias contratar suas tarifas em equivalente ouro, havendo, assim, uma correção monetária embutida. Em 1933, o Decreto n.23.501, de 27 de novembro, proibia quaisquer tipos de contrato que estipulassem pagamentos em tarifa ouro, em outra moeda que não a do país. Em 1934, um ano e meio depois, o Código de estabelecia definitivamente o processo de fixação de tarifas, a partir do serviço pelo custo. Esta questão - o custo histórico - foi regulamentada em 1941, em outro Decreto-Lei (n.3.128) que estabelecia que o investimento das empresas de energia elétrica fosse determinado por meio de tombamento, servindo como elemento base para o cálculo de tarifas e de possíveis indenizações em caso de encanamento de empresas pelo Estado. Fixava ainda o limite de 10% sobre o investimento para o lucro das empresas. Também, no que se refere à regulamentação do regime de concessões, o Código de Águas trouxe várias alterações que deslocaram para a órbita federal o controle do uso dos cursos e quedas d'água e o fornecimento de energia elétrica (LORENZO, 2002, p.150)

É o próprio contexto social e político do sistema que impulsiona as oscilações da atividade estatal, ora mais liberal, ora mais intervencionista. Andrade (1984) escreve mais, indicando que foi a partir da revolução de 1930 que as transformações nas estruturas administrativas e mentais do Brasil mudaram. Segundo ele, devido a falência das elites ligadas à produção agropecuária por conta do efeito dominó que a crise econômica de 1929 desencadeou, fez com que o Estado brasileiro abandonasse os ideais da liberal democracia e do estado liberal,

estimulando uma maior intervenção estatal na programação econômica nacional bem como na produção.

Mas, para outros autores, fato é que até meados de 1950 (com exceção de alguns casos pontuais), o Estado Brasileiro atuava com uma natureza assistencial, protetora, atuando como regulador da produção e criador de instrumentos de defesa de diversos setores. Posteriormente, o mesmo Estado assume uma orientação distinta, criando órgãos e instrumentos designados a diversificar e expandir as atividades produtivas, agindo ativamente na esfera econômica, de modo a incentivar a criação da riqueza. Obviamente, estas duas posturas do Estado não se deram de forma nítida e sucessiva, mas encadearam-se durante as décadas revelando ambiguidades e flutuações (IANNI, 2004).

No setor energético, é a partir da década de 1950 que são criadas a Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco – CHESF (1945), a ELETROBRÁS (1962), a PETROBRÁS (1963) entre outras. Além das mencionadas companhias, foi nessa época que foram elaborados planos como o SALTE – Saúde, Alimentação, Transporte e Energia, Plano Trienal entre outros.

Durante esse período, projetos ambiciosos foram construídos no ramo energético brasileiro. Andrade (1984) ressalta, por exemplo, a construção de três grandes barragens com fins de produção de energia, resultando na Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso, em 1954, a de Três Marias, em 1959 e, finalmente, a de Sobradinho em 1978.

É importante destacar a motivação e o contexto que as supracitadas barragens foram construídas. Andrade (1984, p.50) descreve que

Nos debates travados no Parlamento e na Imprensa no período 1945/48, observa-se a existência de duas correntes distintas a encarar os objetivos da política São-Franciscana; uma, comprometida com uma visão social do problema, pensava em organizar um programa de desenvolvimento que equilibrasse os interesses nacionais e locais, com a implantação de programas que elevassem o rendimento dos recursos explorados e que beneficiassem a população do vale; outra corrente, eminentemente capitalista, procurava facilitar o crescimento econômico da bacia do São Francisco em função do interesse de grandes empresas dos centros mais dinâmicos do país que desejavam ampliar os seus negócios, esquecendo ou colocando em segundo plano os interesses da população local.

Claramente, a segunda corrente venceu, sendo a construção das usinas direcionadas a fim de ampliar os negócios das empresas na região trazendo energia

às indústrias e, como consequência favorável para a população, estas usinas proporcionaram a eletrificação do Nordeste e de Minas Gerais.

Na região Sudeste, berço do setor industrial brasileiro no século XX, foi criada em 1957 a empresa federal Central Elétrica de Furnas, no Rio Grande, com potencial de aproveitamento elevado (LORENZO, 2002).

Percebe-se que, após 1950, o posicionamento e o foco do Estado Brasileiro, em suas diferentes proporções, era de produzir riqueza e desenvolvimento econômico para o país, agindo muitas das vezes em detrimento dos interesses populares. Branco (2002, p. 10), corroborando com este argumento e dando ênfase ao sistema elétrico brasileiro em desenvolvimento, ainda afirma que

Antes de 1960, o Brasil importava projetos, tecnologia e equipamentos para centrais elétricas e linhas de transmissão. Por volta de 1985 já exportava tudo isso, para países da América Latina e África. **Naqueles 25 anos o sistema elétrico brasileiro, que se caracterizava pela reduzida confiabilidade e pela qualidade deficiente, alcançou a categoria de um dos mais avançados do mundo (grifo nosso)** (BRANCO, 2002, p.99).

O objetivo do Estado Brasileiro a partir de 1950 era transformar o Brasil, elevando-o de país vocacionalmente agroexportador para uma potência industrial. Como já dito anteriormente, para uma industrialização efetiva, a oferta de energia deveria ser a altura. Foi a partir desse princípio que foi criado o Fundo Federal de Eletrificação.

Desse momento em diante, sobretudo durante o governo de Juscelino Kubitschek, algumas usinas importantes da geração de energia elétrica no país foram organizadas. “O plano de Metas do presidente Juscelino Kubitschek deu prioridade a hidroeletricidade e petróleo. O reservatório de Três Marias e as refinarias da Petrobrás elevaram o patamar energético do país” (LESSA, 2001, p.27).

Essa nova postura do governo brasileiro conseqüentemente mudou a realidade das famílias brasileiras. Com a ampliação da capacidade elétrica, investimento produtivo e chegada de novas indústrias, os lares passaram a ser preenchidos com diversos eletrodomésticos e outros aparelhos elétricos.

Na esfera federal, o Estado também conseguiu intervir na construção do setor elétrico através do Plano Nacional de Eletrificação, proposto originalmente durante o governo de Getúlio Vargas.

Este plano identificava as necessidades de integração entre as regiões elétricas através dos sistemas de transmissão, além de estimar o volume de recursos necessários para investimento. Contudo, devido a pressões das concessionárias, o plano não foi mantido na forma original, tendo sido reduzido ao Fundo Federal de Eletricidade (FFE) com recursos “provenientes de um Imposto sobre Energia Elétrica (IUEE) criado em 1955” que foram administrados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE (LORENZO, 2002, p.154).

Ainda segundo Lorenzo (2002), com a criação da Eletrobrás, algumas metas foram estabelecidas com a finalidade de aumentar a capacidade elétrica instalada no país. Com o Plano Nacional de Eletrificação em 1954 iniciou-se uma organização no setor prevendo divisões, onde, ora responsabilidades pairavam sobre as empresas estatais, sobretudo no que diz respeito ao comando da ampliação da capacidade de geração e interligação do setor; ora as responsabilidades pairavam sobre o setor privado, sobretudo as empresas estrangeiras já presentes no mercado brasileiro, a Light e Amforp, que se especializaram na distribuição de energia.

Lorenzo (2007) e Pinto Júnior (2007) concordaram ao escrever que, mencionada subdivisão, acabada por contentar a todos os envolvidos, isto é, de um lado as empresas privadas que adequavam-se ao modelo estatal sem se retirar do mercado e, do outro, o Estado que se posicionada de maneira mais intervencionista e detentor do poder.

Destarte, a partir da década de 1950, o Estado Brasileiro passou controlar de modo efetivo e, a partir de novos projetos, sobretudo a geração de energia elétrica. A indústria elétrica nacional passa a ser construída ao longo do país, chega ao seu ápice e, posteriormente, declínio com a era das privatizações, cujos desdobramentos são materializados na atualidade e no cotidiano dos cidadãos e cidadãs brasileiras.

4.2 Gestão da energia pelas empresas estatais até a crise do petróleo e transição para a era das privatizações das empresas energéticas

Para refletir sobre a gestão da energia no Brasil a partir da década de 1950 faz-se necessário entender, sobretudo, a conjuntura política que o país estava

passando na época, principalmente a partir de 1964 com o período do governo militar.

Bresser Pereira (1983) afirma que o desenvolvimento econômico que fora adotado durante a ditadura militar era baseado na continuidade do processo de substituição de importações associado a ampliação da participação do Estado nas mais diversas atividades econômicas, sobretudo através das empresas estatais. Foi nesse período pós 1964 que o Estado passou a se configurar como principal agente de financiamento e realizador de políticas voltadas à infraestrutura, viabilizando o crescimento da dívida externa concomitante ao acelerado desenvolvimento brasileiro, conhecido como “milagre brasileiro”.

Do ponto de vista técnico e do planejamento elétrico, Pinto Júnior (2007) descreve que a consultoria *Canambra Engineering Consultant Limited*, consórcio feito por duas empresas, uma canadense e outra norte-americana, elaborou o primeiro planejamento integrado do setor de energia elétrica do Brasil. É importante ressaltar que a *Canambra* desenvolveu o estudo no âmbito da porção Centro-Sul do país, hoje denominado Sudeste, que apontava para as principais transformações em curso na indústria elétrica brasileira, tais como:

- i) A distância cada vez maior entre os centros de produção e os centros de consumo, que levava a uma especialização de funções no setor, ou seja, de um lado a geração, de outro, a distribuição; ii) A necessidade de um planejamento integrado das bacias hidrográficas atentando para a interligação dos sistemas elétricos, e abandonando a visão centrada no aproveitamento de um único potencial; iii) A necessidade de unificação da frequência, já que regiões importantes do país ainda operavam com 50Hz – Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Espírito Santo - , ao passo que as demais regiões operavam com 60Hz; iv) A necessidade de elaboração de estudos de mercado mais completos, que estipulassem um programa de obras prioritárias de 1964 a 1966, visando ao suprimento até 1970 (PINTO JÚNIOR, 2007, p.211)

A partir desta consultoria que diagnosticou pontos a serem trabalhados na indústria de energia elétrica brasileira, foram sendo elaborados de maneira integrada, planos importantes para o melhor desenvolvimento desta. Foi neste período, especificamente em 1960, que fora criado o Ministério de Minas e Energia (Lei nº3782, de 22 de julho de 1960) no governo de Juscelino Kubitschek.

Com o governo militar em vigor a partir de 1964, algumas questões centrais para o desenvolvimento da indústria elétrica brasileira, baseadas no estudo de *Canambra*, foram encaminhadas, a saber

1. Unificação da frequência do país em 60Hz, (...) viabilizando a interligação das diversas regiões do país e, portanto, a construção de um sistema elétrico nacional; 2. Aquisição dos ativos da AMFORP pela Eletrobrás; 3. A estrutura organizacional do governo federal no setor elétrico é alterada por intermédio da extinção do CNAEE e a distribuição das suas atividades em dois organismos: a Eletrobrás – planejamento e coordenação – e o Departamento Nacional das Águas e Energia Elétrica (DNAEE) – Poder Concedente; 4. A existência da inflação é reconhecida por intermédio da introdução da correção dos ativos das concessionárias de energia elétrica, viabilizada por meio da extensão a essas empresas das normas de correção monetária do ativo imobilizado e da periódica atualização da expressão monetária do custo histórico do investimento (PINTO JÚNIOR, 2007, p.212).

É importante ressaltar, a partir dessa citação que a Eletrobrás, enquanto empresa pública e estatal comprou a AMFORP fazendo com que a *Light* se configurasse a única maior empresa estrangeira no setor elétrico do Brasil.

No entanto, também cabe aqui destacar que, entre essas medidas supracitadas, a principal para o setor elétrico foi, que estabeleceu normas de correção monetária dos ativos fosse levada em conta na tarifa do serviço elétrico, o que daria maior sustentação financeira da expansão do setor, já que a tarifa aumentaria, no entanto, também favoreceria indevidamente as concessionárias, sobretudo as estrangeiras, já que elas controlavam grande parte do setor.

Nota-se que, apesar de uma estatização maior na segunda metade do século XX, ainda existia um favorecimento ao ente privado em detrimento ao direito básico do cidadão a energia elétrica, com a justificativa de financiar ou tornar possível a expansão da rede.

Existia uma força política aliada a estas concessionárias. Cabe aqui, uma reflexão sobre a força do ente privado sobre o Estado.

Ianni (2004) explica que com as transformações econômicas no Brasil durante a ditadura militar, o ente privado ou “burguesia industrial”, como o autor cita, percebe que o aparelho estatal precisava ser convertido de modo a favorecê-la. A partir daí, ainda conforme Ianni (2004, p.97), complementa dizendo

Agora não se discute mais se o Estado é ou não o principal centro de decisão; **discute-se como ele deve intervir (grifo nosso)**. Cada classe social luta para que a atuação do poder público se oriente num ou noutro sentido. No seio de cada classe, muitas vezes, formam-se correntes adversas. Em todas, no entanto, está em discussão a maneira direta indireta ou conjugada pela qual o Estado deve intervir. Ninguém mais nega que o Estado é a instituição através da qual as relações de produção se convertem em relações de dominação. Ele represente a sociedade enquanto um sistema econômico-social e político estruturado em classes sociais, cujo equilíbrio de forças se realiza por seu intermédio (IANNI, 2004, p. 97)

Assim, a partir da alteração legal feita após 1964, isto é, a necessidade do aumento tarifário com a justificativa de expansão do setor, e, considerando a existência das concessionárias que retinham o lucro, o Estado Brasileiro viu-se na contemplação da proposta de estatizar as concessionárias, a fim de unificar os lucros das tarifas em ascensão.

Sobretudo a empresa *Light*,²⁹ esta estatização foi realizada somente em 1979, através da compra feita pela Eletrobrás (PINTO JÚNIOR, 2007).

Esse movimento de crescimento do papel do Estado na economia, totalmente contraposta à lógica neoliberalista³⁰, resultou em criações de outras empresas estatais tais como a Eletrosul (1968) e a Eletronorte (1972).

Lorenzo (2002) explica que, do ponto de vista da expansão física da rede elétrica brasileira, o grande crescimento ocorreu a partir da década de 1960 onde buscou-se uma maior integração entre as usinas. Por exemplo, em 1963, a Usina de Furnas estabeleceu ligação elétrica com Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e, durante a década de 1970, grandes projetos começaram a ser discutidos e implantados como a Usina Hidrelétrica de Itaipu e de Tucuruí.

Entretanto, aspectos da conjuntura internacional como as crises do petróleo, abalaram a expansão estatal do sistema elétrico brasileiro, trazendo à tona a crise econômica que repercutiu em crise energética à solução aparente da privatização. A seção posterior, refletiremos como, a partir dessa privatização, no Ceará, deu-se a chegada dos empreendimentos solar fotovoltaicos.

²⁹ Conforme Lorenzo (2002), a Light foi comprada pelo valor de US\$ 380 milhões de reais.

³⁰ Sobre neoliberalismo, sugere-se a leitura do Livro “O neoliberalismo” de David Harvey.

5. DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESPAÇO CEARENSE

Dos romances literários sobre o sertão às grandes obras de infraestruturas em combate e convivência com a seca ao longo do século XX, tem-se visto no Nordeste Brasileiro uma verdadeira luta histórica contra o sol e contra as consequências que a radiação excessiva deste ocasiona.

Romances consagrados como “Grande sertão: veredas”, de Guimarães Rosa³¹ e “O quinze”, da cearense Rachel de Queiroz³², trazem em suas páginas histórias que foram marcadas pela seca revelada através escassez das chuvas e da abundância de sol sobre o solo. O próprio Luiz Gonzaga também deixara sua contribuição na música popular brasileira com versos que cantavam sobre a vida do homem do sertão em convivência com a seca.

Assim, uma imagem do espaço geográfico nordestino foi sendo produzida e (re) produzida em todo o país, rotulando o sertão como lugar inóspito e, conseqüentemente, o homem do sertão, um estereótipo de brasileiro digno de pena.

Conforme Dantas (2020, p.7), o semiárido brasileiro compreende mais de “1 mil municípios, muitos dos quais apresentam péssimos indicadores econômicos e sociais – que estão entre os piores do país – e sofrem de sérios problemas de desigualdade na distribuição de terras”.

Contudo, nas últimas décadas do século XX até os dias atuais, o imaginário do semiárido brasileiro, e aqui focamos no Ceará de maneira específica, sobretudo em sua zona costeira³³, foi sendo transformado a partir das práticas

³¹ GUIMARÃES ROSA, J. **Grande sertão: veredas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

³² QUEIROZ, R. de. **O Quinze**. 82ª. Ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2006.

³³ O PNGC define a zona costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas Faixa Marítima - é a faixa que se estende mar afora distando 12 milhas marítimas das Linhas de Base estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial. 3.1.2. Faixa Terrestre - é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira, a saber: a) os municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE); b) os municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas; c) os municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas, que apresentem processo de conurbação; d) os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou ecossistemas costeiros de alta relevância; e) os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a

marítimas modernas como o turismo de massa e o veraneio³⁴, da carcinicultura³⁵, da produção de energia eólica³⁶ (LIMA, 2002; 2009).

No entanto, quando falamos da depressão sertaneja, do espaço do homem do campo, isto é, o *lócus* das atividades agrárias, tais como a agricultura e a pecuária, pouco se fala sobre desenvolvimento. No entanto, a partir da década de 2000, ainda que paulatinamente e de maneira experimental, começou a surgir novo imaginário sobre este mesmo sol, que, ao invés de trazer crise, revela a possibilidade de desenvolvimento e tecnologia.

Trata-se, portanto, da geração de energia elétrica a partir da energia solar fotovoltaica. Ao viajarmos pelas rodovias cearenses sertão a dentro, podemos perceber, ainda de maneira tímida, essa realidade. É interessante observar os olhares curiosos dos viajantes, quando da janela do ônibus ou do carro³⁷, ao avistarem uma central geradora de energia solar fotovoltaica, começam a especular: “olha, essa ai é aquela energia que vem do sol!”, “ah, isso é muito bom né, porque sol no Ceará tem é de muito”!, “de quem será tudo isso?”.

Com a chegada da energia solar fotovoltaica no Ceará, o espaço e a natureza contida nele, é apropriada de uma maneira diferente da maneira apropriada pelo homem do campo. Moraes e Costa (1984, p.77) escreve que “a natureza, em particular nas chamadas sociedades agrícolas, aparece agora não apenas como objeto de trabalho, mas principalmente como *meio de trabalho*” e, posteriormente, o

relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea; e f) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores”. (BRASIL, 1988, p. 2)

³⁴ “No Brasil, especificamente no Estado do Ceará, o interesse de se incorporar ao mercado turístico mundial se deu, principalmente na década de 80. Os planos governamentais dos últimos vinte anos (a partir da década supracitada – adendo nosso) têm definido o turismo como meta prioritária, acentuando como objetivo promover o adequado e eficiente aproveitamento do potencial turístico, no sentido de contribuir para o desenvolvimento econômico, social e cultural do Ceará.” (LIMA, L. C; SILVA, A. M. F; 2004, p. 13).

³⁵ Criação de camarão em cativeiro. Para maiores informações, sugerimos a leitura de QUEIROZ, L.de S. **Na vida do Cumbe há tanto mangue**: as influências dos impactos socioambientais da carcinicultura no modo de vida de uma comunidade costeira. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

³⁶ Sobre o desenvolvimento da energia eólica no Ceará, recomendamos a leitura de SILVA, Débora Raquel Freitas da. **Ventos de discórdia**: território, energia eólica e conflitos socioambientais na zona costeira do Ceará. 2014. 246 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

³⁷ Durante os quatro anos desta pesquisa, passamos a morar no sertão do Ceará, especificamente no município de Boa Viagem, localizado a 220 km de distância da capital cearense. O trajeto Boa Viagem – Fortaleza conta com alguns empreendimentos de geração solar fotovoltaica e solar térmica – e, nos ônibus, sempre observamos o despertar da curiosidade dos passageiros ao observar estes empreendimentos que foram sendo construídos à beira da estrada.

espectro da natureza é ampliada pois ocorre ao longo do processo histórico das sociedades, um “domínio sobre as características do meio, a construção de diques e dutos para irrigação e energia hidráulica [...] enfim, um aprimoramento em geral da estrutura produtiva que se agrega ao solo (MORAES; COSTA, 1984, p.78).

A consequência deste aprimoramento é a diversificação das atividades produtivas na própria sociedade, pois, agora, o espaço geográfico no campo não é somente *lócus* das práticas agrícolas, mas, também, é um espaço para outras atividades, de maior ou menor importância. Moraes e Costa (1984, p. 86) continua o raciocínio escrevendo que

[...] o capitalismo é, por excelência, um modo de produção *concentraccionista*, seja de meios de produção e capital em geral, seja de força de trabalho e da população em geral. [...] Porém, além de *concentraccionista* e intrinsecamente desigual, o capitalismo é também *expansionista*. A busca incessante dos lucros depende inexoravelmente da ampliação do volume de mercadorias produzidas, pois agora, diferentemente do período mercantil, a acumulação dá-se fundamentalmente no processo de produção e não na circulação propriamente dita. Isto implica o crescimento e a diversificação dos produtos e dos mercados, cujos resultados são a urbanização e a expansão no território da produção e do consumo. (MORAES; COSTA, 1984, p. 87)

O que percebemos aqui é que, por ser essencialmente *expansionista*, o modo capitalista de produção empurra, pela sua própria dinâmica, o surgimento de novos usos de apropriação do espaço.

No espaço agrário cearense não é diferente. Se antes, este espaço majoritariamente utilizado para atividades de agropecuária, posteriormente, ele se torna o espaço-local reivindicado pelas comunidades camponesas, pelos grandes latifúndios e pelo Estado através das políticas de açudagem e de incentivo as atividades industriais, entre outros.

Agora, por sua vez, esse mesmo espaço se expande para ser o local onde são implantadas as centrais geradoras de energia solar fotovoltaicas e usinas para micro e minigeração distribuída.

Assim, a partir das condições climáticas próprias do semiárido, um novo olhar se faz sobre o espaço agrário cearense: espaço onde se há escassez de água por um lado e abundância sol, por outro. Visualizamos no espaço geográfico cearense a intensificação de crises hídricas ao longo do tempo e, agora, o surgimento de uma possibilidade de geração de energia fotovoltaica como alternativa para uma segurança energética (DANTAS, 2020).

A intensa radiação solar, condição essencial para o desenvolvimento da vida e, também, das multiformes fontes de energia no planeta – vento, água, entre outros, torna-se agora uma vantagem para a geração de energia elétrica.

Partindo da necessidade urgente de desenvolver fontes alternativas de energia, o Brasil nas últimas duas décadas tem investido no aprimoramento de tecnologias e expandido sua matriz energética (SILVA, 2014). O sol torna-se um recurso energético promissor. Surge, então, um novo mercado. Manners (1976, p. 120) explica que

Dentro de uma dada distribuição de recursos energéticos, o tamanho de um mercado para energia constitui um fator principal no decidir se e como, e em que escala, ocorrerá a exploração desses recursos. Sentem-se os efeitos do tamanho do mercado sobre a Geografia da Energia principalmente através dos custos de produção e transporte, que por sua vez são afetados pelas escalas da economia (localização e urbanização). Influenciando a escala de produção, o tamanho de um mercado afeta acentuadamente os custos de exploração de um recurso – e daí sua posição competitiva no mercado. (MANNERS, 1976, p.121)

Por sua posição geográfica, o Nordeste Brasileiro, sobretudo, o Estado do Ceará, localizado quase que em sua totalidade no clima semiárido, teve sua vocação comprovada em todos os meses do ano, com elevados índices de radiação solar anual, para o desenvolvimento da energia solar através de painéis fotovoltaicos.

O mapa 3 mostra a irradiação solar no Ceará (dados de 2017), ao longo dos 12 (dozes) meses do ano. Analisarmos os mapas na próxima página, percebemos que, a irradiação solar no Ceará possui maior variabilidade nos meses da quadra chuvosa, isto é, de janeiro a abril, e, durante o segundo semestre, sobretudo a partir de julho, os índices se elevam bastante.

De modo geral, a irradiação solar no Ceará varia anualmente entre 3500Wh/m².dia e 7.000Wh/m²³⁸, sendo considerado, portanto, uma média promissora para o desenvolvimento da energia solar FV. Conforme a FIEC (2020), a irradiação solar cearense é 90% maior que a irradiação solar alemã, que, na atualidade, é um país destaque na geração de energia solar FV.

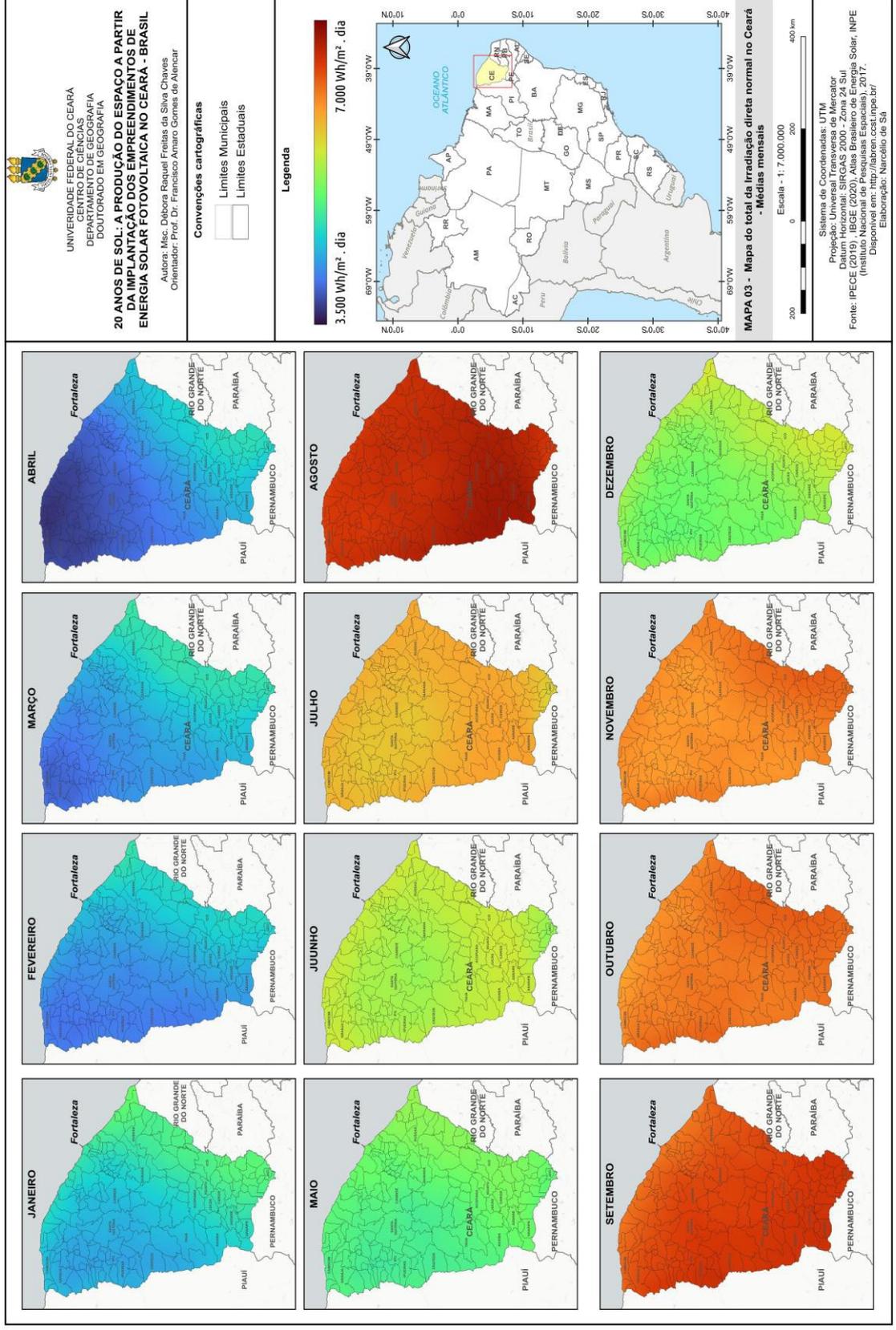
Vemos, portanto, que mais uma vez o papel do Estado na expansão das energias é crucial. A energia solar fotovoltaica tem se expandido no Ceará,

³⁸ A irradiação solar é a propagação de energia sem a necessidade de meio material. É a quantidade de radiação solar em determinado intervalo de tempo. Geralmente, é medida em watt por hora por metro quadrado (Wh/m²) (www.portalsolar.com.br)

sobretudo no espaço agrário, que, anualmente, sofre as consequências da elevada radiação solar associadas ao regime climático que revela no espaço a ausência da disponibilidade de água e a diminuição da produção agrícola por conta dos anos de seca.

Na seção seguinte, tratemos um histórico da expansão dessa energia no Ceará nos últimos 20 anos.

Mapa 3 – Mapa da Radiação Solar Anual do Ceará. Fonte: Autora da pesquisa, 2022.



5.1 Espaços produzidos pelo sol: análise da expansão dos empreendimentos solar fotovoltaico nos últimos 20 anos.

Sabe-se que a variabilidade do regime de chuvas no semiárido cearense traz consigo consequências prejudiciais no que diz respeito à manutenção da agropecuária, plantios irrigados, abastecimento das famílias camponesas e, até mesmo, produção pesqueira.

Nos últimos 10 anos, tem-se verificado uma variabilidade pluviométrica persistentemente desfavorável que prejudicou, sobretudo, a vida do homem do campo. Além disso, os anos de seca tem obrigado os municípios a realizarem racionamento de água.

Essa “abundância” de irradiação solar, no entanto, também abre possibilidades para o crescimento das instalações de empreendimentos fotovoltaicos, no âmbito do ACR e, micro e minigerações residenciais no âmbito do ACL. Devido sua posição geográfica, o Ceará permite que a geração solar fotovoltaica seja maximizada, o que gera expectativas promissoras para o desenvolvimento desse setor energético (OLIVEIRA; GUERRA; 2021).

Tratando-se do contexto nordestino, o Ceará tem se consolidado como o Estado de potência instalada em crescimento, juntamente com os Estados de Pernambuco, Bahia e Piauí e Paraíba.

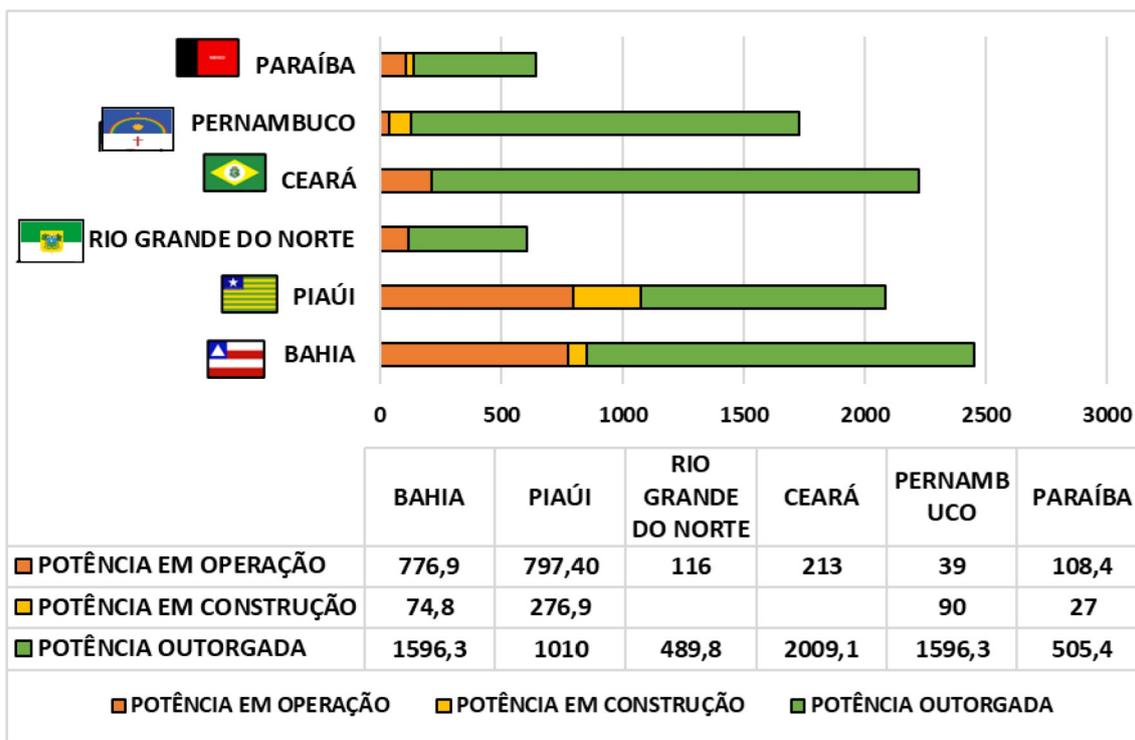
Os valores tem se expandido tanto que, ao passo que escrevemos a pesquisa e estipulamos um marco temporal, as tabelas e progressões mudam, e, conseqüentemente, os mapas e o próprio espaço também.

Tanto na geração centralizada quando na geração distribuída vemos isso. Escolhemos, no caminho metodológico, definir o marco temporal do desenvolvimento desta energia, em duas décadas, a saber dos anos 2000 a 2020.

O gráfico 13, com base nos dados da ANEEL e ABSOLAR (2020), apresentamos a geração centralizada no Nordeste brasileiro com dados de Outubro de 2020.

Percebemos que, Bahia, Piauí e Ceará tem a liderança no desenvolvimento desta fonte de energia renovável. O Ceará, em 2020, não tinha empreendimentos em construção conforme a base de dados, no entanto, em termos de potência aprovada ou outorgada, mais de 2000mW estavam previstos para serem integrados ao SIN.

Gráfico 13. Ranking Nordestino em relação a potência em *megawatts*. (Geração Centralizada)



Fonte: ABSOLAR, 2020.

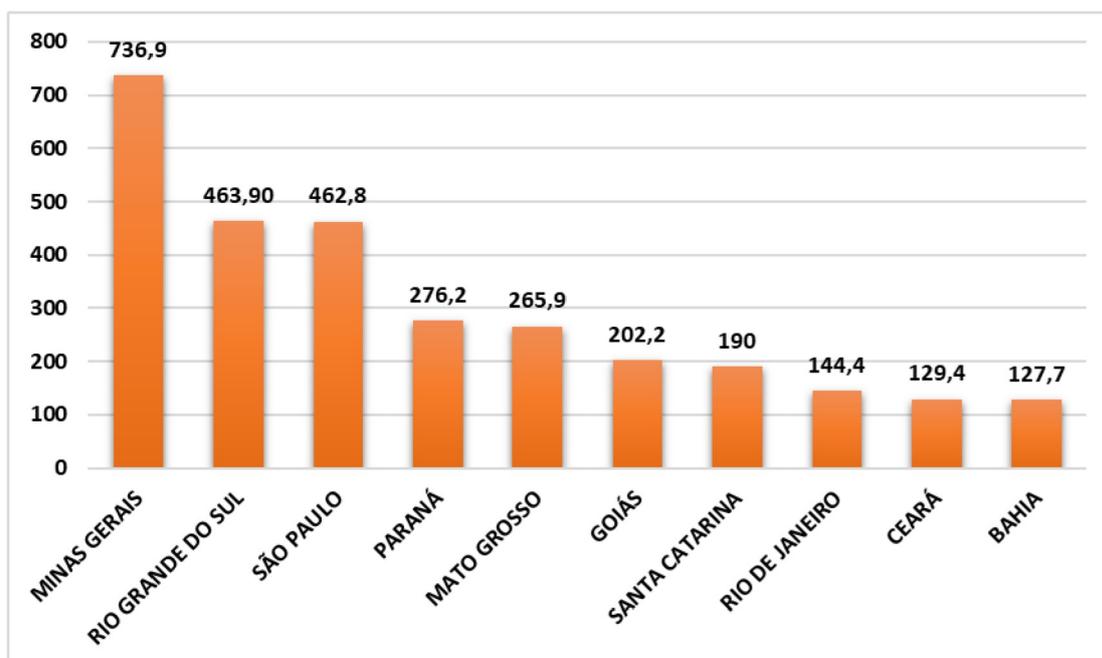
Em termos do *ranking* nacional de geração centralizada, em 2020, o Ceará manteve a 4º posição³⁹, e o líder nacional era Minas Gerais. Um ano antes, 2019, o Ceará posicionava-se como terceiro maior estado gerador de energia solar FV, na geração centralizada.

No total, os sistemas fotovoltaicos instalados (de micro e minigeração, principalmente) no Ceará já somam 9.362 e estão presentes em 179 dos 184 municípios. Sua capital, Fortaleza, destaca-se com uma representatividade de aproximadamente 39 mil kW de potência instalada, colocando-a como a quinta colocada no ranking municipal de geração distribuída do País (ABSOLAR, 2022; OLIVEIRA; GUERRA; 2021).

³⁹ Em 2022, data da publicação desta pesquisa, o Ceará está na 5º posição no *ranking* nacional, estando abaixo de Minas Gerais (1º), Bahia (2º), Piauí (3º) e Rio Grande do Norte (4º) (ABSOLAR, 2022).

Em termos de geração distribuída, o panorama muda um pouco. Também conforme a ABSOLAR (2020), o gráfico 14 mostra um cenário completamente diferente.

Gráfico 14. Potência Solar FV instalada em *megawatts* (Geração Distribuída)



Fonte: ABSOLAR, 2020.

Vemos, a partir do gráfico que acima que, apesar dos índices elevados de irradiação solar sobre os estados do Nordeste, quando falamos de micro e minigeração, a supracitada região não se destaca. Isso acontece porque, apesar da queda do valor das placas solares, a realidade é que o investimento feito ainda é considerado alto para o cidadão brasileiro.

Coincidentemente, quando falamos de geração distribuída, os Estados da Federação que mais se destacarão são aqueles cujo incentivo por meio de linhas de crédito são maiores e cuja renda *percapita* também é maior. Dos 10 maiores geradores de energia FV – GD (geração distribuída), 8 deles possuem as maiores rendas *percapita*⁴⁰ do Brasil e, nenhum deles encontra-se no Nordeste (IBGE, 2020).

⁴⁰ Conforme o IBGE (2020), o rendimento domiciliar per capita, apresentado na tabela a seguir, foi calculado como a razão entre o total dos rendimentos domiciliares (em termos nominais) e o total dos moradores. Nesse cálculo, são considerados os rendimentos de trabalho e de outras fontes. Todos os moradores são considerados no cálculo, inclusive os moradores classificados como pensionistas,

Ainda conforme IBGE (2020), Ceará e Bahia encontram-se, respectivamente, no 16º e 17º lugar. Vemos, apesar com o potencial, o Nordeste ainda não conseguem se destacar, de um modo geral na geração distribuída. Contudo, conforme a ABSOLAR (2020), quando vamos para o *ranking* municipal brasileiro, Fortaleza - CE aparece em 4º lugar, com 35,8 *megawatts* de potência instalada, seguida por Teresina – PI com 33,1 *megawatts* de potência instalada.

Questionamos aqui: quem são os beneficiados com o acesso a geração de energia solar fotovoltaica nas cidades nordestinas? Pelos dados acima abaixo e, levando em consideração o ranking estadual, percebemos que uma pequena parcela da população, uma classe social específica vem se beneficiando desta tecnologia.

Lembramos aqui de Porto-Gonçalves (2011), em seu livro *A globalização da natureza e a Natureza da Globalização*. Nessa obra, Porto-Gonçalves (2011, p.71) ao falar do termo *colonialidade do poder* discute como o acesso as tecnologias sustentáveis também é desigual. Para ele, a população mais favorecida é a que mais polui, no entanto, os custos de energia e o ônus são distribuídos para todos:

Quando se sabe que 20% dos habitantes mais ricos do planeta consomem cerca de 80% das matérias-primas e energia produzidas anualmente, nos vemos diante de um modelo-limite. Afinal, seriam necessários cinco planetas para oferecermos a todos os habitantes da Terra o atual estilo de vida vivido pelos ricos dos países ricos e pelos ricos dos países pobres que, em boa parte, é pretendido por aqueles que não partilham esse estilo de vida. E, assim, vemos, não é a população pobre que está colocando o planeta e a humanidade em risco, como insinua o discurso malthusiano. Afinal, os 80% mais pobres do planeta consomem somente cerca de 20% dos recursos naturais e, assim, seu impacto sobre o destino ecológico é menor (PORTO-GONÇALVES, 2011, p.71).

Nesse sentido, se pensarmos, por exemplo, nas reduções de CO2 comprometidas no Acordo de Paris em 2015 pelas nações, subentendemos que há uma ideia de homogeneidade no consumo da humanidade, o que é uma falácia. Torna-se complicado e até mesmo arriscado colocar presumir todo um planeta num mesmo estilo de vida. Como Porto-Gonçalves (2011, p.72) argumenta, “a homogeneização é, assim, contrária à vida, tanto no sentido ecológico quanto cultural.” Não há um consumo homogêneo. Certamente, uma população ou nação consumirá menos ou mais que outra.

A possibilidade da geração de energia solar FV, nesse sentido, é promissora, se feita não somente na perspectiva da Geração Centralizada, mas sobretudo, na Geração Distribuída. Contudo, faz-se necessário ações efetivas do próprio Estado, tanto na cadeia produtiva quanto no acesso à tecnologia, a fim de torna-la viável e mais expansível.

Concordamos com Porto-Gonçalves (2011, p.75) quando este afirma

Não há limites imperativos à relação das sociedades com a natureza. Esses limites, necessariamente, haverão que ser construídos entre os homens e mulheres de carne e osso por meio do diálogo de saberes entre modalidades distintas de produção de conhecimento, seja no interior de uma mesma cultura, seja entre culturas distintas. A espécie humana terá que se autolimitar. Os limites são, antes de tudo, políticos (PORTO-GONÇALVES, 2011, P.75).

Desse modo, a implantação da técnica de uma maneira mais acessível é fundamental para efetivamente mudarmos nossa matriz energética. Contudo, é importante entender que, toda técnica visa o controle, é embutida de intencionalidade.

A técnica está posta no âmago das relações sociais de poder e, portanto, deve ser vista de uma maneira crítica. “Toda técnica, sendo *meio*, está a serviço de um *fim*, seja um arco e flecha, seja uma enxada, seja um míssil” (PORTO-GONÇALVES, 2011, p,79).

Em termos de evolução história da chegada da energia solar FV no Ceará, temos o ano de 1992 como marco principal. Na localidade de Cordeiros, em São Gonçalo do Amarante, os primeiros sistemas instalados no Ceará foram capazes de transformar a energia solar em energia elétrica. Tal projeto, conforme Oliveira e Guerra (2021) foi elaborado em parceria estabelecida entre o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), o Laboratório Nacional de Energia Renovável dos Estados Unidos (NREL) e a Companhia Energética do Ceará (COELCE).

O objetivo principal do projeto Luz do Sol era atender o total de 14 (catorze) vilas localizadas no interior do Estado que não recebiam, à época, eletrificação por meio da Coelce, então concessionária. Seria, portanto, uma autoprodução. Com a conversão da energia solar para energia elétrica, estima-se que mais quase 500 residências puderam ter acesso a luz elétrica (ver tabela 9).

Conforme a CRESEB (2006), além das 14 vilas residenciais assistidas pelo projeto Luz do Sol, também foram instalados sistemas solares para iluminação pública e escolar.

O projeto se manteve em operação até o ano de 2004. Analisando a tabela 9, observamos que as localidades atendidas por esse projeto pioneiro e inovador na época, localizavam-se na região do Vale do Curu (Apuiarés, General Sampaio, Pentecostes e Itapioca), do Baixo Jaguaribe (Alto Santo), do Sertão Central e de Canindé (Quixadá e Canindé) e, por fim, na Região Metropolitana de Fortaleza (São Gonçalo do Amarante).

Tais municípios possuem uma baixa variação no que diz respeito a radiação solar, sobretudo porque estão localizados em regiões com baixa ou moderada altitude associados ao clima semiárido.

É importante salientar que, apesar do sucesso do projeto Luz do Sol, a primeira usina fotovoltaica na modalidade geração centralizada só fora inaugurada em 2011, no município de Tauá⁴¹ (distância de 343 km de Fortaleza). Tal empreendimento, apesar de gerar inicialmente 1 MW, contava com 4.680 painéis fotovoltaicos, capazes de abastecer 1,5 mil residências.

Tabela 9. Localidades contempladas pelo projeto Luz do Sol, pioneiro em sistemas fotovoltaicos no Ceará.

LOCALIDADE		NÚMERO DE RESIDENCIAIS
VILA	MUNICÍPIO	
BAIXIO GRANDE	ALTO SANTO	55
ALTO GRANDE	APUIARÉS	12
LAGOA DAS PEDRAS	APUIARÉS	42
BONITINHO	CANINDÉ	73
SÃO SERAFIM	CANINDÉ	65
RIACHO DAS PEDRAS	GENERAL SAMPAIO	7
CAJAZEIRAS	GENERAL SAMPAIO	10
SÃO TOMÉ	ITAPIPOCA	35
LAGOA DA CRUZ	ITAPIPOCA	62

⁴¹ Esta pesquisa contou com trabalhos de campo a usina em questão. Para maiores informações, detalhamos no subitem 5.3 desta seção.

BASTIÕES	ITAPIPOCA	33
IRAPUÁ	PENTECOSTE	26
CACIMBAS	PENTECOSTE	11
LAGOA DE FEIJÃO	QUIXADÁ	32
CORDEIROS	SÃO GONÇADO DO AMARANTE	29
TOTAL		492

Fonte: CRESEB, 2006.

Esses sistemas fotovoltaicos instalados em 1992 bem como o primeiro empreendimento em Tauá, tornaram-se um rascunho de mais uma técnica e vetor de desenvolvimento que produziria o espaço geográfico Brasileiro a partir da instalação de empreendimentos voltados à geração de energias alternativas, sobretudo solar fotovoltaico. O espaço cearense, passou a receber a partir de então um novo agente transformador que modifica, uma vez mais, o espaço até então agrícola para uma nova atividade.

Sobre isso, o professor Milton Santos (2011), em seu livro *Economia Espacial* explica

O fenômeno é facilmente verificável, por exemplo, quando da introdução de uma agricultura comercial nas regiões de economia de subsistência. Os primeiros movimentos de capitais e de homens que acompanham a instalação da nova atividade desencadeiam uma série de outros movimentos que resultam numa redistribuição da população e dos capitais disponíveis sobre espaços mais amplos [...] Os equilíbrios tradicionais foram rompidos e as parcelas de espaço, que viviam anteriormente de acordo com uma dinâmica própria, passaram desde então a participar de um sistema mais amplo cujo domínio escapa as sociedades locais (SANTOS, 2011, p.140).

A partir de então, novos projetos de geração de energia solar fotovoltaica no espaço cearense passam a se tornar viáveis, tanto no âmbito da geração centralizada quanto no âmbito da geração distribuída.

O Estado, por sua vez, passou a se empenhar a atrair investimentos nacionais e internacionais que a fim de tornar possível o desenvolvimento desta fonte bem como as demais renováveis, sobretudo a eólica. No tocante a energia solar FV, em 2011, fora publicado o Atlas Solarimétrico do Ceará 1963 - 2010, elaborado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

O referido atlas foi solicitado pelo próprio Governo do Estado do Ceará, com o objetivo de “consolidar o conhecimento sobre o potencial de energia solar do Estado e de fornecer um instrumento de apoio às políticas de planejamento público

e privado e de promoção do desenvolvimento econômico e social” (FUNCEME, 2011, p. 8).

Não obstante, em 2019, fora publicado o Atlas Eólico Solar do Ceará, elaborado pela Agência de Desenvolvimento do Ceará – ADECE (2019), cujo objetivo é tornar o espaço cearense convidativo ao investimento no mercado solar fotovoltaico e eólico. Este atlas, ao que cerne o mercado fotovoltaico, traz o mapa de variação interanual e intra-anual da radiação solar no Estado do Ceará, que, resumidamente fala que

Apesar da variabilidade intra-anual da radiação depender da latitude e de particularidades da região, como relevo, vegetação e composição atmosférica, os dados indicam pouca variação entre as cidades. Observam-se os maiores índices de radiação no mês de outubro e menor dispersão dos dados na segunda metade do ano (ADECE, 2019, p.41)

Torna-se, portanto, expressivo a vocação do Estado do Ceará no que diz respeito a geração de energia solar fotovoltaica. Com efeito, a elaboração de um Atlas Solar Eólico vem sistematizar e expor para à comunidade nacional e internacional, as potencialidades e as limitações geográficas, jurídicas e fiscais na geração de energia eólica e solar.

Santos (2011) explica sobre este movimento na produção do espaço que visa atrair investimentos externos

Com o desenvolvimento das forças produtivas, a desigualdade regional cessa de ser o resultado das aptidões naturais e está se tornando ao mesmo tempo mais profunda e mais especulativa: existe uma maior necessidade de capitais crescentemente volumosos; os recursos sociais também tendem a se concentrar em certos locais onde a produtividade do capital é cada vez mais alta. Tudo está ligado. A atração da força de trabalho é um corolário dos investimentos e os salários mais baixos são um fator adicional para aumentar os lucros e inflar a mais-valia do grande capital. (SANTOS, 2011, p.22)

Nesse sentido, é importante compreender que, a partir do momento que o Estado do Ceará elabora um atlas solar, ele coloca seu próprio espaço, agora numa nova dinâmica para além do turismo de massa e outros vetores de desenvolvimento, no âmbito dos investimentos financeiros globalizados.

Bacelar (2006, p.36) explica que o Estado, a partir dos anos 1990 muda suas bases e, agora, torna-se

[...] patrocinador ou da desconcentração ou da concentração, dependendo do momento [...]. Endividado, o Estado brasileiro é hoje refém dos seus credores e muda a natureza da sua presença na cena nacional. E assim, em vez de patrocinar o desenvolvimento das forças produtivas, ou concentrada em São Paulo ou desconcentrada em outras regiões, é hoje, de fato, patrocinador do rentismo. É patrocinador da acumulação dos

agentes econômicos na esfera financeira da economia brasileira, distorcendo inclusive iniciativas da esfera produtiva. [...] Do ponto de vista do setor privado, há um processo de reestruturação produtiva nos anos recentes muito importante. São novos paradigmas tecnológicos na produção, na gestão etc (BACELAR, 2006, p.36).

No entanto, entre 1990 e 2000, verificou-se no Nordeste investimentos que destacaram mercados como a fruticultura e o turismo em massa. Esses investimentos dinamizaram as regiões através de construção de aeroportos, rodovias, hidrovias entre outros e, por outro lado, abandonaram as áreas não dinâmicas.

É como se a política do Estado trouxesse um fortalecimento da economia em alguns espaços e, em outros, talvez menos competitivos, um abandono.

Agora, com o desenvolver das tecnologias de geração fotovoltaica, esses espaços que outrora foram abandonados ou, nas palavras de Bacelar (2006), “não estavam na agenda de discussão”, se tornam *locus* de atração de investimentos tanto para alimentar o *trade* produtivo, isto é, instalação de indústrias da cadeia produtiva quanto para a implantação dos parques fotovoltaicos. Vemos, nesse sentido, o nascimento de um mercado, um espaço geográfico sendo transformado e produzido a partir desse mercado.

Em 2020, no que diz respeito a geração centralizada, principal objeto desta pesquisa, o Ceará contava com 8 (oito) centrais geradoras de energia solar FV, totalizando um montante de 218.000kW integrados ao SIN (ANEEL, 2020).

No total de 3 (três) municípios foram escolhidos para receber os parques solar fotovoltaicos, saber: Apodi I, Apodi II, Apodi III e Apodi IV em Quixeré; Sol do Futuro I, II e III em Aquiraz; e, finalmente, o pioneiro do Brasil, a usina fotovoltaica de Tauá.

A tabela 10 traz dados importâncias quando à potência outorgada e fiscalizada de cada central geradora bem como bem como a data que as mesmas iniciaram suas operações. Com a finalidade de melhor entendermos a expansão no espaço geográfico, elaboramos, com base na tabela 10, o mapa 4 que mostra os empreendimentos solar fotovoltaicos em operação no ano de 2020⁴².

⁴² Até a data de publicação desta pesquisa, os empreendimentos em operação no Ceará cresceram. Em 2022, conforme o Banco de Informações de Geração de Energia da ANEEL, o Estado do Ceará possui 21 centrais geradoras de energia solar fotovoltaica em operação, totalizando um montante de 499.926kW (ANEEL, 2022). Estão localizados em sua maioria na região do Vale do Jaguaribe, a saber, Tabuleiro do Norte (4), Limoeiro do Norte (7), Quixeré (4), na região do Litoral Leste no

Tabela 10. Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará em Operação - 2020.

EMPREENHIMENTO	FASE	POTÊNCIA INSTALADA	ENTRADA EM OPERAÇÃO	MUNICÍPIO
Apodi I	Operação	33.000,00	28/11/2018	QUIXERÉ
Apodi II	Operação	33.000,00	28/11/2018	QUIXERÉ
Apodi III	Operação	33.000,00	28/11/2018	QUIXERÉ
Apodi IV	Operação	33.000,00	28/11/2018	QUIXERÉ
Sol do Futuro I (Steelcons Sol do Futuro I)	Operação	27.000,00	02/03/2019	AQUIRAZ
Sol do Futuro II (Antiga Steelcons Sol do Futuro III)	Operação	27.000,00	02/03/2019	AQUIRAZ
Sol do Futuro III (Antiga Steelcons Sol do Futuro III)	Operação	27.000,00	02/03/2019	AQUIRAZ
Tauá	Operação	5.000,00	01/07/2011	TAUÁ

Fonte: ANEEL, 2020.

Ainda tratando-se de como os empreendimentos solar fotovoltaicos no âmbito da geração centralizada tem se desenvolvido no Ceará, também torna-se importante observar os empreendimentos que estão com a construção iniciada.

Significa dizer, portanto, que todos estes já passaram da fase de leilão, já obtiveram a Licença Prévia e a Licença de Operação. Com base na tabela 11, especializamos no mapa 5 os empreendimentos, com o objetivo de entendermos onde os novos empreendimentos estão se instalando.

município de Aquiraz (1) e Icapuí (1), Litoral Oeste no município de Marco (1), na região do Cariri em Juazeiro do Norte (1), no sertão dos Inhamuns em Tauá (1) e na Região Metropolitana de Fortaleza em Maracanaú (1).

Mapa 4 – Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Operação no Ceará (2017 – 2020). Fonte: Autora da pesquisa, 2022.

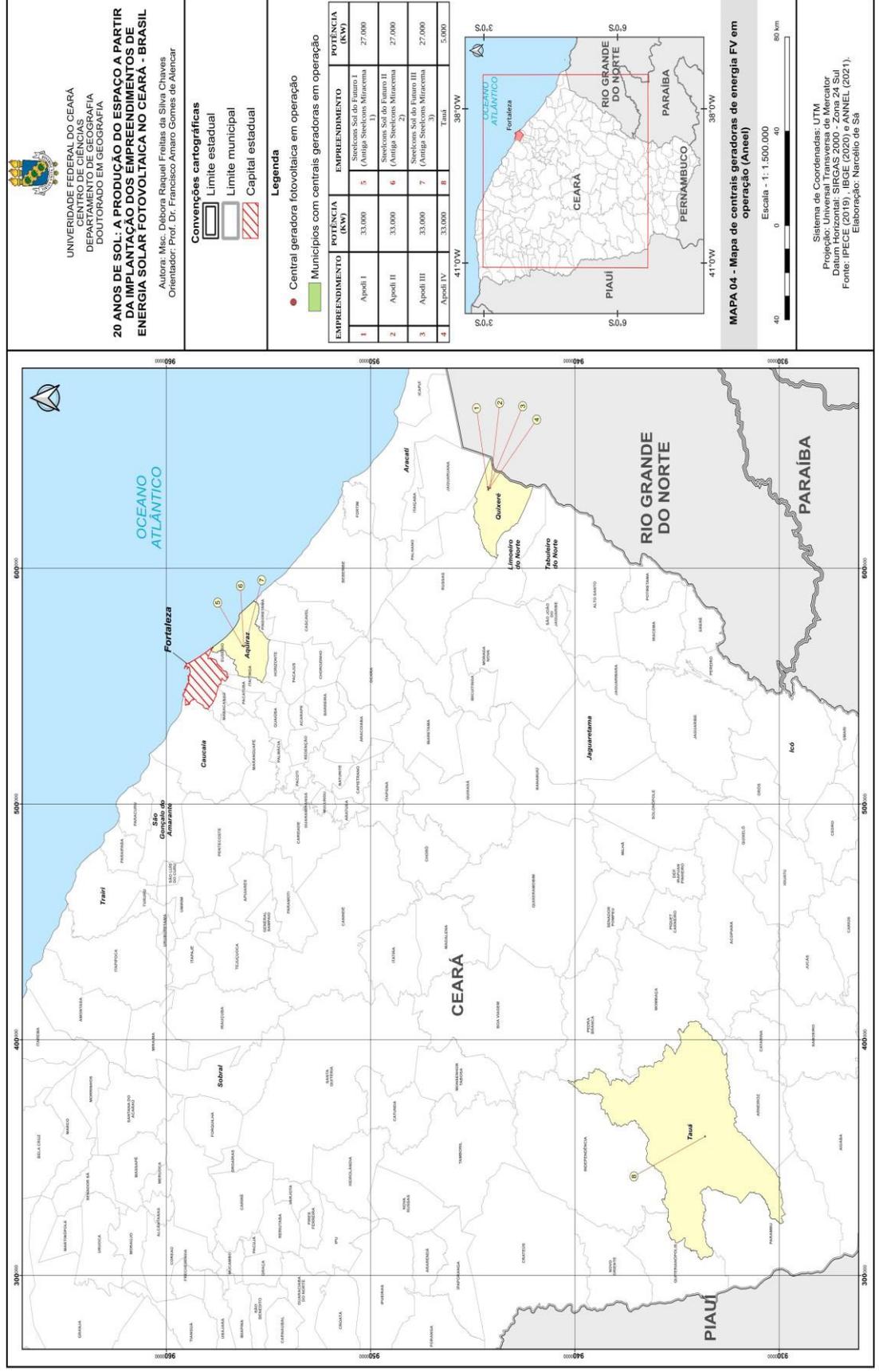


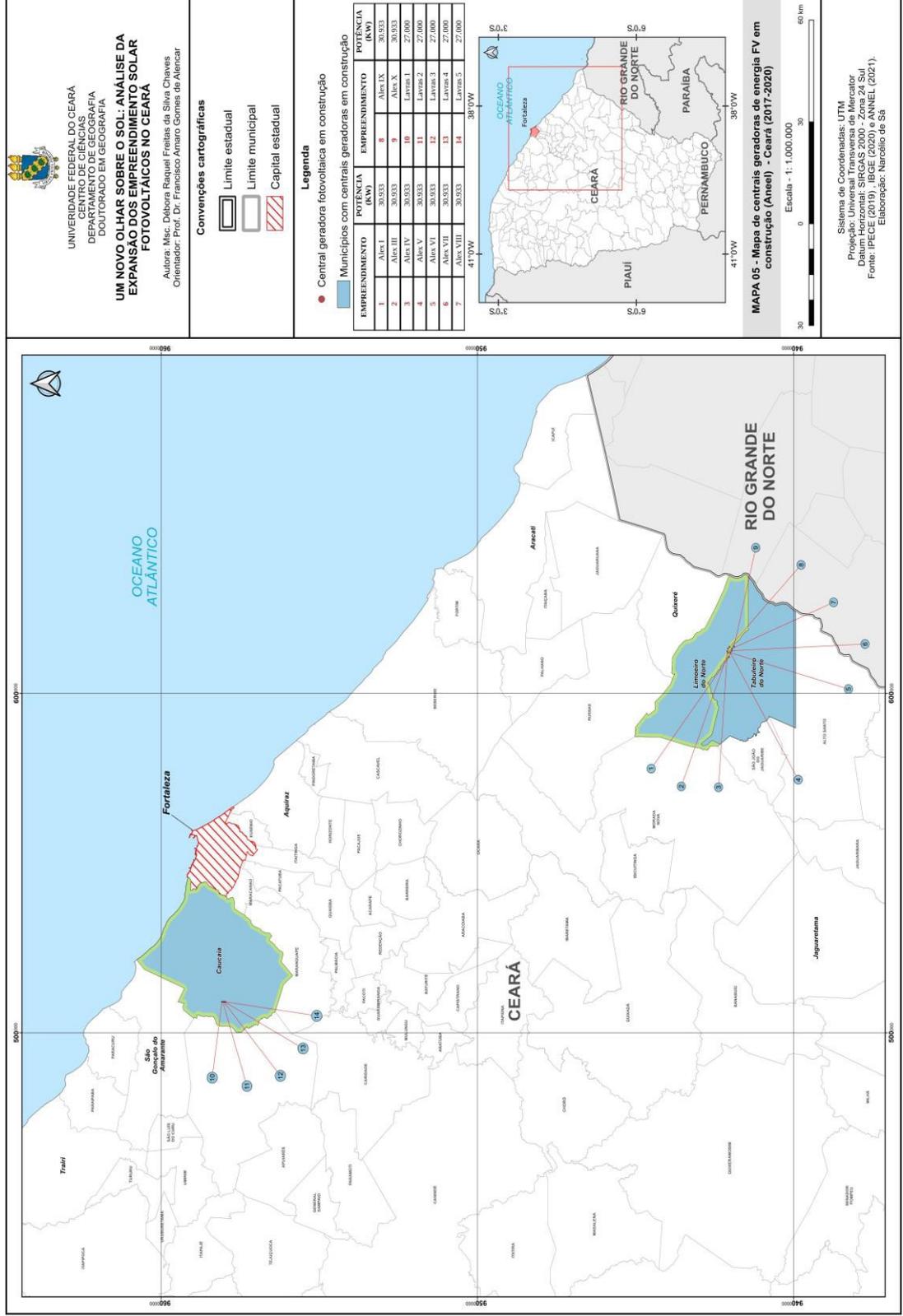
Tabela 11. Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará em Construção - 2020.

EMPREENHIMENTO	FASE	POTÊNCIA OUTORGADA (KW)	MUNICÍPIO (S)	INÍCIO VIGÊNCIA
Alex I	Construção	30.933,00	TABULEIRO DO NORTE - CE	22-10-2018
Alex III	Construção	30.933,00	LIMOEIRO DO NORTE - CE	22-10-2018
Alex IV	Construção	30.933,00	TABULEIRO DO NORTE - CE	22-10-2018
Alex IX	Construção	30.933,00	LIMOEIRO DO NORTE - CE	24-08-2018
Alex V	Construção	30.933,00	LIMOEIRO DO NORTE - CE	22-10-2018
Alex VI	Construção	30.933,00	TABULEIRO DO NORTE - CE	24-08-2018
Alex VII	Construção	30.933,00	LIMOEIRO DO NORTE - CE	24-08-2018
Alex VIII	Construção	30.933,00	TABULEIRO DO NORTE - CE	24-08-2018
Alex X	Construção	30.933,00	LIMOEIRO DO NORTE - CE	24-08-2018
Lavras 1	Construção	27.000,00	CAUCAIA - CE	24-08-2018
Lavras 2	Construção	27.000,00	CAUCAIA - CE	24-08-2018
Lavras 3	Construção	27.000,00	CAUCAIA - CE	24-08-2018
Lavras 4	Construção	27.000,00	CAUCAIA - CE	24-08-2018
Lavras 5	Construção	27.000,00	CAUCAIA - CE	24-08-2018

Fonte: ANEEL, 2020.

Somando a potência dos empreendimentos já em operação com os próximos 116.600mW previstos com os empreendimentos em construção, desenha-se no Ceará novas espacialidades.

Mapa 5 - Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Instalação no Ceará (2017 – 2020). Fonte: Autora da pesquisa, 2022.



Percebemos que, em sua maioria, as centrais geradoras se encontram no interior do Estado, e tem sua espacialização, de sobremaneira, na chapada do Apodi. Contando com as quatro usinas de Quixeré, teremos mais 9 nas intermediações de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte. Um novo latifúndio emerge desse novo vetor de desenvolvimento, como podemos ver no mapa 5.

Com relação aos empreendimentos que já estão outorgados, isto é, já passaram pela fase do Leilão reverso, já emitiram a Licença Prévia, mas que ainda não iniciaram sua construção, os números crescem ainda mais. A tabela 12 e, por conseguinte, o mapa 6 expressam isto.

Tabela 12. Centrais Geradoras de Energia Solar Fotovoltaicas no Ceará com a Construção Não Iniciada - 2020.

EMPREENHIMENTO	FASE	POTÊNCIA OUTORGADA (KW)	DATA DE VIGÊNCIA	MUNICIPIO
Aratinga 1	Construção não iniciada	30.000,00	26-03-2020	MILAGRES - CE
Aratinga 2	Construção não iniciada	30.000,00	26-03-2020	MILAGRES - CE
Aratinga 3	Construção não iniciada	30.000,00	26-03-2020	MILAGRES - CE
Aratinga 4	Construção não iniciada	30.000,00	26-03-2020	MILAGRES - CE
Aratinga 5	Construção não iniciada	30.000,00	26-03-2020	MILAGRES - CE
Bom Lugar IV	Construção não iniciada	36.300,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Bom Lugar IX	Construção não iniciada	36.300,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Bom Lugar V	Construção não iniciada	36.300,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Bom Lugar VI	Construção não iniciada	35.200,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Bom Lugar VII	Construção não iniciada	36.300,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Bom Lugar VIII	Construção não iniciada	36.300,00	29-05-2020	ICÓ - CE
Gameleira 1	Construção não iniciada	33.000,00	20-03-2020	MILAGRES - CE

EMPREENHIMENTO	FASE	POTÊNCIA OUTORGADA (KW)	DATA DE VIGÊNCIA	MUNICÍPIO
Gameleira 2	Construção não iniciada	33.000,00	20-03-2020	MILAGRES - CE
Gameleira 3	Construção não iniciada	33.000,00	20-03-2020	MILAGRES - CE
Gameleira 4	Construção não iniciada	33.000,00	20-03-2020	MILAGRES - CE
Lavras 6	Construção não iniciada	26.000,00	19-10-2020	CAUCAIA - CE
Lavras 7	Construção não iniciada	20.000,00	12-06-2020	CAUCAIA - CE
Lavras 8	Construção não iniciada	20.000,00	19-06-2020	CAUCAIA - CE
Mauriti 1	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 2	Construção não iniciada	24.555,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 3	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 4	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 5	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 6	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 7	Construção não iniciada	14.733,00	18-04-2019	MAURITI - CE
Mauriti 8	Construção não iniciada	49.110,00	18-04-2019	MILAGRES - CE
Mauriti 9	Construção não iniciada	9.822,00	18-04-2019	MILAGRES - CE
Milagres I	Construção não iniciada	32.740,00	22-11-2019	ABAIARA - CE
Milagres II	Construção não iniciada	32.740,00	22-11-2019	ABAIARA - CE
Milagres III	Construção não iniciada	32.740,00	25-11-2019	ABAIARA - CE
Milagres IV	Construção não iniciada	32.740,00	22-11-2019	ABAIARA - CE
Milagres V	Construção não iniciada	32.740,00	22-11-2019	ABAIARA - CE
Morada do Sol 1	Construção não iniciada	50.000,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Morada do Sol 2	Construção não iniciada	50.000,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Morada do Sol 3	Construção não iniciada	50.000,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Morada do Sol 4	Construção não iniciada	50.000,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Morada do Sol 5	Construção não iniciada	50.000,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Morada do Sol 6	Construção não iniciada	37.500,00	19-06-2020	AQUIRAZ - CE
Mundo Novo I	Construção não iniciada	44.000,00	25-03-2020	SÃO GONÇALO DO AMARANTE - CE
Mundo Novo II	Construção não iniciada	46.000,00	25-03-2020	SÃO GONÇALO DO AMARANTE - CE

Mundo Novo III	Construção não iniciada	46.000,00	25-03-2020	SÃO GONÇALO DO AMARANTE - CE
Mundo Novo IV	Construção não iniciada	46.000,00	25-03-2020	SÃO GONÇALO DO AMARANTE - CE
Panatí 1	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Panatí 2	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Panatí 3	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Panatí 4	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Panatí 5	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Panatí 6	Construção não iniciada	30.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Pitombeira	Construção não iniciada	47.250,00	03-12-2020	ARACATI - CE
Serra do Mato III	Construção não iniciada	47.292,00	09-11-2020	TRAIRI - CE
Serra do Mato IV	Construção não iniciada	54.048,00	09-11-2020	TRAIRI - CE
Sertão Solar Barreiras V	Construção não iniciada	27.496,00	08-10-2019	LIMOEIRO DO NORTE - CE
Sitiá 1	Construção não iniciada	25.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Sitiá 2	Construção não iniciada	25.000,00	18-03-2021	JAGUARETAMA - CE
Sobral I	Construção não iniciada	90.000,00	03-07-2019	SOBRAL - CE

Fonte: ANEEL, 2020.

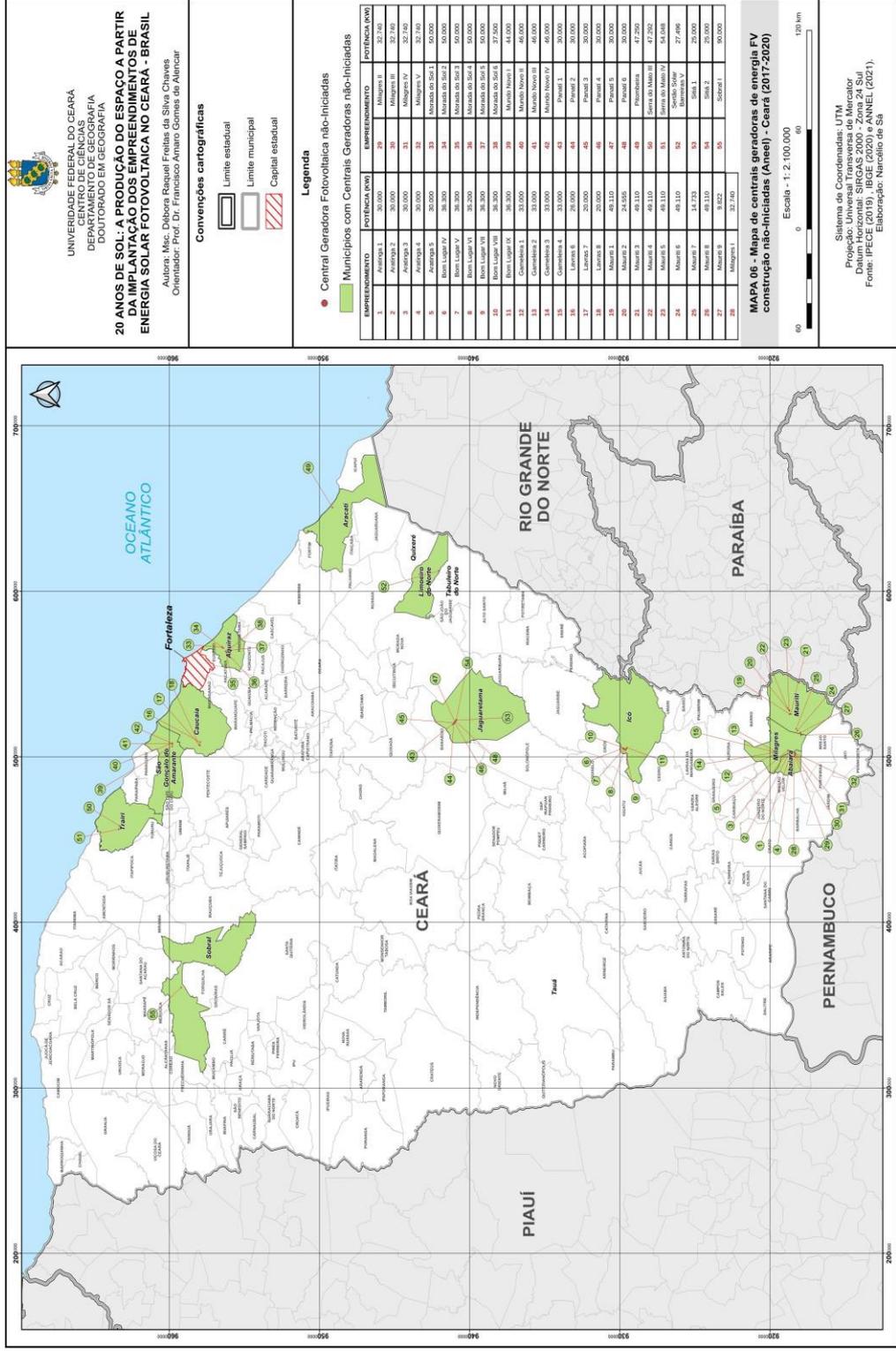
Ao compararmos a tabela dos empreendimentos em operação e em construção com a tabela dos empreendimentos com a construção não iniciada, perceberemos que, a projeção para o futuro é que a energia solar fotovoltaica seja cada vez mais ramificada em todos os municípios do Ceará. No total, são 55 novos empreendimentos outorgados, somando 2.037.756 mW de potência a ser instalada. Em tempos normais, até o ano de 2021, deveriam ter 77 centrais geradoras de energia solar FV. Contudo, em virtude da pandemia ocasionada pelo novo Coronavírus (SARS-COV-19), algumas obras foram atrasadas.

De um modo geral, em termos de potência não implantada e sem a construção iniciada, temos os municípios do Sul do Ceará como destaque maior.

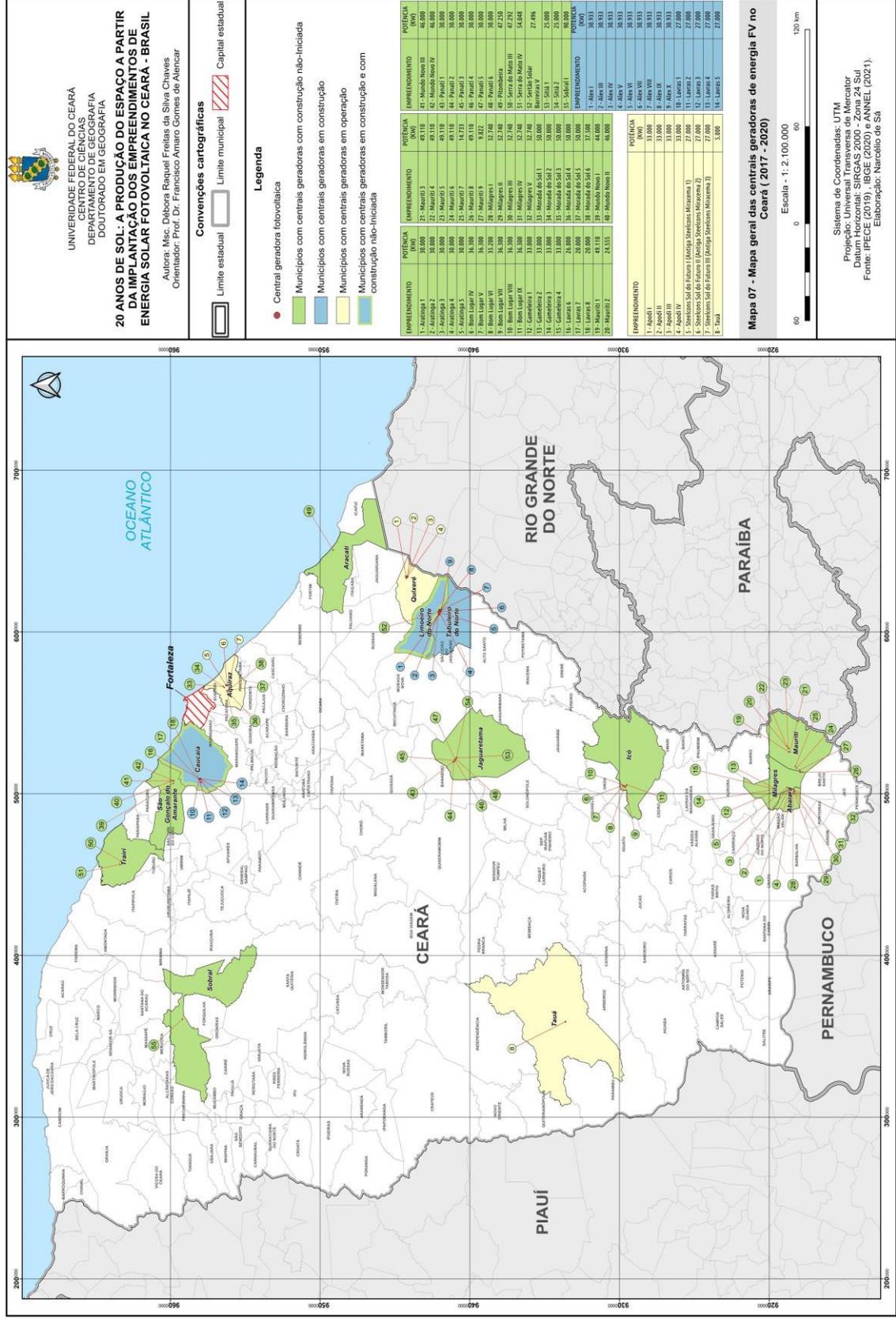
Nesse sentido, ao juntar as centrais geradoras em operação, em construção e as de construção não iniciada, em 2020, Ceará terá uma potência outorgada de 2.372.356 mW, totalizando 77 empreendimentos, especializados em 15 municípios (8,1% do espaço cearense), contemplando todas as macrorregiões do Estado, com exceção das altitudes expressivas como o Maciço de Baturité e a Serra de Ibiapaba.

Elaboramos o mapa 7 que traz essa análise no espaço – isto é, une as centrais geradoras em operação, em construção e com a construção não iniciada.

Mapa 6 – Mapas das Centrais Geradoras de Energia FV em Outorgados no Ceará (2017 – 2020). Fonte: Autora da pesquisa



Mapa 7 – Mapa geral das Centrais Geradoras FV no Ceará. Fonte: Autora da pesquisa, 2022



Sobe esse crescimento das centrais geradoras, Oliveira e Guerra (2021, p. 48) ainda ressaltam que

A usina solar fotovoltaica da cidade de Sobral, intitulada “Sobral I” é a terceira maior do país com potência outorgada de 90 MW, ficando atrás apenas da usina “Delio Bernadino VIII”, localizada no Estado de Minas Gerais, mais precisamente na cidade de Janaúba, com potência de 309 MW e da usina “Sol do Sertão VIII”, situada na Bahia, município de Oliveira dos Brejinhos, com potência outorgada de 95,25 MW [15]. Em referência às lideranças estaduais em projetos operacionais de geração centralizada, os Estados de Piauí, Bahia e Minas Gerais ocupam as três primeiras colocações do ranking, respectivamente, somando juntos um total de 2,22 GW de potência outorgada distribuída em um total de 85 projetos. O Ceará aparece em 5º lugar (OLIVEIRA; GUERRA, 2021, p.48).

O autor ainda associa esse crescimento e expansão da capacidade instalada aos incentivos de políticas públicas e planejamento do setor de energia brasileiro. Essa expansão torna possível uma produção de energia em grande escala fazendo com que a contribuição da matriz elétrica se torne cada vez mais presente produzindo novos espaços no semiárido cearense.

É salutar refletir que, esses grandes empreendimentos que realizam essa expansão, requerem investimentos de milhões e, em sua grande maioria, são de propriedade de empresas internacionais ou mistas que se apropriam do espaço cearense, produzindo energia que, apesar de se incorporar à matriz elétrica, não diminui em nada as contas dos cidadãos cearenses.

O Estado, por sua vez, é um dos grandes empreendedores e incentivadores, articulando leis, resoluções e financiamentos para tornar possível mais uma forma de acumulação em nome do desenvolvimento.

5.2 Ações do Estado Empreendedor no Ceará e o Problema do Licenciamento Ambiental

Nos termos de ação do governo do Estado do Ceará, algumas instituições tem se empenhado para a consolidação da energia solar FV (GD e GC), dentre elas, a Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC, a ADECE, Câmara Setorial das Energias Renováveis – CS Renováveis, o Sindicato das Energias – SINDENERGIA, entre outros.

O próprio Governo do Estado do Ceará lançou o Projeto Rotas Estratégicas – Ceará 2025 que, por sua vez, traçou objetivos com relação ao desenvolvimento das energias renováveis no Ceará.

Em reunião da CS Renováveis, realizada em 2017, alguns objetivos no que diz respeito a cadeia produtiva solar fotovoltaica foram explanadas pelo sr. Joaquim Rolim e Jurandir Picanço, este último, representante da FIEC na CS Renováveis.

Em seus relatos, vimos que o Ceará já se encontra no mercado das energias renováveis desde 1979, quando ocorreu o Plano de Metas do então Governo Virgílio Távora. À época, já se falava sobre recursos energéticos renováveis, com destaque para o setor eólico, solar e de biomassa. O Ceará teve destaque no pioneirismo da energia solar, maremotriz e também eólica.

Toda esta vocação cearense para as energias renováveis pareceu, pelas falas dos expositores, perpassar por um problema de ordem estatal, a saber, o licenciamento ambiental.

O “problema do licenciamento ambiental”, como alguns consultores costumam nomear, é regulamentado através da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº237/1997. Esta resolução define o licenciamento ambiental no âmbito das suas três licenças, a saber, licença prévia – LP, licença de instalação – LI e licença de operação – LO (BRASIL, 1997). Assim, aos empreendimentos considerados de médio a grande impacto ambiental, deverão os interessados apresentar o devido Estudo de Impacto Ambiental –e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Conforme a Resolução CONAMA nº237/1997,

Art. 3º - A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetivas ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação (CONAMA, 1997).

Nesse sentido, além do EIA/RIMA, os interessados devem submeter seus projetos ao instrumento consultivo da Audiência Pública. De acordo com Silva, Costa e Sampaio (2014), devido a crise energética de 2001, fora publicada a Medida Provisória 2152-2 que criou e instalou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – CGE.

Nesse sentido, fora editada uma nova Resolução CONAMA 279/2001 que substituiu o EIA/RIMA pelo Relatório Ambiental Simplificado – RAS, para empreendimentos de energias renováveis.

À época, em sua maioria eram os empreendimentos eólicos. Fato é que, a partir de então, no Ceará foram efetivadas instalações de parques eólicos em áreas de preservação permanente, impactando os ecossistemas e as populações tradicionais residentes nesses espaços e territórios.

Em 10 de maio de 2018, na ocasião da 260ª reunião ordinária do Conselho Estadual do Meio Ambiente no Ceará – COEMA/CE, agora não mais devido a uma crise energética, mas com a finalidade de cumprir as diretrizes do Acordo de Paris, isto é, a redução das emissões de CO₂⁴³, fora elaborado uma resolução que simplificava os processos de licenciamento ambiental para empreendimentos de energia solar fotovoltaica e energia eólica.

Na ocasião, estavam presentes representantes da sociedade civil, tais como professores da Universidade Federal do Ceará e da Universidade Estadual do Ceará, dos movimentos sociais, e também dos órgãos estaduais e federais. Conforme a Ata da 260ª reunião ordinária do Conselho Estadual do Meio Ambiente no Ceará – COEMA/CE, destacamos a fala do Professor Dr. Alexandre Costa:

Não podemos, simplesmente, ouvir a voz do Mercado, aqui, que quando **grita que o grande “problema” da implementação dos Parques Eólicos no Ceará é o licenciamento ambiental [grifo nosso]**, o Governo corre imediatamente para atender essa demanda, e prepara uma minuta para flexibilizar o que já é flexível.[...] A primeira coisa que eu devo dizer, e aí a Mesa me permite a dose de sinceridade, eu nunca economizei sinceridade, mas eu classifico como cinismo, uma minuta emitida pelo Governo do Estado do Ceará que cita a questão das mudanças climáticas para defender a flexibilização do licenciamento, mas que não menciona nenhuma medida para conter as emissões de gases de Efeito Estufa, e as fontes fósseis. Eu acreditaria na sinceridade do Governo, caso, ao mesmo tempo em que você facilita a vida das Renováveis, você trouxesse alguma outra coisa junto que inibisse quem tivesse as fontes mais sujas de energia. [...] Não, o Governo não trouxe isso, pelo contrário, eu sou testemunha que na tramitação da Política Estadual de Mudanças Climáticas, que foi debatida junto do Fórum de Mudanças Climáticas, o que é que aconteceu? O Governo rejeitou todas as propostas de Emenda, negociadas com os Integrantes do Fórum, negociadas com os movimentos sócioambientais, que apontavam para

⁴³ A vida tal como a conhecemos no planeta é possível,, em grande parte, graças aos gases estufa. São gases estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, perfluorcarbono (pfc), hidrofluorcarbono (hfc) e hexafloro de azoto, entre outros), que impedem que a energia solar que incide sobre a Terra se irradie completamente para além da atmosfera, contribuindo, assim, para que as temperaturas médias do planeta sejam as que conhecemos. [...] Os níveis atmosféricos de CO₂, estimados em 280 partes por milhão (ppm) antes da Revolução Industrial, subiram a 317 ppm em 1960. Entre 1960 e 1999, entretanto, esse índice passou para 368 ppm, isto é, acusou um aumento de 16% em somente quatro décadas. (PORTO-GONÇALVES, 2011, p. 326,327)

restrições as Indústrias Fósseis, inclusive, eliminação de subsídios, porque caso vocês não saibam, hoje, o Carvão Mineral, e o Gás Natural ao serem queimados aqui no Estado do Ceará, contam com 58,8% de renúncia fiscal; só o carvão, por baixo, as estimativas que eu tenho é que são 900 milhões de reais, todo ano, isso é 30 vezes o custeio, por exemplo, da Universidade em que eu trabalho, para vocês terem uma ideia. Então não. O Governo não faz nenhum gesto de verdade para atacar a questão da mudança climática, então, por favor, não usemos esse tipo de argumento para facilitar a implantação de Parques Eólicos, não usemos, porque aí fica com o tom - então desculpa de novo a sinceridade - mas com um tom de cinismo, é preciso que haja coerência (COEMA, 2018).

O professor Alexandre continuou seu posicionamento na 260ª reunião do COEMA expondo que

Se o Governo realmente tem sinceridade em contribuir com o Cumprimento das Metas do Acordo de Paris por parte do Brasil, tem de fato compromisso em salvaguardar a nossa água - que veja na concretagem a Eólica consome água local também - se o Governo tem esse compromisso de fato, ao invés de flexibilizar as Eólicas, vamos fazer o seguinte, vamos aportar nas fósseis, vamos deixar o licenciamento das Eólicas com o trâmite correto, rigoroso, criterioso, em elas estando, implementá-las de maneira justa, elas vão passar; e agora vamos aportar em cima das fósseis, isso sim, deveria estar sendo objeto de debate aqui no Coema.

Como é que nós tiramos esses subsídios imorais para as indústrias mais sujas, como é que acabamos com o tipo de benesses, aliás, eu soube hoje que passou na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, uma mensagem concedendo mais de 3 mil hectares de terra pública para o Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Então, cadê a sinceridade em energia limpa, em desenvolvimento limpo e sustentável por parte do Governo? Eu não vejo, eu não vejo (COEMA, 2018).

Algo importante discutido na reunião em questão fora a finalidade da energia. Qual a real razão do aumento de sua produção? Verdadeiramente, no Brasil, corremos o risco de termos apagões como na década de 1990? Para o professor Alexandre, em seu relato na reunião supracitada, um dos grandes consumidores de energia no Brasil são as indústrias de alumínio e ferro-gusa:

Mas então, um ponto importante a se dizer, e parece que isso não existe no debate, **pra que tanta energia? Pra quê, em primeiro lugar? Eu asseguro pra vocês, porque isso está nos planos de desenvolvimento econômico do Brasil, o aumento de demanda energética, é muito maior hoje porque indústrias predadoras poluentes, sujas, como a indústria de Alumínio e Ferro-Gusa, demandam, e pra isso não importa ter indígena, não importa ter rio, não importa ter mangue, não importa nada, tem que ter belo monte, tem que ter um monte de eólica, e vejam que aparece uma falsificação no debate, as renováveis não tem vindo pra substituir fontes mais poluentes, porque eu até acredito, que uma comunidade aqui do Ceará teria capacidade de dizer: olha pra não ter belo monte, arranjam aqui, vemos como é que faz, pra não ter aquecimento global destruindo tudo, vemos como é que faz, mas sabe o que é que acontece? É um modelo energético que tem tudo, tudo junto, tudo sobreposto, tudo destruindo tudo. Tem belo monte, tem eólica de qualquer jeito, tem termoeletrica ligada e veja, é uma fraude dizer que termoeletrica é só quando está faltando. **Está ligada direto minha gente,****

vamos parar de hipocrisia, é um modelo energético desastroso, criminoso, termoelétrica está ligada o tempo todo, e veja, funcionando na base do preço, e eu vou dizer porque. A bandeira não sai do verde, e pode no máximo ir para a amarela, mesmo com esse lixo do Pécem ligado, e sabe por quê? Porque ela é barateada artificialmente, com o governo do estado do Ceará isentando 59% do dinheiro do carvão, colocando a esteira que suja a lagoa, a duna e a casa das pessoas, com o dinheiro Público. É uma vergonha, cara, isso! Isso tudo é uma vergonha! COEMA, 2018).

Em essência, tudo tem o seu sentido a partir da lógica do mercado. “É como se qualquer política ambiental, para ganhar cidadania, isto é, direito à existência no debate político, devesse antes se converter à lógica econômica”. Nesse sentido, o próprio capital, quando em face de sua crise estrutural, cria novos mercados para então retomar os lucros.

O mesmo acontece com o discurso e implantação das energias renováveis. Frente à consciencização das nações no que diz respeito às emissões e, diante dos custos elevados dos combustíveis fósseis, que por sua vez, são o alicerce da sociedade pós-moderna, as energias renováveis surgem como a solução para mais uma vez fazer rodar a roda do consumo. Sobre esse ciclo, Motaño e Diriguetto (2011, p.183) explicam

Mas a crise não representa um momento de falha ou doença do modo de produção capitalista, ela faz parte da dinâmica capitalista, e cumpre duas funções: a) em primeiro lugar, a crise é um resultado, uma consequência intrínseca do próprio desenvolvimento capitalista; b) em segundo lugar, a crise é a causa, o motor da recuperação econômica e da retomada da taxa de lucro.[...] O significado atual da crise é o de ser uma crise estrutural/geral, imanente ao capital, que tem se adensado dado seu caráter estrutural, crônico e cumulativo. Dessa maneira, a atual crise é estrutural do sistema capitalista, e tem como raiz profunda o excesso de capacidade de produção que não encontra retorno nas vendas, o que, no início dos anos 1970, leva a uma forte queda da taxa de lucro, derivando assim em diversas manifestações e crises particulares. Para enfrentar um contexto de crise [...] o capitalista desenvolve algumas estratégias: [...] a fuga de capitais para outras fronteiras nacionais, [...] a diminuição do investimento na atividade produtivo-comercial e o reinvestimento na atividade financeira ... (MONTAÑO; DIRIGUETTO, 2011, p. 183)

Nesse sentido, o Estado é peça fundamental para que este ciclo do capital se mantenha. Em 06 de setembro de 2018 foi publicada no Diário Oficial do Estado a Resolução COEMA nº06/2018 que dispôs sobre a simplificação e atualização dos procedimentos, critérios e parâmetros aplicados ao processo de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da SEMACE para empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar.

Apesar de todos os argumentos realizados na reunião supracitada, fora

aprovado via votação a flexibilização e simplificação dos procedimentos para o licenciamento ambiental tanto dos empreendimentos de fonte solar quando eólica, salvaguardando quando estes encontrarem-se em campos de dunas e/ou outras áreas de proteção permanente. Nesses casos, o licenciamento segue seu rito comum, com os devidos EIA/RIMA e audiência pública.

A energia solar FV, nesse sentido, surge como uma possibilidade de aumentar a densidade capitalista no Ceará e no Nordeste. Bernal (2006,p.74) explica que

“ o espaço com menor densidade capitalista no Nordeste é o agrário. [...] No Nordeste, ainda é por demais visível e consistente a articulação entre as oligarquias antigas e novas e os poderes constituídos nas esferas estaduais e municipais projetadas no âmbito federal”.

Nesse sentido, discutiremos aqui como foram implantados duas centrais geradoras que encontravam-se em operação em 2020⁴⁴ – a saber, a Central Geradora Apodi I, II, III e IV e a Central Geradora de Tauá.

Para melhor entender a dinâmica da energia solar fotovoltaica, propôs-se realizar alguns trabalhos de campo em distintas realidades, conforme mostrou-se no mapa na introdução desta pesquisa.

Nos caminhos da pesquisa, realizamos trabalhos de campo em duas centrais geradoras, a saber, a Central Geradora ou Usina Solar Fotovoltaica em Tauá (Região do Sertão dos Inhamuns), e a Usina Apodi Solar em Quixeré (Região do Vale do Jaguaribe). Devido a pandemia ocasionada pelo novo Coronavírus (SARS- COV-19) fomos impedidos de realizar o terceiro trabalho de campo, a saber, na Usina Sol do Futuro I, II e III, em Aquiraz (Região Metropolitana de Fortaleza – ver mapa 10, ao final deste capítulo).

5.3 Centrais geradoras nos sertões do Ceará: foco para Tauá e Quixeré

Carvalho *et al* (2018) fizeram um importante trabalho no que diz respeito a instalação de empreendimentos solar FV no Brasil, correlacionando esta energia com a eficiência de uso da terra. Com a metodologia usada por eles, verificou-se que, em termos de área imobilizada ao longo do tempo, a energia solar FV tem grandes vantagens.

⁴⁴ Em 2020, eram as únicas centrais geradoras de energia solar em operação no Ceará.

A tabela 13, elaborada por Carvalho *et al* (2018) mostra o comparativo do uso da terra entre as energias.

Tabela 13. Área imobilizada por produção de eletricidade em diferentes recursos energéticos.

RECURSO ENERGÉTICO	ÁREA IMOBILIZADA POR PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE (M ² .ANO/MWH)
BIOMASSA	21,320
CARVÃO MINERAL	33
EÓLICA	1,129
GÁS NATURAL	11
HIDROELÉTRICA	186
NUCLEAR	346
PETRÓLEO	11
FOTOVOLTAICA	290

Fonte: Carvalho et al (2018)

Quando comparada a energia eólica e a biomassa, por exemplo, a FV tem uma porcentagem menor de uso e ocupação e ocupação da terra e, ainda, gera menos impacto ambiental, uma vez que a infraestrutura para sua instalação pode ser considerada menos complexa, tanto na etapa do transporte quando na etapa da sua instalação.

Veremos nos próximos subitens como efetivamente as duas centrais geradoras tem se instalado no Ceará.

5.3.1 Central Geradora Apodi Solar

Com o objetivo de continuar a análise no que diz respeito aos estudos de caso elegidos para esta pesquisa, fora realizado o trabalho de campo⁴⁵ na Apodi Solar, central geradora solar fotovoltaica localizada município de Quixeré – Ce.

Por se tratar de uma empresa multinacional da Noruega, para a realização do trabalho de campo fora necessário contatos via correio eletrônico prévios, elencando qual a motivação da visita ao parque e quais objetivos.

⁴⁵ Trabalho de campo realizado em 06 de dezembro de 2018.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), Quixeré é um município relativamente pequeno, com 613,576 km², como uma população estimada⁴⁶ de 22.008 pessoas.

Apenas 11,2% dos habitantes fazem parte da População Economicamente Ativa, isto é, são assalariados. Trata-se de um município tão pequeno e sem muito desenvolvimento econômico que, para a realização deste trabalho de campo, foi aconselhado que toda a logística não ocorresse em Quixeré, mas sim, no município vizinho, a saber, Russas.

E, assim fora feito. Desembarque feito em Russas traçou-se um caminho de aproximadamente 30 minutos de carro para enfim chegar na Central Geradora. Do outro lado da pista principal, avistava-se a empresa cimenteira Apodi, que, conforme o motorista, era a responsável pela boa manutenção do asfalto, uma vez que o tráfego de caminhões de grande porte na região é grande.

A central geradora Apodi Solar não pode ser visualizada da via principal, somente suas placas de licenciamento ambiental e financiamento (ver figura 12), contudo, ao se deparar com a entrada para a Central Geradora, a sensação de estranhamento, grade, seguranças e questionamentos é a mesma. Os empreendimentos foram licenciados pelo Órgão Licenciador do Estado do Ceará e contou com a apresentação do EIA/RIMA.

Trabalhadores paramentados com botas e capacetes especiais, carros de tração quatro por quatro e, um container onde está instalado o escritório provisório da Central.

Esta era a paisagem inicial. Ao adentrar no container, a primeira afirmação que se é feita pela empresa é: precisamos solicitar seu equipamento de proteção individual; assim, para a realização do campo, fora necessário usar capacete, colete, visora, calça e bota apropriada para o trabalho de campo.

⁴⁶ População estimada é aquela população que ainda não foi atualizada com um novo senso demográfico.

Figura 12. Placas de Licenciamento Ambiental da Central Geradora Apodi Solar, localizada na CE 356.



Fonte: Autora da pesquisa, 2018.

A empresa responsável pela Central Geradora, Scatec Solar, atua no mercado de energias renováveis no Brasil, África do Sul, Egito, Malásia, Argentina, Honduras, Ucrânia, Jordânia, Moçambique, Ruanda e República Tcheca.

Essa chegada de empresas multinacionais do mercado de carbono é bastante comum em termos de energias renováveis. Essas multinacionais acabam por contribuir na produção dos espaços nacionais sobremaneira. São as causas e os efeitos da globalização. Concordamos com Santos (2011, p. 50) quando este escreve que

Essa globalização tem de ser encarada a partir de dois processos paralelos. De um lado, dá-se a produção de uma materialidade, ou seja, das condições materiais que nos cercam e que são a base da produção econômica, dos transportes e das comunicações. De outro, já a produção de novas relações sociais entre países, classes e pessoas. A nova situação, conforme já acentuamos, vai se alicerçar em duas colunas centrais. Uma tem como base o dinheiro e a outra se funda na informação. Dentro de cada país, sobretudo entre os mais pobres, informação e dinheiro mundializados acabam por se impor como algo autônomo em face da sociedade e, mesmo, da economia, tornando-se um elemento fundamental da produção e, ao mesmo tempo, da geopolítica, isto é, das relações entre países e dentro de cada nação.(SANTOS, 2011, p.50)

Para o projeto Apodi Solar⁴⁷, a Scatec Solar contou com outros dois parceiros corporativos, a saber, o grupo Kroma Energia, empresa pernambucana especializada desde 2008 em comercialização e gestão de energia e, a empresa Equinor, também norueguesa, que atua no Brasil há duas décadas com foco na exploração e produção de petróleo e gás natural *offshore*⁴⁸. Trata-se, portanto, de uma gestão compartilhada entre as três empresas.

O sítio possui aproximadamente 436 hectares (equivalente a 200 campos de futebol), sendo que, 171,23 hectares são destinados a área de reserva legal, em cumprimento com o Código Florestal Lei nº12.651/2012. São geradas 162 *megawatts*, o que abasteceria em energia aproximadamente 170.000 residências. Elaboramos o Mapa de localização 8 que mostra tanto a localização da central geradora quanto a comunidade mais próxima dela.

O terreno onde localiza-se a central geradora foi arrendado por 20 anos com prorrogação de 49 anos. Para efeitos de organização e licenciamento, as 500 mil placas solares fotovoltaicas foram divididas em 04 centrais geradoras unificadas – a Sociedade de Propósito Específico Apodi I, II, III e IV.

No que diz respeito ao lucro observado pelas centrais geradoras, 43,75% fica com a Scatec, outros 43,75% com a Equinor e, 12,5% com a Kroma. Por se tratar de um Ambiente de Contratação Regulado – ACR, a empresa Kroma entrou no Leilão de Energia de Reserva em 2015, possuindo sua licença prévia, já com o pré-acordo de sociedade firmado com a Scatec.

Após ter ganhado o leilão reverso, foram solicitadas as outras licenças ambientais, a saber, a Autorização para Supressão Vegetal e Captura/Resgate de Fauna, concedida pela Superintendência do Meio ambiente no Ceará – SEMACE em outubro de 2017, a licença de instalação, concedida em Janeiro de 2018 e a Licença de operação, concedida em meados de 2018.

⁴⁷ A central geradora recebe o nome de Apodi Solar devido o arrendamento do seu terreno ter sido feito com a empresa Companhia Industrial de Cimento Apodi.

⁴⁸ A Equinor Brasil produz, aproximadamente, 100 mil barris de petróleo por dia. (EQUINOR, 2019). Para maiores informações, sugere-se a leitura do seu sítio eletrônico: <https://www.equinor.com.br/pt.html>

Figura 13. Subestação de responsabilidade da Scatec Solar.

da



Fonte:
Autora

pesquisa, 2018.

Assim, cada Sociedade de Propósito Específico - SPE Apodi, numa área de 109 hectares, produz 33 mW. Para o ano de 2019, já se encontra em processo de licenciamento de instalação, o projeto de duplicação da central geradora, com mais outros quatro parques e mais uma subestação, isto porque, atualmente, já são quatro parques distintos, uma subestação e linha de transmissão para conexão com o SIN, feita pela própria empresa (ver figura 13).

É salutar ressaltar que, todas as placas solar fotovoltaicas são do fabricante chinês BYD. Todas essas foram compradas diretamente na China, uma vez que, mesmo incluindo a taxa de importação, a negociação com empresas chinesas são em média 30% a 40% mais baratas.

A fim de realizar 100% do aproveitamento da radiação solar, estas placas são alinhadas por 7 estacas fincadas no solo associadas a um rolamento que

movimenta a placa conforme o posicionamento do sol, como podemos observar na figura 14 e 15.

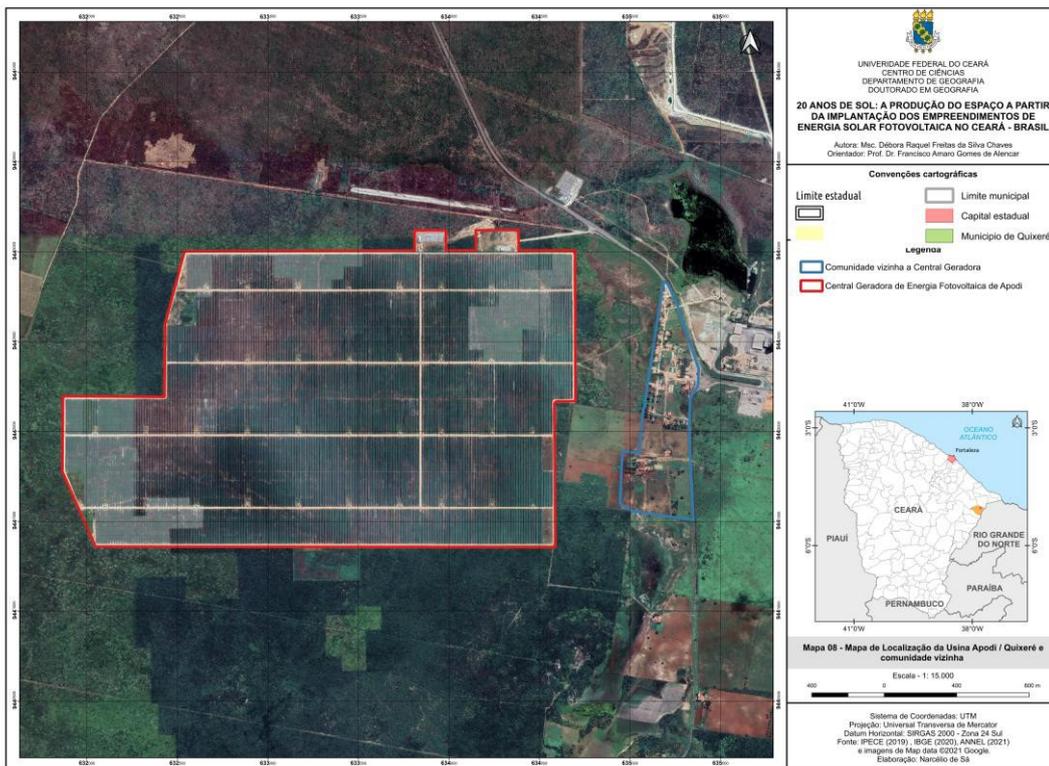
Figura 14 e 15. Rolamento da placa solar fotovoltaica com objetivo de aproveitamento completo da radiação solar.



Fonte: Autora da Pesquisa, 2018.

No tocante a manutenção das placas, tem-se como maior problemática a poeira. Isto porque, como pode ser observado nas figuras acima, todo o solo está exposto e, portanto, a placa de silício tende a acumular a poeira. Desse modo, é feita uma manutenção preventiva a cada dois meses, lavando as placas solares.

Mapa 8 – Mapa de Localização da Usina FV Apodi e comunidade vizinha.



Fonte: Autora da pesquisa, 2022.

Quando perguntados sobre as maiores dificuldades na instalação das placas, foram citadas a questão do licenciamento ambiental que não foi realizado de maneira célere e, também, a fase de instalação pois, o solo é muito rochoso e de difícil perfuração.

As rochas encontradas durante o projeto de instalação são destinadas a uma área de destinação específica (ver figura 16) bem como a supressão vegetal e captura/afugentamento de fauna foram realizadas gradualmente e somente pela equipe ambiental.

Figura 16. Área de destinação provisória das rochas encontradas durante a instalação.



Fonte: Autora da pesquisa, 2018.

Em apresentação inicial feita durante o trabalho de campo, fora repassado a preocupação da Scatec Solar em sua comunicação social, isto é, respeito pelas comunidades que estão presentes ao redor da central geradora, a saber, as comunidades rurais do Bonsucesso, Baixa do Félix e Boa Esperança (localizadas no mapa 8).

Alguns dos agricultores das supracitadas comunidades possuem pequenos comércios e outros foram aproximados da empresa durante a instalação da central geradora como funcionários temporários. Para a preservação da comunicação social, a empresa possui programas sociais como festas para crianças entre outros.

Por se tratar de um sítio com alta tensão, existe uma política de segurança do trabalho que é seguida a risco nos limites da empresa – trânsito somente de carros autorizados e com velocidade máxima de 20km/h, funcionários sempre paramentados e áreas restritas de alta tensão, protegidas. A instalação do parque iniciou-se em 27 de novembro de 2017 e o início da operação ocorreu em novembro de 2018.

Além disso, para a instalação das quatro centrais geradoras APODIs, foram usados na área de Engenharia, Compra e Construção, cerca de 1300 funcionários onde, 89% eram da região. Atualmente, na operação e na manutenção, são 7 funcionários, entre contadores, engenheiros, que 100% são do município de Quixeré.

Em virtude da pandemia do novo coronavírus (SARS-COV-19) fomos impedidos de realizar entrevistas com os moradores das comunidades supracitadas, uma vez que esta etapa da pesquisa estava prevista para o ano de 2020. Mas, cabe aqui algumas reflexões sobre como a central geradora Apodi acaba por produzir o espaço em Quixeré.

O empreendimento encontra-se em um dos municípios do vale do Jaguaribe, especificamente na chapada do Apodi, cuja principal marca são os latifúndios. Seria, portanto, os empreendimentos de energia solar uma nova materialização de um latifúndio, agora apropriado do discurso da sustentabilidade e ecologia?

Ao conversarmos com os funcionários da empresa, todos relatavam que eram filhos de Quixeré e que, positivamente, a empresa exigiu que se empregassem moradores da região. Se observarmos as tabelas de empreendimentos em construção e com a construção não iniciada, veremos que os municípios vizinhos a Quixeré, tais como Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte, foram escolhidos para receber novos empreendimentos.

O Estado, nessa conjuntura, atua com um papel importante para atrair novos investimentos para esta região, uma vez que, o próprio agronegócio local já encontra-se bastante consolidado.

Montaño e Diriguetto (2012, p.165) explicam que

É nesse sentido que o Estado surge como instituição que desempenha funções (de intermediação) financeiras, fonte de crédito para a indústria – sendo assim um Estado de bem-estar para o capital – operando como verdadeira “ponte invisível” entre o poupador e o investidor, quer dizer, recebendo dinheiro de quem poupa (a sociedade, o trabalhador médio) e destinando-o para o capitalista que investe. Para isso, para fomentar e facilitar o investimento industrial e comercial, o Estado reduz significativamente os juros. Nessas condições, ele pode intervir como fonte de crédito à grande indústria.

Produz-se, então, novos espaços a partir de um novo vetor de desenvolvimento que, apesar de gerar empregos, mais faz parte de uma lógica que serve a um mercado internacional do que nacional e local.

5.3.2 Usina Solar Fotovoltaica de Tauá

Em fevereiro de 2020, realizamos o trabalho de campo no município de Tauá, sertão dos Inhamuns, a aproximadamente 360 km da capital cearense. Conforme o IBGE (2020), Tauá tem uma área territorial de 4010,618 km² e possui uma população estimada de quase 60 mil habitantes.

A usina solar fotovoltaica de Tauá foi pioneira no Brasil e na América Latina, foi inaugurada em agosto de 2011, pelo grupo MPX Tauá. O empreendimento, outrora pertencente ao grupo EBX, do empresário Eike Batista, recebeu o investimento de 10 milhões de reais, com aporte financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.

A figura 16 mostra a cópia do documento de registro da Unidade Fotovoltaica – UFV feito pela ANEEL em 2012, cuja potência autorizada fora de 5.000kW, no entanto, até a data do trabalho de campo, só possuía 1,0 mW de potência instalada.

Com 12 hectares, a área conta com 4680 painéis fotovoltaicos. Com a chegada desta usina solar fotovoltaica em Tauá, percebeu-se um movimento do próprio capital, em direção ao sertão cearense – a saber, hotéis e indústrias. Conforme entrevista dada no período da inauguração da usina, que era pioneira em toda a América Latina, o engenheiro Fernando Moura (gerente de projetos da MPX, até então proprietária da Usina de Tauá) explicou que a usina “mexeu” com a cidade atraindo duas indústrias e dois hotéis (G1, 2011).

Apesar de, aos moldes da Resolução da ANEEL nº482/2015 a potência instalada ser considerada baixa e uma microgeração, por ter sido a primeira usina solar fotovoltaica do país, sua geração é colocada, até hoje, no SIN. Trata-se de uma central geradora com potência de microgeração para os dias atuais. O plano inicial era realizar a expansão da potência paulatinamente, até, efetivamente, chegar na potência aprovada pela Aneel, a saber, 5.000kW.

Figura 17. Registro da UFV emitido pela ANEEL.

Documento Cópia - SICnet

ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Ofício nº 803 /2012-SCG/ANEEL
Brasília, 06 de Setembro de 2012.

À Sua Senhoria o Senhor
Mário Sérgio
Diretor
MPX Energia S.A.
Rio de Janeiro - RJ

Assunto: Registro da UFV-Tauá

Processo nº: 48500.003790/2012-12.

Senhor Diretor,

O SUPERINTENDENTE DE CONCESSÕES E AUTORIZAÇÕES DE GERAÇÃO DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com a delegação de competências estabelecida pela Portaria nº 1.850, de 05 de julho de 2011, com base no § 4º do art. 176, da Constituição Federal, no art. 8º da Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995, no art. 5º do Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996 e do que consta no Documento nº 48513.020771/2012-00, informa que, nesta data, o empreendimento a seguir identificado encontra-se registrado na ANEEL, conforme Ficha Técnica preenchida pelo interessado:

- Empreendimento: UFV Tauá.
- Potência Instalada: 5.000 kW.
- Localização do empreendimento: Rua Sem Denominação Oficial, nº 3.543, bairro Perímetro Irrigado Várzea do Boi, Tauá – CE (06°00'14"N / 40°16'29" W).
- Fonte: radiação solar.
- Equipamentos: 50 (cinquenta) arranjos 100 kW de potência do inversor cada
- Titular: MPX Tauá Energia Solar Ltda.
- CNPJ: 09.193.216/0001-95.
- Endereço do titular: Rua Marcus Macedo, 1333, Sala 2002, Fortaleza-CE.
- Endereço para correspondência: Praia do Flamengo, 66, 9º Andar, Flamengo, Rio de Janeiro – RJ; CEP: 22210-903.

2. A comercialização da energia gerada será feita de acordo com a legislação ficando assegurado o percentual de redução de 80% (cinquenta por cento) a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, concedido por prazo de 10 (dez) anos contados da data deste Ofício, nos termos do artigo 3º-A (acrescentado pela Resolução Normativa nº 481, de 17 de abril de 2012) da Resolução Normativa nº 77, de 18 de agosto de 2004.

SICNET - Documento 603 / Matrícula "T" e "T"
CEP 19230-019 - Brasília - DF - Brasil
Tel: 55 (61) 2192 8000
Ouvidoria 0800 727 2010
www.aneel.gov.br

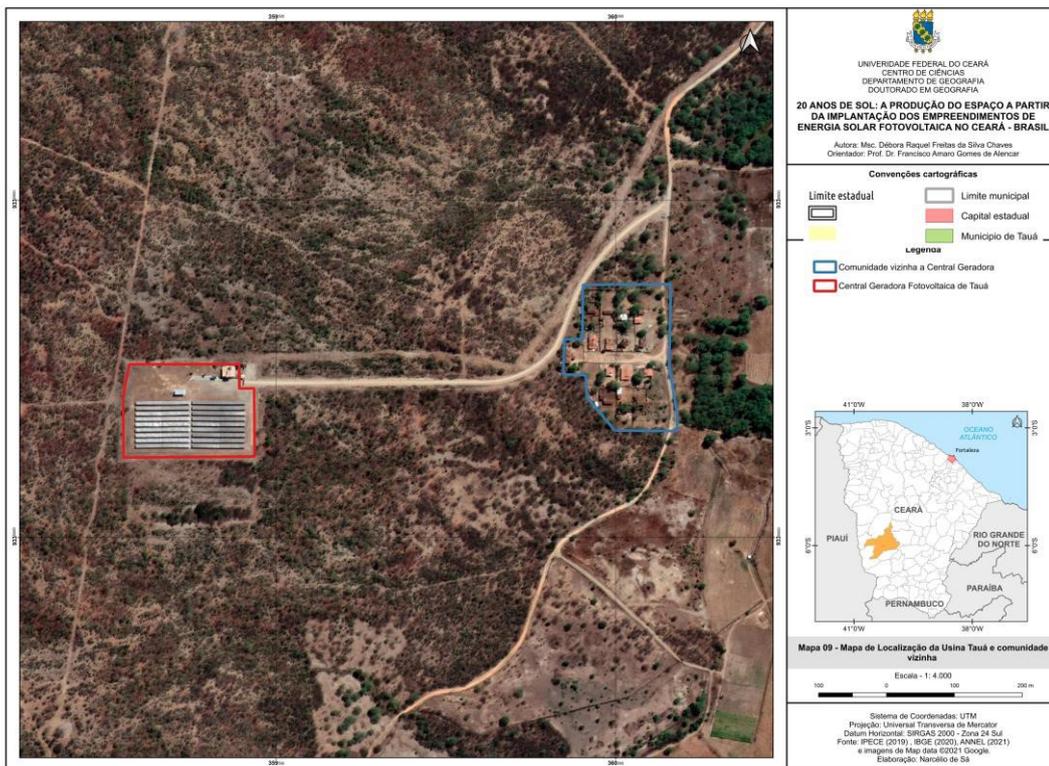
48500.003790/2012-00

Fonte: Autora da pesquisa, 2021.

O mapa 10 traz a localização do empreendimento bem como da comunidade próxima a ele. Durante o projeto de instalação, foram realizados planos de monitoramento ambiental, uma vez que foi realizada a supressão vegetal com resgate de fauna, bem como a liberação da LP, LI e LO. Para tanto, a MPX contou com a ajuda da Universidade Federal do Ceará – UECE.

A figura 17 e 18 mostra o projeto inicial da implantação dos módulos fotovoltaicos e como de fato ele foi instalado, respectivamente.

Mapa 9 – Mapa de Localização da Usina FV Tauá e Comunidade Várzea do Boi



Fonte: Autora da pesquisa, 2022.

Durante o processo de instalação, a empresa se reuniu com os moradores da comunidade do Perímetro irrigado Várzea do Boi (ver figura 19), explicando como seria o funcionamento do empreendimento.

Durante nosso trabalho de campo, entrevistamos alguns agricultores da comunidade do Perímetro Irrigado Várzea do Boi (Colonos). Quando perguntado sobre a questão da geração de emprego na comunidade, o entrevistado B⁴⁹, respondeu

Não, acho que ai não gera emprego, a não ser um guarda ou coisa assim. Acho que num gera esses emprego ai não. Agora pelo que eu vejo que muitas residências e muitos estabelecimentos tão já implantando energia solar, já era pra eles estarem ai com várias hectares cobertas de placas, aumentando, prosperando.

Uma das grandes argumentações do Estado ao atrair e incentivar empreendimentos que mudam o espaço é o discurso da geração de empregos. Não que o gerar empregos seja algo ruim, o que de fato não é, contudo, o que temos

⁴⁹ A fim de proteger a identidade dos entrevistados, optamos por nomear com consoantes.

visto é, na maior parte das vezes, os empregos são temporários ,durante a instalação, diminuindo profundamente no período mais importante, isto é, de operação.

Figura 18. Projeto da UFV de Tauá



Fonte: MPX, 2011.

Figura 19. Usina Fotovoltaica de Tauá instalada.



Fonte: ENEVA, 2022.

Figura 20. Diálogo entre os moradores da comunidade do Perímetro Irrigado Várzea do Boi com os representantes da empresa MPX.



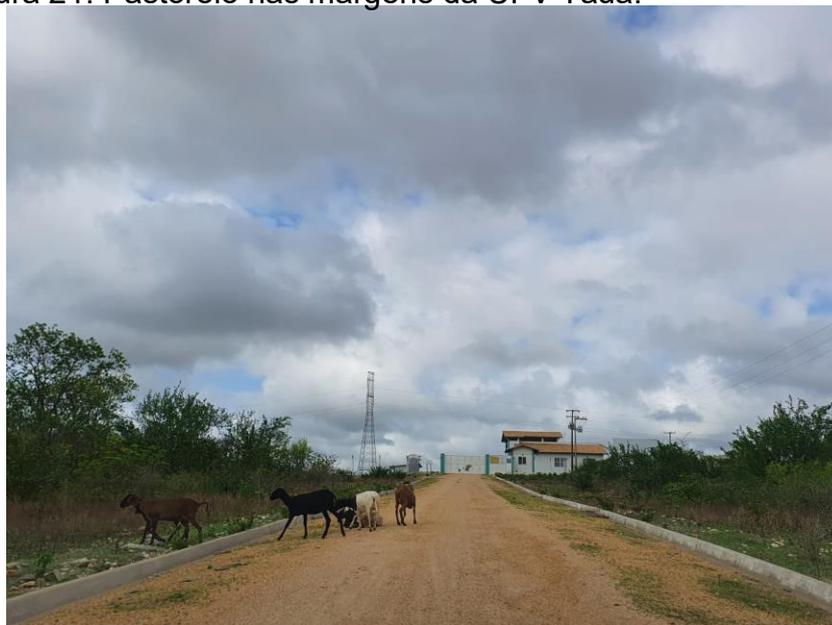
Fonte: MPX, 2012.

Em 2014, em virtude da crise financeira da companhia EBX que continha a MPX, fora anunciado que o grupo alemão ENEVA teria comprado as ações do empresário Eike Batista. Esta empresa, ENEVA, desenvolve no Brasil um trabalho de geração e comercialização energia nas mais diversas fontes. No Ceará, por exemplo, além da UFV de Tauá, energia considerada limpa e renovável, ela também está presente no Complexo Portuário do Pecém, através de uma usina de carvão mineral, contraditoriamente, com consideráveis níveis de poluição.

Em 2022 fora anunciado, finalmente, a expansão da UFV de Tauá, prevista desde a sua inauguração. De acordo com a Prefeitura de Tauá (2022), o projeto irá impactar positivamente o local, gerando até 300 empregos diretos ou indiretos aos tauaenses. A empresa tem o projeto de, agora, ampliar sua capacidade para 65 *megawatts* e, para tanto, realizará o investimento na ordem de de 140 milhões de reais.

Apesar de não ser uma comunidade organizada e unida, ao nosso ver, os moradores do perímetro irrigado Várzea do Boi tem seus modos de vida pautados nos pequenos cultivos e na pecuária (ver foto 21).

Figura 21. Pastoreio nas margens da UFV Tauá.



Fonte: Autora da pesquisa, 2021.

A comunidade do perímetro irrigado Várzea do Boi leva esse nome devido ao açude homônimo, que fora construído em 1958, e, que até hoje é o maior açude público do município de Tauá, com a capacidade de 54 milhões de m³.

Em 2019, os colonos, como assim são chamados os agricultores que moram no perímetro, participaram junto ao Departamento Nacional de Obras contra a Seca – DNOCS de reuniões com o objetivo de receberem os títulos de posse das propriedades.

Os perímetros irrigados são espaços que tem o objetivo de introduzir um novo modelo de produção agrária/agrícola, através de uma modernização da agricultura e, possui um objetivo importante de minimizar conflito agrários através da seleção de agricultores para ocupar os lotes do perímetro.

Esses espaços são, conforme Pontes et al (2013, p.3214.),

resultados da política de irrigação, projetada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e executada pelo DNOCS, destacam que os perímetros públicos contribuíram para uma dupla *desterritorialização* dos camponeses. Primeiro, pelo fato de parte dos desapropriados não receberem lotes e serem expulsos de suas áreas; e, segundo, por conta da imposição do modelo de produção aos agricultores familiares, com base no paradigma da *revolução verde*, modelo este que, atualmente, é protagonizado pelo *agronegócio*. Este paradigma caracteriza-se pelo uso de insumos mecânicos e químicos, sobretudo os agrotóxicos, pela inserção da irrigação e pela imposição de culturas agrícolas previamente selecionadas de acordo com a rentabilidade do mercado, desconsiderando os saberes camponeses historicamente construídos

[...]Com base nos dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), entre 1968 e 1992, foram construídos pelo Governo Federal 35 perímetros públicos irrigados na região semiárida nordestina, com destaque para o Ceará, onde foram instalados 40% de todos os perímetros. (PONTES et al, 2013).

A tabela 14 mostra os perímetros irrigados federais no Ceará. O perímetro irrigado Várzea do Boi é um dos mais antigos do Brasil, tendo sido iniciado em 1973. O perímetro irrigado Várzea do Boi, desde 2019, passa por algumas dificuldades, ironicamente, no que diz respeito o acesso à água. Esse problema simplesmente inviabiliza as atividades agropecuárias.

Além disso, quando perguntamos ao entrevistado sobre outros serviços públicos, tais como a coleta de lixo, este nos informou que a coleta do lixo só vem para a usina solar FV e não para a comunidade:

Outra coisa também que eu falei já pro pessoal da prefeitura, porque que vem fazer coleta de lixo aí de dois funcionários, dali do posto policial, e num vem daqui. Então eu já tenho falado em reuniões que o seguinte: “eu pego o meu lixo e vou deixar todo na cidade, porque se a gente for encher isso aqui de lixo minha gente, uns queima, aí de vez em quando aparece animais que comeram plástico, os ruminantes morrem. E no meu caso aqui não fica lixo, eu levo tudo pra cidade, a não ser lixo orgânico neh”. Mas nem todos tem essa consciência, já pensou você compra um pãozim e vem numa sacola, cê compra um litrinho e vem numa sacola. Onde é que nós vamo parar com tanta situação assim? Só joga aí, joga aí, joga aí. (ENTREVISTADO C)

A sensação que tivemos pelos relatos e, também ao andarmos pelo perímetro é que existia um certo abandono dos próprios colonos e do poder público. A usina, por sua vez, era o espaço cujas vias, coleta, limpeza, eram as mais organizadas.

Tabela 14. Perímetros Federais de Irrigação no Ceará

Perímetro Irrigado	Município	Início operação	Área desapropriada (ha)	Área sequeiro (ha)	Área Irrigável (ha)
Araras Norte	Varjota e Reriutaba	1988	6.407,39	3.182,39	3.225,00
Ayres De Souza	Sobral	1977	8.942,80	7.784,80	1.158,00
Baixo-Acaraú	Acaraú, Bela Cruz, Marco	2001	9.612,72	-	8.335,00
Curu-Paraipaba	Paraipaba	1975	12.347,00	4.347,00	8.000,00
Curu-Pentecoste	Pentecoste e São Luiz do Curu	1975	5.016,00	3.836,00	1.180,00
Ema	Iracema	1973	352,03	310,03	42,00
Forquilha	Forquilha	1979	3.327,13	3.066,13	261,00
Icó-Lima Campos	Icó	1973	10.583,18	6.320,18	4.263,00
Jaguaribe-Apodi	Limoeiro do Norte	1989	13.229,20	7.836,20	5.393,00
Jaguaruana	Jaguaruana	1977	343,08	141,08	202,00
Morada Nova	Morada Nova	1970	11.025,12	6.692,12	4.333,00
Quixabinha	Mauriti	1972	530,35	237,35	293,00
Tabuleiros de Russas	Russas, Limoeiro do Norte e Morada Nova	2003	18.915,00	3.148,7	14.508,00
Várzea Do Boi	Tauá	1975	12.878,71	12.248,71	630,00

Fonte: Aragão; Pontes⁵⁰, 2013.

Quando perguntado sobre quais críticas nosso entrevistado teria à UFV Tauá, o mesmo respondeu

O que eu sempre tenho cobrado deles, é que é o seguinte, antes as terras eram todas cercadas, então eles deviam pelo menos cercar as áreas que pertencem a eles. Eu sempre tenho falado pro gerente: rapaz não tem previsão de vocês cercarem isso aqui, porque é bom pra nós, e valoriza o que é de vocês também, mesmo que seja de arame farpado, cerquem o que é de vocês. É, é um transtorno, principalmente circulação de pessoas estranhas. Então provavelmente eles cercando, eles vão colocar ali o que se chama de mata burro ali, pra num ter que está abrindo de vez em quando. Pronto, eles tão com a área deles ali privada. Se eles querem vender o pasto ou alguma coisa, o sujeito também vai ter privacidade lá. As vezes aparece lote de asininos⁵¹ aqui nas estradas, tudo na dependência desse terreno (ENTREVISTADO B).

De um modo geral, o que percebemos é que, em relação à usina, esta “nem influi nem contribui”⁵². Percebemos a chegada de uma nova técnica, um capital novo que se sobrepõe e em nada se relaciona com o antigo, com o que já era realizado tradicionalmente. Sobre isso, Santos (2011),

O espaço agrícola é, seletivamente, o receptáculo de dois tipos de capital: um capital novo, valorizado, que escolhe lugares privilegiados onde, ajudado pelo Estado, pode reproduzir-lhe melhor e mais rapidamente (grifo

⁵⁰ Paulo Araújo Pontes, Klinger Aragão. Os Perímetros Irrigados do Ceará: Os Grandes Projetos de Irrigação têm Impacto Sobre a Renda Local?. In: XXXVII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2013.

⁵¹ Asinino é a espécie de jumento que o entrevistado b chama.

⁵² Frase dita pelo entrevistado B, ao perguntarmos sobre qual a importância da usina FV.

nosso); e um capital desvalorizado, velho, que deve se refugiar nas atividades menos rentáveis, prejudicado ainda pela má qualidade ou mesmo pela inexistência de infraestruturas (SANTOS, 2011, p.142).

Verifica-se então, um novo espaço no semiárido cearense sendo (re)produzido, onde as práticas tradicionais como a agropecuária, muitas das vezes prejudicadas pela rigorosa e constante radiação solar, dá lugar a novas tecnologias que se aproveitam desse recurso renovável e, porque não dizer, ilimitado.

Por vezes, esses espaços tradicionalmente agrários são tidos como “espaços vazios”, sem cumprir a devida função da terra. Lócus da luta pela terra de muitos acampados, o espaço agrário, agora, recebe mais um fator que o produz distintamente. A energia solar fotovoltaica, tanto em sua geração centralizada quando distribuída, cerca os grandes empresários e grandes proprietários de terra, deixando do lado de fora movimentos sociais, agricultores, entre outros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Traçar uma conclusão de um objeto de estudo que constantemente está crescendo e se modificando não é uma tarefa fácil. Contudo, pretendemos aqui, trazer considerações finais sobre a nossa análise da produção do espaço cearense a partir da geração solar fotovoltaica, sobretudo na geração centralizada.

Percebemos que as tecnologias para o aproveitamento da energia solar através dos painéis fotovoltaicos tiveram avanços significativos nas últimas décadas no Brasil e, sobretudo, no semiárido cearense. Se em 2004 eram 14 localidades distribuídas em 8 municípios cuja energia elétrica era fornecida a partir de placas fotovoltaicas de maneira isolada, em 2020 temos uma realidade em expansão, que, por sua vez, em 2022 já se estende por 20 municípios.

O sertão que, outrora era associado a escassez, hoje e, atrevemo-nos, a dizer, nos próximos anos se tornará um espaço de desenvolvimento e atraído olhares estrangeiros.

Além disso, tratando-se de geração distribuída, percebe-se uma diminuição do custo médio das placas fotovoltaicas, o que influencia diretamente no aumento da capacidade instalada tendo como objetivo principal as residências.

Concorda-se com Bursztyn (2020) quando este afirma que, a energia produzida a partir de painéis fotovoltaicos influencia diretamente na economia de água dos reservatórios uma vez que a demanda pela geração de energia a partir das hidrelétricas é reduzida. Além disso, a geração da sua própria energia elétrica, no contexto da mini e microgeração, também é uma oportunidade para permitir economia em níveis familiares bem como o acúmulo de crédito para contas futuras.

A partir dessa expansão da energia solar fotovoltaica, outras formas de produção do espaço no semiárido são potencializadas tais como àquelas ligadas a cadeia produtiva que fomenta esse setor – fabricação de painéis, inversores, implantação de projetos e manutenções. Tudo isso possibilita uma nova construção de redes que inclui oferta e demanda de empregos.

Nesse sentido, pensamos que, o problema real do semiárido de “excesso de sol” é passível de tornar-se uma grande solução, isto é, o sol pode se configurar como um vetor de desenvolvimento e produção do espaço cearense. Faz-se necessário incentivos do próprio Estado à geração distribuída e regulação legal

diminuição das tarifas e impostos para o consumidor final no tocante à geração centralizada.

Desse modo, entende-se que, alguns percalços tem impedido que esta fonte energética se torne uma alternativa viável e acessível, inclusive, às populações rurais mais necessitadas. No entanto, reconhece-se aqui uma expansão positiva desse setor.

Faz-se necessário um equilíbrio por parte do Estado, tanto em articular com vistas a viabilizar empreendimentos de energias renováveis como também de assegurar aos atingidos seus direitos e, garantir ao consumidor final, independente se este consegue ou não gerar sua própria energia, uma mudança nas tarifas de consumo de energia elétrica.

Durante o 3º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída, a senhora Juliana Guimarães, representante da Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC em nome de seu então presidente, o senhor Beto Studart, revelou um dado interessante: 90% das empresas de distribuir ou fornecer energia solar são pequenas e microempresas. A geração distribuída representa atualmente no Brasil, cerca de 59.000 consumidores gerando sua própria energia. Isso significa dizer que o crescimento anual é superior a 100%, o que é significativo, apesar de ser considerado pequeno se compararmos com outros países que já estimulam e detém a tecnologia solar fotovoltaica.

É interessante pensar que, outrora aquilo que era considerado energia alternativa, isto é, uma opção energética fora das convencionais, tem se tornado tão representativa nos países que tem deixado de ser vista como alternativa, mas sim, principal e, o melhor, renovável. É o caso, por exemplo, do estado do Rio Grande do Norte que possui a energia eólica como principal em sua matriz energética (ANEEL, 2019).

O discurso do mercado, do empreendedorismo e do aumento da oferta energética é válido, desde que sejam respeitadas e protegidas as partes. Cabe aqui o questionamento: será a geração centralizada, no que diz respeito a energia solar FV, a melhor solução? Não seria mais interessante e, efetivamente melhor para a economia do cearense, o incentivo e a popularização da geração distribuída?

Um dos grandes questionamentos é que, ao menos em termos de geração centralizada, as energias renováveis não vem com o intuito de substituição

das energias não-renováveis e poluentes. Elas vem para juntar-se à matriz elétrica enquanto o próprio Estado continua a incentivar o uso das termelétricas que continuam ligada, diminuindo custos das grandes industrias que são resguardadas pelos incentivos fiscais e onerando o consumidor final que tem, em sua conta de energia, tarifa que não param de subir.

Como Porto-Gonçalves (2011,p.120) muito sabiamente escreveu não há nada, na sociedade contemporânea que, seja mais importante que o mercado e a economia. Aqui, vemos a falácia do Estado em utilizar dos objetivos estipulados pelo Acordo de Paris, como justificativa da flexibilização do licenciamento ambiental, quando, o próprio Estado fomenta indústrias no Complexo Portuário do Pecém, por exemplo, que queimam carvão mineral e, consequentmernte, contribuem para o aumento dos índices de CO2.

Um novo olhar em relação o sol começa a ser construído no Brasil e no Ceará; agora, não mais o olhar puramente do sol e sua radiação como a fonte de vida e, no caso do semiárido cearense, o causador da seca e outras mazelas. Inicia-se, agora, uma ótica do sol como vetor de desenvolvimento. Trata-se, portanto, de uma quebra de paradigma que, também, é apropriado pelo capital.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR (Brasil). **Infográfico da Energia Solar**: mês de outubro. Mês de Outubro. 2020. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 24 out. 2020.

ABSOLAR (Brasil). **Infográfico da Energia Solar**: mês de maio. Mês de maio. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 24 jun. 2022

ABSOLAR (Brasil). **Infográfico da Energia Solar**: mês de janeiro 2022. Mês de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

AGUERO. P. H. V. **Avaliação econômica dos recursos naturais**. 1996. 225f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, e Contabilidade. Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ANEEL. **Banco de Informações**: resumo estadual ufv. Resumo Estadual UFV. 2020. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/>. Acesso em: 12 out. 2020.

ANEEL. Mme (ed.). **Atlas de energia elétrica no Brasil**. Brasília: Aneel, 2002. 153 p.

ANDRADE, M. C. **Poder Político e Produção do Espaço**. Recife, PE: Massangana, 1984.

ANDRADE, Manuel Correia de et al. **Geografia Econômica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1981. 288 p.

ALTMANN, G. Energia Alternativa e a política energética sustentável a Alemanha. In: ORTIZ, L...../ p.14 In: ORTIZ, L. S (org). **Fontes alternativas de energia e eficiência energética**: opção para uma política energética sustentável no Brasil. Campo Grande, MS: Coalizão Rios Vivos – Fundação Heinrich Boll, 2002.

ASSUMPÇÃO, M. G. Política Nacional de Eficiência energética. In: ORTIZ, L...../ p.14 In: ORTIZ, L. S (org). **Fontes alternativas de energia e eficiência energética**: opção para uma política energética sustentável no Brasil. Campo Grande, MS: Coalizão Rios Vivos – Fundação Heirich Boll, 2002.

BACELAR, Tânia et al. A questão regional, o Nordeste e Celso Furtado. In: BERNAL, Cleide et al (org.). **A Economia do Nordeste na Fase Contemporânea**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Universidade Federal do Ceará, 2006. p. 17-46.

BOITO JR., Armando. **A crise política do neodesenvolvimentismo e a instabilidade da democracia**. In: Crítica Marxista n. 42, maio 2016.

BRANCO, C. **Energia elétrica e capital estrangeiro no Brasil**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1975.

BRANCO, A. M (org). **Política Energética e Crise de Desenvolvimento: a antevisão de Catullo Branco**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

BRASIL. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - Lei 7.661, de 16/05/88**. Publicada no Diário Oficial da União em 18 de maio de 1988.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997**. Publicada no Diário Oficial da União em 19 de dezembro de 1997.

BRASIL. **RESOLUÇÃO ANEEL Nº 482, DE 19 DE ABRIL DE 2012**. Publicada no Diário Oficial da União em 19 de abril de 2012.

BRASIL. **Constitui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo - Lei 9.478, de 06/08/1997**. Publicada no Diário Oficial da União em 6 de agosto de 1997.

BRASIL. **Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica**, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.. **Lei Nº 10.848, de 15 de Março de 2004**.. Brasília, 15 mar. 2004.

BRASIL. IBGE. **Ibge divulga o rendimento domiciliar per capita 2020**. 2020. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Renda_domiciliar_per_capita/Renda_domiciliar_per_capita_2020.pdf. Acesso em: 30 jan 2022.

BORGES, Leonardo Hasenclever de Lima. **A conservação de recursos ou os recursos da Conservação: um tributo a Siegfried Von Ciriacy-Wantrup. Um pilar para a Análise Econômica da conservação**. 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília –, Brasília, 2017.

BERNAL, Cleide et al (org.). **A Economia do Nordeste na Fase Contemporânea**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Universidade Federal do Ceará, 2006.

BURSZTYN, M. **Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas**. In: Revista Estudos Avançados. Vol. 34, nº98, 2020.

CARVALHO, Paulo C. M. *et al*. Land requirement scenarios of PV plants in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RENEWABLE ENERGIES AND POWER QUALITY (ICREPQ'18), 18., 2018, Salamanca/ Espanha. **International Conference on Renewable Energies and Power Quality**. Salamanca/Espanha: International Conference On Renewable Energies And Power Quality Journal, 2018. p. 1-5.

CAMARGO, SCHUBERT [et al]. Atlas eólico e solar: Ceará. Curitiba: Camargo Schubert; Fortaleza: ADECE, FIEC, SEBRAE, 2019.

CCEE. **ACR e ACL**. Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado? 5](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_afPp=5)>. Acesso em: 22 abr 2019.

CGEE. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. **Energia Solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão**: Série Documentos técnicos. Brasília, DF: CGEE, 2010.

CORREA, Roberto Lobato. Espaço: um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, Iná Elias de *et al* (org.). **Geografia: conceitos e temas**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Cap. 1. p. 15-47.

CRESESB. **Energia solar: princípios e aplicações**. Disponível em:

http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em 25 mai. 2022.

COEMA, Conselho Estadual do Meio Ambiente -. **Ata da 260º Reunião Ordinária do COEMA**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <deboraque08@gmail.com>. em: 23 mar. 2019.

COSTA, D. A estratégica Nacional e a Energia. In: LESSA, C (org.). **O BRASIL A LUZ DO APAGÃO**. Rio de Janeiro: Palavra e Imagem, 2001.

DANTAS, S. G. Ipea (org.). **Texto para discussão**: oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil. Brasília: Ipea, 2020. 60 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>. Acesso em: 01 fev. 2021.

DIAS, Leila Christina. Redes: emergência e organização. In: CASTRO, Iná Elias de *et al* (org.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. p. 141-164.

DOLLFUS, O. Geopolítica do Sistema Mundo. In: SANTOS, Milton et al (org.). **O novo mapa do mundo: fim de século e globalização**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. 342 p

DIENSTMANN, Gustavo. **Energia Solar**: uma comparação de tecnologias. 2009. 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

EPE. **A matriz energética e elétrica**. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-eletrica#ENERGETICA>. Acesso em 12 jan 2019.

EPE. **Leilões de Energia**. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/leiloes>. Acesso em: 4 mar. 2022.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. **Pea –2420 produção de energia**. Sao Paulo: Usp, 2022.

FARIAS, L. M.; Sellitto, M. A.. **Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras**. Revista Liberato (Novo Hamburgo), v. 12, p. 7/21788820-16, 2011.

FIEC. **Panorama das Energias Renováveis**. Acesso em: <www1.fiec.org.br>. Acesso em 23 jun 2020.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Secretaria de Infraestrutura do Ceará (org.). **Atlas Solarimétrico do Ceará 1963 - 2010**. Fortaleza: Seinfra, 2011. 114 p. Disponível em: <http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/08/Atlas-Solarim%C3%A9trico-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

G1. **O que levou a alta dos combustíveis**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/o-que-levou-a-alta-dos-combustiveis-pivo-da- greve-dos-caminhoneiros.ghtml>>. Acesso em: 28 jan 2019.

G1. **Primeira usina solar comercial do Brasil atrai negócios para o Ceará**. Disponível em: < <https://g1.globo.com/ceara/noticia/2011/12/primeira-usina-solar-comercial-do-brasil-atrai-negocios-para-o-ceara.html>>. Acesso em: 24 mai 2021.

HAESBAERT, R. PORTO-GONÇALVES, C. W. **A nova des-ordem mundial**. 2º reimp. São Paulo: UNESP, 2006.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. 2º ed. Edições Loyola: São Paulo, 2004.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. 2 ed. São Paulo: Annablume, 2005.

HARVEY, D. **Espaços de Esperança**. 4 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

HIGHSMITH, R. M; JENSEN, J. G. **Geography of commodity production**. Chigado, USA: J. B. Lippincott Company, 1958.

IANNI, OTÁVIO. **Estado e Capitalismo**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

IANNI, OTÁVIO; RESENDE, Paulo-Edgar A.; DOWBOR, Ladislau (org.). **Desafios da Globalização**. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Quixeré. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixere/panorama>>. Acesso em: 23 abr 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tauá**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/taua.html>. Acesso em: 24 maio 2020.

INSTITUTO ACENDE BRASIL (Brasil). **Leilões no Setor Elétrico Brasileiro: Análises e Recomendações**. Brasília: Instituto Acende Brasil, 2012. 52 p.

IRENA. **Renewable Energy**. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/>. Acesso em: 14 jan 2022.

KLEINBACH, M. HINRICHS, R. A. **Energia e Meio Ambiente**. 3º Ed. Tradução: Flávio Maron Vichi e Leonardo Freire de Mello. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha *et al.* Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 241-247, jan. 2016.

KON, Anita. Tecnologia e trabalho no cenário da globalização. In: DOWBOR, Ladislau *et al.* **Desafios da globalização**. Petrópolis: Vozes, 1997. p. 60-69.

LESSA, C. Do medo ao Apagão: reconstruir a nação. In: LESSA, C (org.). **O Brasil a luz do apagão**. Rio de Janeiro: Palavra e Imagem, 2001.

LAROVERE, Emilio Lèbre (comp.). **Projeto “A Carta Do Sol”**: subsídios para o planejamento da promoção da energia solar fotovoltaica no brasil. Rio de Janeiro: Ufrj, 2011.

LIMA, M. do C. de. **Comunidades pesqueiras marítimas no Ceará**: territórios, costumes e conflitos. Tese (Doutorado.) – FFLCH/USP, São Paulo, 2002.

LIMA, M. do C. de. **Pesca Artesanal, Carcinicultura e Geração de Energia Eólica na Zona Costeira do Ceará**. Revista Terra Livre (AGB), 2008.

LIMA, L. C; SILVA, A. M. F; 2004. **O local globalizado pelo Turismo**: Jeri e Canoa no final do Século XX. Fortaleza: Eduece, 2004.

LEFEBVRE, Henry. **Espaço e política**. Tradução de Margarida Maria de Andrade e Sérgio Martins. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

LORENZO, H. C. de. **O setor elétrico Brasileiro: passado e futuro**. In: Perspectivas, São Paulo. v.24 – 25. 2002. 140p – 170p.

MACHADO, C.; MIRANDA, F. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma breve revisão**. Revista virtual de química. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1, p. 126-143, 14, out. 2014. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em: 5 jun. 2021.

MARX, K. **O Capital: crítica da economia política: livro I.** Tradução de Reginaldo Sant'Anna. 30 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

MANNERS, G. **Geografia da Energia.** Rio de Janeiro, RJ: Editora Zahar, 1976.

MARQUES, Rubéria Caminha *et al.* Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. **Rev. Tecnol**, Fortaleza, v. 30, n. 2, p. 153-162, dez. 2009. Semestral.

MARQUES, A. de O. **Infraestrutura energética e desenvolvimento sustentável: situação atual e alternativas de Roraima.** 84f. Dissertação (Mestrado profissional interinstitucional em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

MARTIN, J. M. **A economia mundial da energia.** Editora UNESP: São Paulo, 1992.

MAY, P; LUSTOSA, M. C; VINA, V. **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318 p.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas *et al.* **Sol e Energia no terceiro milênio.** São Paulo: Scipione, 2000. 114 p.

MONTAÑO, C; DURIGUETTO, M. L. **Estado, Classe e Movimento Social.** 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MORAES, M. A. de; FRANCO, P. S. S. **Geografia Econômica: Brasil de Colônia a Colônia.** Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

MORAES, A. C. R. e COSTA, W. M. da. **A valorização do espaço.** São Paulo: Hucitec, 1984.

MOREIRA JÚNIOR, O; SOUZA, C.C. **Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha.** In: Revista Interações, v.21, n.2 p.379 – 387.

MONTENEGRO, Alexandre; MONTENEGRO, Alexandre; PIRES, Anelise Medeiros; PINTO, Gustavo Xavier de Andrade. **A mão de obra na cadeia produtiva do setor solar brasileiro.** Brasília: Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (Giz) GmbH, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS – MME.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas.** Estudo Técnico. Cama dos Deputados, Brasília, 2017.

NERES, Aureo Rodrigo Ribeiro. **A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: as vantagens e desvantagens.** 2019. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Engenharia Elétrica, Faculdade Pitágoras de São Luís, São Luis, 2019.

NOVA, Antonio Carlos Bôa. **Energia e Classes Sociais no Brasil**. Loyola: São Paulo, 1985.

OLIVEIRA, A; ARAÚJO, J. L (org). **Diálogos da Energia: reflexões sobre a última década, 1994 – 2004**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2005.

OLIVEIRA, I. C. de; GUERRA, F. K. O. M. V. **Geração Fotovoltaica no Ceará**. In: Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica. v.3, n.2, p. 38-49, 2021

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Acordo de Paris. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-08/Acordo-de-Paris.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ONS. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Nota à imprensa 3 – ocorrência no sin – 21/03/2018 no**. Disponível em: <http://ons.org.br/Paginas/Noticias/20180322-notaaimprensacomplementar2.aspx>. Acesso em: 28 mar. 2018.

PEET, R. Mapas do Mundo no Fim da História. In: SANTOS, Milton *et al* (org.). **O novo mapa do mundo: fim de século e globalização**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. 342 p

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz *et al* (org.). **Economia da Energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 342 p.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. 625 p.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter ; QUENTAL, P. de A. Colonialidade do poder e os desafios da integração regional na América Latina, **Polis [Online], 31 | 2012**.

PONTES, Andrezza Graziella Veríssimo *et al*. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 18, n. 11, p. 3213-3222, nov. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232013001100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/PB8Mt4Bz8H3vDC7LQSQpfww/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 22.

POWER, Global Market Outlook For Solar. **Global Market Outlook For Solar Power 2022-2026**. 2022. Disponível em: <https://www.solarpowereurope.org/>. Acesso em: 5 maio 2022.

PEREIRA, Enio; MARTINS, Fernando; GONÇALVES, André; COSTA, Rodrigo; LIMA, Francisco; RÜTHER, Ricardo; ABREU, Samuel; TIEPOLO, Gerson; PEREIRA, Sílvia; SOUZA, Jefferson (org.). **Atlas brasileiro de energia solar. Atlas Brasileiro de Energia Solar**, São José dos Campos, v. 1, n. 1, p. 1-80, 2017. Universidade Federal de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.34024/978851700089>.

RAMOS, Camila *et al* (org.). **Cadeia de valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2018.

REZENDE, Jaqueline Oliveira. **Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável**. Ponta Grossa: Atena, 2019. 165 p.

REN, renewable Energy Policy. **Annual Reporting on Renewables**. 2021. Disponível em: <https://www.ren21.net/>. Acesso em: 23 jan. 2022.

SAKAKIBARA, Gabriel Melo. **Análise dos modelos existentes e proposição de uma nova classificação de recursos energéticos**. 2014. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SANTOS, Milton. *A natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 2 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. **O Brasil: território e sociedade no início do século xxi**. Rio de Janeiro: Bestbolso, 2011.

SANTOS, Milton. **Economia Espacial: críticas e alternativas**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

SANTOS, Milton *et al*. **Por uma outra globalização**. Rio de Janeiro: Bestbolso, 2011. 143 p.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual: natureza, capital e a produção do espaço**. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SILVA, D. R. F. da. **Ventos de discórdia: território, energia eólica e conflitos socioambientais na zona costeira do Ceará**. 2014. 246 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, D. R. F. da; COSTA, P. L. O. **Parques Eólicos em Territórios Tradicionais do Estado do Ceará: Uma Negação de Direitos sob o Amparo da Lei**. II Congresso Internacional de Direito dos Povos e Comunidades Tradicionais – Salvador, BA, Brasil, 2014.

TAUÁ, Prefeitura de. **Chegada da empresa de energia solar Eneva deverá gerar mais de 300 empregos diretos e indiretos no município de Tauá**. 2022. Disponível em: <https://www.taua.ce.gov.br/informa.php?id=869>. Acesso em: 12 jun. 2022.

UOL (Brasil). **Greve dos caminhoneiros: a cronologia dos 10 dias que pararam o Brasil**. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/bbc/2018/05/30/greve-dos-caminhoneiros-a-cronologia-dos-10-dias-que-pararam-o-brasil.htm>. Acesso em: 23 jun. 2018.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, Lisboa, v. 29, n. 1-2, p. 1-15, set. 2006.

VEIGA, J. E. da (org); OLIVEIRA, A. PEREIRA, O. S. **Energia Eólica**. São Paulo: Senac, 2012.

ZILLES, Roberto. Energia Solar Fotovoltaica. In: ORTIZ, Lúcia Schild. **Fontes alternativas de energia e eficiência energética: opção para uma política energética sustentável no Brasil**. Campo Grande, Ms: Coalizão Rios Vivos', 2002. p. 179-184.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA

**ROTEIRO DE ENTREVISTA COM A EMPRESA RESPONSÁVEL PELA USINA DE
TAUÁ/CE**

INFORMAÇÕES GERAIS:

DATA:

NOME DO EMPREENDIMENTO:

PLACA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL:

ENTREVISTADO (NOME E CARGO):

- 1) A USINA DE TAUÁ É A PRIMEIRA CENTRAL DE ENERGIA SOLAR DA AMERICA LATINA. QUAL O HISTÓRICO DE INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (DADOS TÉCNICOS)?
 - 1.1) TAMANHO (EM HECTARES) DA PROPRIEDADE
 - 1.2) QUAL A POTÊNCIA DA USINA?
 - 1.3) A POTÊNCIA SEMPRE FOI A MESMA?
 - 1.4) EXISTE PLANOS DE EXPANSÃO? DE ACORDO COM ALGUNS ESTUDOS, HAVIA UM PROJETO DE EXPANSÃO PARA 160MW. PORQUE NÃO OCORREU? OU AINDA OCORRERÁ?
 - 1.5) QUANTIDADE DE CÉLULAS FOTOVOLTÁICAS
 - 1.6) QUAL TIPO DE TECNOLOGIA?
 - 1.7) FREQUENCIA DA MANUTENÇÃO?
 - 1.8) QUANTOS FUNCIONÁRIOS TRABALHAM ATUALMENTE NO LUGAR?
 - 1.9) OS FUNCIONÁRIOS ATUAIS SÃO NATURAIS DE TAUÁ?
 - 1.10) A LINHA DE TRANSMISSÃO TAMBÉM É DE RESPONSABILIDADE DA EMPRESA?

- 2) **QUAL O NOME DA EMPRESA QUE ADMINISTRA A USINA? FOI SEMPRE ELA DESDE SUA INAUGURAÇÃO?**
- 3) **QUAIS DIFICULDADES FORAM ENCONTRADAS DURANTE A INSTALAÇÃO DA USINA? HOUVE RESISTENCIA DA COMUNIDADE LOCAL?**
- 4) **QUAL AS MAIORES DIFICULDADES DURANTE A INSTALAÇÃO DAS PLACAS?**
- 5) **QUAL ANO DA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO?**
- 6) **O LICENCIAMENTO FOI FEITO DE MANEIRA ACELERADA SIMPLIFICADA?**
- 7) **A COMUNIDADE LOCAL FOI CONVIDADA A PARTICIPAR DA INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO À ÉPOCA?**
- 8) **QUAIS COMUNIDADES ESTÃO PRÓXIMAS A USINA?**
- 9) **HOUVE ALGUMA RESISTENCIA POR PARTE DOS AGRICULTORES LOCAIS?**
- 10) **O TERRENO ONDE SE ENCONTRA A USINA, ANTERIORMENTE, ERA USADO PARA ALGUM FIM ESPECÍFICO (AGRICULTURA, PECUÁRIA, CASA DE MORADORES)?**
- 11) **TRATA-SE DE UM TERRENO ARRENDADO?**
- 12) **À ÉPOCA DA INSTALAÇÃO, HOUVE AUDIENCIA PÚBLICA COM A COMUNIDADE?**
- 13) **A EMPRESA JÁ REALIZOU ALGUM PROJETO OU BENFEITORIA NAS COMUNIDADES PRÓXIMAS A USINA SOLAR?**
- 14) **HOUVE ALGUM ATRASO NA ENTREGA DA USINA?**
- 15) **COMO OCORRE O PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA?**