



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DOUTORADO INTERINSTITUCIONAL EM DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CRISTIANO VIANA CAVALCANTI CASTELLÃO TAVARES

OS DESAFIOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA POR MEIO DA
ENERGIA SOLAR NO SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO EM JUAZEIRO DO
NORTE - CE

BRASÍLIA - DF
2020

CRISTIANO VIANA CAVALCANTI CASTELLÃO TAVARES

**OS DESAFIOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA POR MEIO DA
ENERGIA SOLAR NO SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO EM JUAZEIRO DO
NORTE - CE**

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. João Nildo de Souza Vianna.

BRASÍLIA - DF

2020

Ficha catalográfica

CESSÃO DE DIREITOS

É concedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.



Cristiano Viana Cavalcanti Castellão Tavares

CRISTIANO VIANA CAVALCANTI CASTELLÃO TAVARES

**OS DESAFIOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA POR MEIO DA
ENERGIA SOLAR NO SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO EM JUAZEIRO DO
NORTE - CE**

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Sustentável.

Data de aprovação: 20/05/2020

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. João Nildo de Souza Vianna - Orientador (UnB-CDS)

Profa. Dra. Cristiane Gomes Barreto - Examinador Interno (UnB-CDS)

Profa. Dra. Ana Karine Pereira - Examinador Interno (UnB-CDS)

Prof. Dr. Ricardo Luiz Lange Ness - Examinador Externo (UFCA)

Prof. Dr. Rudi Henri Van Els - Examinador Interno (UnB-FG) - (Suplente)

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador João Nildo de Souza Vianna, pela confiança, desde o início.

À Professora Suely Chacom, primeira Reitora da Universidade Federal do Cariri (UFCA), por plantar a semente do DINTER.

Ao Professor Ricardo Ness, atual Reitor da UFCA.

Ao Professor Fabiano Toni, pela minha seleção do doutorado.

À Professora Doris Sayago, por todo o apoio e incentivo.

Ao Professor Drummond, pelas aulas e revisões do projeto de tese.

Ao Professor Jaime Romero.

Ao Professor Roberto Campos.

Aos demais professores.

Aos colegas do DINTER, pela rica experiência dos momentos compartilhados.

Ao meu pai, que faleceu um mês após minha aprovação no Doutorado.

À minha mãe,

Ao meu querido filho Henrique.

“Há ouro e abundância de pérolas, mas os lábios
instruídos são joia preciosa”.

Provérbios 20:15

RESUMO

As concentrações de carbono na atmosfera continuam aumentando em níveis preocupantes. Se nada for feito, as projeções para as próximas décadas são alarmantes. Os incentivos às fontes de energias renováveis, contemplados nos principais acordos internacionais são fundamentais para a descarbonização da economia. A hipótese é que o aproveitamento dos níveis de irradiação solar do semiárido possui potencial para suprir a demanda energética e mitigar as emissões de CO₂. Neste contexto, temos como objetivo: avaliar as potencialidades, os desafios, obstáculos e oportunidades de descarbonizar a economia do semiárido por meio da micro e minigeração solar distribuída, tendo a cidade de Juazeiro do Norte como referência. São também avaliados: a) consumo total de cada componente da matriz energética no município de Juazeiro do Norte e suas contribuições para as emissões de CO₂ (consumo de energia elétrica, combustível e gás); b) identificar a área de cobertura predial para avaliação do potencial de micro e minigeração de energia solar; c) avaliar os incentivos e o marco legal nacional e do Estado do Ceará para a energia solar distribuída; d) os obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais da micro e minigeração em Juazeiro do Norte; e) um modelo para implementação da geração de energia solar distribuída com iniciativas e recomendações é também discutido. Foi realizada inicialmente uma pesquisa exploratória com levantamento de dados secundários por meio de revisão de literatura pertinente ao referencial teórico e levantamento de documentos, dados estatísticos e uso de imagens e softwares que possam contribuir para a análise. Posteriormente foram coletados, como complementação, dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas com gestores públicos e privados, opinião de especialistas e a comunidade. Dentre os principais resultados, destacam-se: sugestões de incentivos para o setor; um potencial solar de telhados superior a 500% do consumo do município estudado, com possibilidade de geração de milhares de empregos e forte contribuição para mitigar as emissões de CO₂. Os municípios do semiárido podem contribuir significativamente para reduzir as emissões. O conjunto do trabalho é aderente às metas do Acordo de Paris e da Agenda 2030 da ONU.

Palavras-chave: Revolução Energética. Sustentável. Energia Solar. Juazeiro do Norte - CE.

ABSTRACT

Carbon concentrations in the atmosphere continue to rise at worrying levels. If nothing is done, the projections for the coming decades are alarming. The incentives for renewable energy sources contemplated in the main international agreements, are fundamental for the decarbonization of the economy. The hypothesis is the advantage of the levels of solar irradiation in the semiarid region has the potential to supply energy demand and mitigate CO₂ emissions. Within this context, we have the following purpose: to evaluate the potentialities, challenges, obstacles and opportunities to decarbonize the semiarid economy through distributed micro and mini solar energy generation, with the city of Juazeiro do Norte as reference. There are also evaluated: a) total consumption of each component of the energy matrix in the municipality of Juazeiro do Norte and its contributions to CO₂ emissions (electricity, fuel and gas consumption); b) identify the building coverage area, in order to assess the potential of micro and mini energy solar energy generation; c) evaluate the incentives and the national and the State of Ceará's legal framework for distributed solar energy; d) cultural, technological, sectoral, financial and legal obstacles of micro and mini generation in Juazeiro do Norte; e) a model for implementing distributed solar power generation with initiatives and recommendations, is also discussed. An exploratory research was conducted with secondary data collection through relevant literature review of theoretical references and document survey, statistical data, and the usage of images and software that improved the analysis study. Further, primary data was collected, as complement, through semi-structured interviews with public and private managers, experts and the community opinions. Among the main results, stand out: sector incentives' suggestions; and, a solar roof potential greater than 500% of the consumption of the studied municipality, with the possibility of generating thousands of jobs and a strong contribution to mitigate CO₂ emissions. Semiarid municipalities can contribute significantly towards reducing emissions. This complete study is in line with the goals of the Paris Agreement and the UN 2030 Agenda.

Keywords: Energy Revolution. Sustainable. Solar Energy. Juazeiro do Norte - CE.

RÉSUMÉ

Les concentrations de carbone dans l'atmosphère continuent d'augmenter à des niveaux inquiétants. Si rien n'est fait, les projections pour les prochaines décennies sont alarmantes. Les incitations aux énergies renouvelables, envisagées dans les principaux accords internationaux, sont fondamentales pour la décarbonisation de l'économie. L'hypothèse est que tirer parti des niveaux d'irradiation solaire dans la région semi-aride a le potentiel de répondre à la demande d'énergie et d'atténuer les émissions de CO₂. Le principal objectif de l'étude est celui d'évaluer le potentiel, les défis, les obstacles et les opportunités pour décarboniser l'économie semi-aride au moyen de la micro et mini génération solaire distribuée, en prenant la ville de Juazeiro do Norte comme référence. L'étude évalue également : a) La consommation totale de chaque composant de la matrice énergétique dans la municipalité de Juazeiro do Norte ainsi que sa contribution dans les émissions de CO₂ (consommation d'électricité, de carburant et de gaz); b) L'identification de la zone de couverture du bâtiment pour évaluer le potentiel de micro et mini génération solaire; c) Les incitations et le cadre juridique national et l'état du Ceará pour l'énergie solaire distribuée; d) Les obstacles culturels, technologiques, sectoriels, financiers et juridiques de la micro et mini génération à Juazeiro do Norte; e) un modèle pour la mise en œuvre de la production d'énergie solaire distribuée avec des initiatives et des recommandations. Initialement, une recherche exploratoire avec une enquête de données secondaires a été réalisée à travers une revue de la littérature pertinente pour le cadre théorique et une enquête sur des documents, des données statistiques, une utilisation d'images et de logiciels qui puissent contribuer à l'analyse. Par la suite, des données primaires ont été recueillies pour servir de complément d'entrevues semi-structurées avec des gestionnaires publics et privés, des experts et la communauté. Parmi les principaux résultats, il y a eu des suggestions d'incitations pour le secteur, un potentiel de toiture solaire supérieur à 500 % de la consommation de la commune étudiée, une possibilité de générer des milliers d'emplois et une forte contribution pour atténuer les émissions de CO₂. Les municipalités semi-arides peuvent contribuer de manière significative à la réduction des émissions de CO₂. Le travail dans son ensemble est conforme aux objectifs de l'accord de Paris ainsi que ceux du programme de développement durable des Nations unies 2030.

Mots-clé: Révolution énergétique. Durable. Énergie solaire. Juazeiro do Norte - CE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Gráfico de cenários de concentração de CO ₂	25
Figura 2 -	Geração elétrica brasileira - evolução das emissões de CO ₂	26
Figura 3-	A matriz elétrica brasileira.....	28
Figura 4 -	Mapa de recursos geotermiais.....	30
Figura 5 -	Potencial eólico da região Nordeste.....	31
Figura 6 -	Mercado fotovoltaico mundial.....	42
Figura 7 -	Geração de energia elétrica por todas as fontes no Ceará em 2017.....	58
Figura 8 -	Mapa da produção energética elétrica brasileira.....	59
Figura 9 -	Distribuição da infraestrutura energética elétrica brasileira.....	60
Figura 10 -	Placas solares no Centro Universitário Leão Sampaio (Unileão) em Juazeiro do Norte.....	91
Figura 11 -	Potência instalada de geração solar fotovoltaica por UF.....	92
Figura 12 -	Diagrama de identificação dos eixos.....	123
Figura 13 -	Fluxograma das iniciativas e ações municipais.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Descrição dos grupos de telhados de Juazeiro do Norte.....	70
Quadro 2 -	Síntese dos benefícios da micro e minigeração distribuída solar.....	81
Quadro 3-	Categoria 1: Vantagens da micro e minigeração de energia solar.....	98
Quadro 4 -	Categoria 2: Identificação das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia solar.....	100
Quadro 5 -	Categoria 3: Sugestões de novas políticas públicas ou incentivos.....	102
Quadro 6 -	Categoria 4: Percepções sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais.....	105
Quadro 7 -	Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros.....	105
Quadro 8 -	Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros.....	106
Quadro 9 -	Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros.....	107
Quadro 10 -	Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros.....	107
Quadro 11 -	Categoria 5: Sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso a microgeração.....	108
Quadro 12 -	Categoria 1: Conhecimento da micro e minigeração de energia solar....	112
Quadro 13 -	Categoria 2: Percepção no que diz respeito aos investimentos de implantação e grau de interesse.....	114
Quadro 14 -	Categoria 3: Percepções sobre incentivos governamentais para geração distribuída solar.....	116
Quadro 15 -	Categoria 4: Percepção da relação da produção de energia e poluição....	117
Quadro 16 -	Categoria 5: Gastos e consumo mensal na conta de energia.....	118
Quadro 17 -	Atividades e iniciativas do Eixo 1 marco estadual.....	124
Quadro 18 -	Atividades e iniciativas do Eixo 1 marco federal e incentivos.....	124
Quadro 19 -	Atividades e iniciativas do Eixo 2.....	126
Quadro 20 -	Atividades e iniciativas do Eixo 3.....	127
Quadro 21 -	Atividades e iniciativas do Eixo 4.....	128
Quadro 22 -	Atividades e iniciativas do Eixo 5.....	129

Quadro 23 -	Bancos que oferecem financiamentos para área ambiental e energética.	132
Quadro 24 -	Fundos internacionais para área ambiental e energética.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Preço médio por fonte no ano de 2019.....	44
Tabela 2 -	Consumo de combustível e GLP em Juazeiro do Norte 2017.....	55
Tabela 3 -	Emissão de CO ₂ por queima de combustível no Brasil.....	55
Tabela 4 -	Total de emissões de CO ₂ de gasolina, diesel e GLP em Juazeiro do Norte 2017.....	56
Tabela 5 -	Consumo de energia elétrica (MWh) em Juazeiro do Norte no período 2013-2016.....	57
Tabela 6 -	Projeção de consumo de energia elétrica em Juazeiro do Norte em 2017.....	57
Tabela 7 -	Consumo de energia elétrica (MWh) no Estado do Ceará em 2017.....	57
Tabela 8 -	Fatores de emissão para usinas termoeletricas por diferentes fontes.....	61
Tabela 9 -	Participação das fontes de geração das térmicas no total gerado de energia elétrica pelas térmicas em 2017 no Ceará.....	61
Tabela 10 -	Total de emissões de CO ₂ por fonte de geração termoeletrica no Ceará em 2017.....	62
Tabela 11 -	Estimativa da participação das fontes de geração das térmicas para Juazeiro do Norte em 2017.....	63
Tabela 12 -	Total de emissões de CO ₂ em toneladas por fonte de geração termoeletrica estimas para Juazeiro do Norte em 2017.....	64
Tabela 13 -	Total de emissões de CO ₂ de combustíveis e energia elétrica em Juazeiro do Norte em 2017.....	65
Tabela 14 -	Sistemas geradores de imagens do CBERS 4 e resoluções.....	69
Tabela 15 -	Áreas dos telhados do município de Juazeiro do Norte.....	70
Tabela 16 -	Áreas dos telhados do bairro João Cabral.....	71
Tabela 17 -	Localidade e áreas respectivas dos telhados.....	71
Tabela 18 -	Dados do módulo fotovoltaico utilizado na simulação.....	74
Tabela 19 -	Resultado das simulações do bairro João Cabral.....	75
Tabela 20 -	Resultados das simulações da cidade de Juazeiro do Norte.....	75
Tabela 21 -	Emissões evitadas de CO ₂ em Juazeiro do Norte.....	78
Tabela 22 -	Potencial fotovoltaico residencial e consumo por unidade da federação	90

Tabela 23 -	Ranking dos estados do Nordeste em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período do 11/06/2007 até 05/02/2019)	92
Tabela 24 -	Ranking das regiões brasileiras em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período do 11/06/2007 até 05/02/2019)	93
Tabela 25 -	Ranking dos municípios do Ceará em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período do 11/06/2007 até 05/02/2019)	93
Tabela 26 -	Ranking dos municípios do Ceará em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período do 11/06/2007 até 05/02/2019)	94
Tabela 27 -	Ranking dos municípios do Ceará em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período do 11/06/2007 até 05/02/2019)	94
Tabelas 28 -	Perfil do município de Juazeiro do Norte por renda.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ADB	<i>Asian Development Bank</i>
AfDB	<i>African Development Bank</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
BMWi	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie</i>
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BR	Brasil
CBERS	<i>China-Brazil Earth-Resources Satellite</i>
CC	Corrente Contínua
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDL	Câmara de Dirigentes Logistas
CE	Ceará
CEDE	Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico
CI	Comissão de Infraestrutura
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CO₂	Dióxido de Carbono
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CONFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COP21	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2015
CRESESB	Centro de Referência Para as Energias Solar e Eólica Sérgio S. Brito
DETRAN/CE	Departamento Estadual de Trânsito do Estado do Ceará
DF	Distrito Federal
EBRD	<i>European Bank for Reconstruction and Development</i>
EEG	<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz</i>
EIA	Estudo de Impacto Ambiental

EIB	<i>European Investment Bank</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETE	<i>Estimative Talk Estimative</i>
EUA	Estados Unidos da América
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
FE	Fator de Emissão
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FIEE	Fundo de Incentivo à Eficiência Energética
FIES	Fundo de Incentivo à Energia Solar
FIT	<i>Feed-In Tariffs</i>
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GCF	<i>Green Climate Fund</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GOV	Governo
GW	Gigawatt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IDBG	<i>Inter-American Development Bank Group</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INOVAGRO	Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados

IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
IRPF	Imposto de Renda de Pessoa Física
ISS	Imposto sobre Serviços
KfW	<i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i>
KW	Quilowatt
LC	Lei Complementar
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença de Prévia
MCTI	Ministério da Ciência tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	<i>Megawatt</i>
NDB	<i>National Development Bank</i>
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
NOAA	<i>Nacional Oceanic & Atmospheric Administration</i>
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAN	<i>Panchromatic Camera Multispectral</i>
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIB	Produto Interno Bruto
PIER	Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis
PIS	Programa de Integração Social
PL	Projeto de Lei
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PPM	Partes por Milhão
ProGD	Programa de Geração Distribuída
Proinfra	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas

PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PV	Painéis Fotovoltaicos
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
REALP	Rede de Estudos Ambientais em Países de Língua Portuguesa
REN	Resolução Normativa
REN21	<i>Renewable Energy Policy Network For The 21st Century</i>
RGB	<i>Red Green Blue</i>
RGR	Reserva Global de Reversão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SCP	<i>Semi-Automatic Classification Plugin</i>
SDE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
SEforALL	<i>Sustainable Energy for All</i>
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura
SIN	Sistema Interligado Nacional
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TIR	<i>ThermalInfraRed</i>
TJ	<i>Tera Jaule</i>
TUSD	Tarifa de Uso de Rede de Distribuição
UDESC	Universidade Estadual de Santa Catarina
UE	União Europeia
UF	Unidade da Federação
UTE	Usina Termoelétrica
WBG	<i>World Bank Group</i>
WEF	<i>World Economic Forum</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	24
2	METODOLOGIA.....	34
2.1	QUESTÕES NORTEADORAS E HIPÓTESES.....	34
2.2	OBJETIVO GERAL.....	35
2.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
2.4	BENEFÍCIOS-RELEVÂNCIA.....	35
2.5	SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
2.6	PESQUISA DE CAMPO.....	36
2.6.1	Amostra e entrevista semiestruturada.....	37
2.6.2	Construção do roteiro de entrevista.....	38
2.6.3	Aspectos éticos.....	39
2.7	CONDIÇÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS.....	40
2.7.1	O recorte temporal.....	40
2.7.2	O recorte geográfico.....	40
3	PRINCÍPIOS TEÓRICO-CONCEITUAIS.....	41
3.1	REVOLUÇÃO ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL.....	41
3.2	A TECNOLOGIA E O USO DA ENERGIA SOLAR.....	43
3.3	ACORDOS INTERNACIONAIS.....	44
3.4	POLÍTICAS PÚBLICAS.....	46
3.4.1	Incentivos internacionais para energia solar em países para grande potência acumulada.....	47
3.4.2	Necessidade de incentivos da energia solar no Brasil.....	50
3.5	CONCLUSÃO.....	52
4	CONSUMO TOTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA AS EMISSÕES DE CO₂.....	54
4.1	METODOLOGIA PARA CÁLCULOS DE EMISSÕES DE CO ₂	54
4.2	CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS EM JUAZEIRO DO NORTE.....	54
4.3	EMISSÕES DE CO ₂ POR COMBUSTÍVEIS EM JUAZEIRO DO NORTE...	55
4.3.1	Resultado de emissões de CO₂ devido ao consumo total de combustíveis em Juazeiro do Norte.....	55

4.4	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM JUAZEIRO DO NORTE.....	56
4.5	PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CEARÁ.....	58
4.6	PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA E EÓLICA NO CEARÁ.....	59
4.7	EMISSIONES DE CO ₂ DAS TÉRMICAS NO CEARÁ.....	60
4.7.1	Resultado de emissões de CO₂ por fonte de geração termoelétrica do Ceará.....	61
4.8	EMISSIONES DE CO ₂ DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA EM JUAZEIRO DO NORTE.....	63
4.8.1	Estimativa de emissões de CO₂ por fonte de geração termoelétrica para Juazeiro do Norte.....	63
4.9	EMISSIONES DE CO ₂ DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA EM JUAZEIRO DO NORTE.....	65
4.10	CONCLUSÃO.....	65
5	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA PREDIAL DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MICRO E MINIGERAÇÃO SOLAR.....	67
5.1	METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DOS MAPAS E LEVANTAMENTO DA ÁREA DOS TELHADOS DE JUAZEIRO DO NORTE.....	67
5.2	APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM ÁREA URBANAS.....	68
5.3	CONSTRUÇÃO DOS MAPAS E RESULTADO DA ÁREA DOS TELHADOS EM JUAZEIRO DO NORTE.....	69
5.4	POTENCIAL DE MICRO E MINIGERAÇÃO SOLAR DAS ÁREAS DE TELHADOS EM JUAZEIRO DO NORTE.....	71
5.4.1	Dados iniciais de estudo.....	71
5.4.2	Procedimentos de simulação.....	72
5.4.3	Simulação da produção anual de energia elétrica solar.....	75
5.5	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS COM A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM JUAZEIRO DO NORTE: DIMENSÃO SOCIAL.....	77
5.6	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS COM A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM JUAZEIRO DO NORTE: DIMENSÃO AMBIENTAL.....	77

5.7	PRODUTORES DE ENERGIA: DIMENSÃO ECONÔMICA.....	79
5.8	CONCLUSÃO.....	79
6	MARCO LEGAL NACIONAL E DO ESTADO DO CEARÁ NA ADOÇÃO DA ENERGIA SOLAR DISTRIBUÍDA.....	81
6.1	MARCO LEGAL NACIONAL: GERAÇÃO SOLAR DISTRIBUÍDA.....	81
6.1.1	Resolução Normativa nº 482/2012.....	82
6.1.2	Resolução Normativa nº 687/2015.....	83
6.1.3	Fundos de financiamento.....	85
6.2	MARCO LEGAL DO ESTADO DO CEARÁ PARA ADOÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL.....	86
6.2.1	Fundo de Incentivo à Energia Solar (FIES).....	86
6.2.2	Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE).....	86
6.2.3	Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI).....	87
6.2.4	Resolução do Conselho Estadual no Meio Ambiente nº 6/2018.....	88
6.3	PROJETOS DE LEI SOBRE FONTES ALTERNATIVAS EM TRAMITAÇÃO NO CONGRESSO NACIONAL BRASILEIRO.....	88
6.4	GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR DISTRIBUÍDA NO CEARÁ.....	89
6.5	CONCLUSÃO.....	94
7	PERCEPÇÃO DOS ATORES SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR E AVALIAÇÃO DOS OBSTÁCULOS CULTURAIS, TECNOLÓGICOS, SETORIAS, FINANCEIROS E LEGAIS.....	96
7.1	GESTORES PÚBLICOS E PRIVADOS E ESPECIALISTAS.....	97
7.1.1	Análise dos dados da Categoria 1.....	98
7.1.2	Análise dos dados da Categoria 2.....	100
7.1.3	Análise dos dados da Categoria 3.....	102
7.1.4	Análise dos dados da Categoria 4.....	105
7.1.5	Análise dos dados da Categoria 5.....	108
7.2	CONSUMIDORES RESIDENCIAIS.....	111
7.2.1	Análise dos dados da Categoria 1.....	112
7.2.2	Análise dos dados da Categoria 2.....	114
7.2.3	Análise dos dados da Categoria 3.....	116
7.2.4	Análise dos dados da Categoria 4.....	117
7.2.5	Análise dos dados da Categoria 5.....	118

7.3	CONCLUSÃO.....	119
8	MODELO PARA O DESENVOLVIMENTO DA GERAÇÃO SOLAR DISTRIBUIDA.....	122
8.1	CONCEPÇÃO DO MODELO.....	122
8.1.1	Eixo 1 - Marco legal estadual e federal.....	123
8.1.2	Eixo 2 - Transformar obstáculos em oportunidades.....	125
8.1.3	Eixo 3 - Matriz energética do município e emissões de CO₂	127
8.1.4	Eixo 4 - Cobertura predial do município e seu potencial solar.....	128
8.1.5	Eixo 5 - Outras ações do município.....	128
8.1.6	Alguns bancos e fundos internacionais.....	132
8.2	CONCLUSÃO.....	133
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
9.1	ATENDIMENTO AO OBJETIVO GERAL DA PESQUISA.....	135
9.2	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	137
9.3	DIFICULDADES ECONTRADAS.....	140
9.4	RECOMENDAÇÕES.....	140
	REFERÊNCIAS.....	142
	APÊNDICE A - Roteiro de perguntas dos gestores.....	156
	APÊNDICE B - Transcrição das entrevistas com os gestores.....	157
	APÊNDICE C - Roteiro de perguntas dos clientes residenciais.....	168
	APÊNDICE D - Transcrição das entrevistas dos clientes residenciais.....	169
	APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	176
	APÊNDICE F - Projetos de Lei.....	178
	ANEXO A - Resposta do DETRAN - CE sob pedido de informação da frota de veículos de Juazeiro do Norte por tipo e ano.....	180
	ANEXO B - Fatores de emissão de CO₂ por queima de combustíveis.....	181
	ANEXO C - Consumo de energia elétrica e número de consumidores no Ceará segundo o anuário estatístico de energia elétrica (2018, ano base 2017) do Ministério de Minas e Energia.....	182
	ANEXO D - Resposta de serviço de informações ao cidadão.....	183
	ANEXO E - Mapa das maiores usinas de geração térmica de energia elétrica do IBGE, ano 2018.....	184

ANEXO F - Mapa das maiores usinas de geração hidráulica de energia elétrica do IBGE, ano 2018.....	185
ANEXO G - Mapa de geração eólica e fotovoltaica de energia elétrica do IBGE, ano 2018.....	186
ANEXO H - Mapa da geração térmica de energia elétrica do IBGE, ano 2018.....	187
ANEXO I - Resumos de projetos do relatório EBRD.....	188
ANEXO J - Lei Complementar n° 170, de 28/12/16.....	189
ANEXO K - Resposta da Secretária de Infraestrutura do Estado do Ceará sobre pedido de informação a respeito do marco regulatório que trata de energia.....	192

1 INTRODUÇÃO

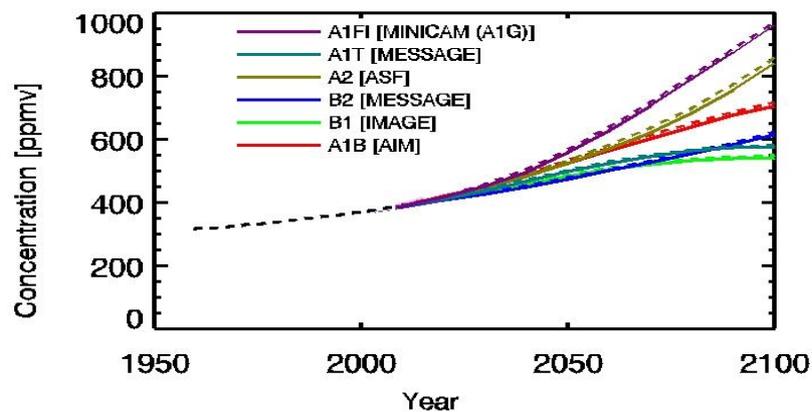
A questão ambiental ocupa posição de destaque como tema de acordos ambientais internacionais de organizações públicas e privadas, de organizações do terceiro setor e da academia e, como objeto de estudo em artigos, dissertações e teses. A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015) com seus 17 (dezessete) objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, bem como o Acordo de Paris apontam os caminhos para solução destas questões ambientais e outras questões de alcance planetário.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014, sigla inglês), alguns impactos resultantes das mudanças climáticas já são inevitáveis e alguns já estão sendo sentidos como, por exemplo, o aumento de temperatura, degelo, aumento do nível do mar, seca e outros eventos extremos. Em muitas regiões as mudanças de precipitação estão alterando os sistemas hidrológicos, afetando os recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade.

A previsão até a metade do século XXI é de aumento do déficit hídrico e expansão das áreas secas em todo mundo, inclusive no semiárido nordestino brasileiro. Rifkin (2012) afirma que o impacto mais importante da temperatura global é no ciclo das águas com consequências de mais inundações e períodos mais longos de seca. Para Nobre *et al.* (2019) a mudança climática terá como perspectiva a redução anual dos índices pluviométricos. Assim, Hawken, Lovins e Lovins (2007, p. 199) afirmam que “[...] a alteração do clima global tende a intensificar a seca”.

O fenômeno da seca, com escassez hídrica e aumento de temperatura, pode estar relacionado ao aquecimento global e aos níveis de emissão de CO₂ ao longo das últimas décadas. Rifkin (2012) alerta que os níveis de CO₂ precisam ser reduzidos para pelo menos 350 partes por milhão (ppm). No plano global, as concentrações de carbono na atmosfera continuam aumentando em níveis preocupantes. Se nada for feito, as projeções para as próximas décadas são alarmantes. De acordo com Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA, sigla em inglês), em maio de 2019, o planeta atingiu a média global da concentração de CO₂ de 411,35 ppm (NOAA, 2019), enquanto que em maio de 2018, a concentração de CO₂ na atmosfera era de 408,72 ppm (NOAA, 2018). A figura 1 apresenta os cenários de concentração de CO₂ até o ano de 2100.

Figura 1 - Gráfico de cenários de concentração de CO₂



Fonte: IPCC (2018).

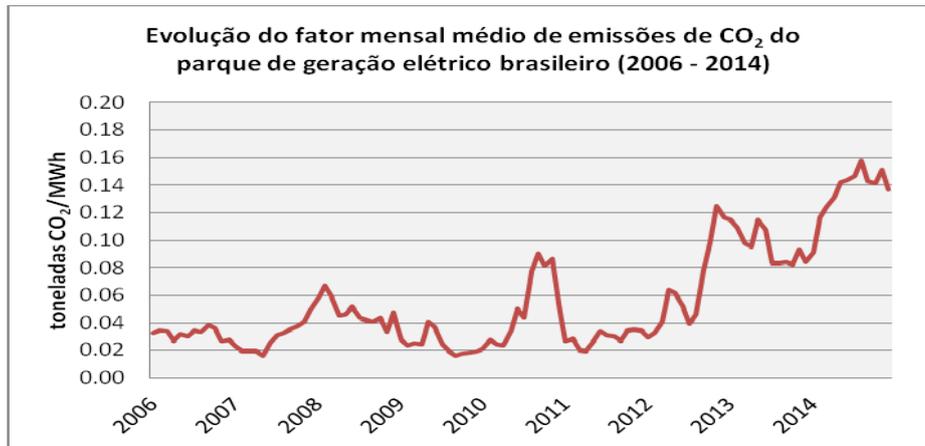
No Brasil, as alterações dos sistemas hidrológicos afetam o sistema energético. Prolongadas secas e o baixo nível dos reservatórios têm como consequência o acionamento das usinas termoelétricas a combustíveis fósseis, emissoras de gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, contribuindo para o aumento da poluição e também aos custos de energia. Dessa forma, a poluição gerada pelo uso de combustíveis fósseis é um fator que contribui para o aquecimento global e deterioração da saúde pública.

Sobre a estiagem, é importante frisar que a região do semiárido nordestino sofreu com a seca nos últimos anos, que foi considerada a mais grave das últimas décadas com impacto em muitos distritos das regiões semiáridas, afetando aproximadamente 9 milhões de pessoas (MARENGO; CUNHA; ALVES, 2016). Em relação a caracterização do semiárido nordestino, a região apresenta índice pluviométrico anual inferior a 800 milímetros de média anual.

Segundo a Lei nº 7.827 de 27 de setembro de 1989, no seu Art. 5º, “[...] semiárido, a região inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - Sudene, com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm (oitocentos milímetros) [...]” (BRASIL, 1989, *online*). Estes efeitos climáticos no semiárido nordestino e consequentemente no Estado do Ceará nos últimos anos, além de ter criado prejuízos para a agricultura e pecuária, tiveram como consequências um alto custo ambiental, causadas pelo acionamento das termoelétricas movidas a combustíveis fósseis.

A figura 2 apresenta a evolução do fator médio mensal de emissões de CO₂ por cada MWh gerado pelo setor elétrico brasileiro. As emissões se intensificam a partir de 2012, com o período de seca e consequentemente com o acionamento das térmicas.

Figura 2 - Geração elétrica brasileira - evolução das emissões de CO₂



Fonte: Cursino (2015) adaptado do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2015).

Assim, para enfrentar estes problemas ambientais e sanitários é necessário identificar as vulnerabilidades e criar políticas de mitigação e adaptação para conviver com as consequências do aquecimento global. A adaptação é a preparação para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas e deve estar em esforço conjunto com a mitigação, que é o combate e redução das causas do fenômeno (GIDDENS, 2011). A mitigação da mudança climática, seguramente tem relação predominante ao nosso sistema de geração e uso de energia (WIGINTON; NGUYEN; PEARCE., 2010).

Segundo Bursztyn e Rodrigues Filho (2016) a mitigação das mudanças climáticas demanda uma transição rápida para uma sociedade de baixo carbono, onde ocorra o desacoplamento entre crescimento econômico e crescimento das emissões. E, assim, revertendo a tendência de uso intensivo de combustíveis fósseis que se cristalizou desde a Primeira e Segunda Revoluções Industriais, respectivamente com a utilização do carvão e derivados do petróleo.

Rifkin (2012) afirma que a Terceira Revolução Industrial (que se iniciou nos anos 2000) está baseada na geração de energias a partir de fontes renováveis, que serão responsáveis para uma transição energética de baixo carbono. Sobre o uso das fontes de energias renováveis, como forma de reduzir as emissões dos gases poluidores, Renny *et al.* (2018) afirma que o aumento da conscientização sobre as emissões de gases de efeito estufa nas tendências climáticas de longo prazo colocou em evidência o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável, para mitigar esses processos.

Georgescu-Roegen (2012), no início da década de 70, já alertava para a necessidade da descarbonização do sistema energético e afirmava que deveríamos abandonar as soluções da

energia de estoque (não renovável como o petróleo e o carvão) para as soluções da energia de fluxo (renovável como a energia solar), de fácil acesso. A descarbonização do sistema energético passa pela transição da matriz energética, que utiliza combustíveis fósseis poluidores para uma matriz energética renovável e não poluidora.

Para Giddens (2011) o gás natural, o petróleo e o carvão são fontes de energia que ainda predominam no mundo. Reduzir a dependência destes combustíveis, mitigando os efeitos das mudanças climáticas é algo imperativo. As tecnologias para a transição energética são principalmente a eólica, solar, hidrelétrica, das ondas e marés. Todavia, os acordos internacionais destacam a importância de ampliar as fontes renováveis além das hídricas.

Especialmente na Europa muitos países avançaram na transição energética, na qual as fontes de energia renováveis se tornaram preponderantes nos esforços para a descarbonização da economia. A expansão da energia renovável é um dos pilares centrais da transição energética da Alemanha, que já fornece eletricidade de forma mais amigável ao clima, tornando-se menos dependente dos combustíveis fósseis e da nuclear, sobretudo com utilização da energia solar. Segundo Tiepolo *et al.* (2014) a incidência solar média na Alemanha é de 2,57 kWh/m²dia, com picos ao redor de 3,00 kWh/m²dia. Nobre *et al.* (2019) afirmam que no Brasil a incidência solar, entre 5 e 7 kWh/m²dia, é cerca de duas vezes maior que na Alemanha.

O crescente significado das fontes de energia renováveis no setor de energia na Alemanha é em grande parte devido à Lei das Fontes de Energia Renovável, *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, 2014)*. Se países europeus estão adotando uma política de estado para as energias renováveis, por que o Brasil com sua região do semiárido nordestino não usa suas potencialidades energéticas baseada nos altos índices de insolação e também o aproveitamento de outras fontes de energia alternativas, além da hídrica?

Os incentivos às fontes de energias renováveis estão contemplados nos principais acordos internacionais, que destacam a importância de descarbonizar a economia. O Brasil também se comprometeu em avançar nas tecnologias de fontes renováveis, além da fonte renovável hídrica (que apesar de ter algum impacto ambiental no seu ciclo de vida é considerada uma fonte renovável).

Assim, na Agenda 2030 (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015), por exemplo, os objetivos 7 e 11 tratam da energia limpa como componentes de cidades e comunidades sustentáveis. No Acordo de Paris (BRASIL, 2017) um dos objetivos estabelecidos foi reduzir as emissões de CO₂ em 37% até 2025. Outro ponto importante é a síntese dos compromissos do Brasil no Acordo na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP21), (BRASIL, 2017); redução de 43% de gases do efeito estufa até 2030. Outro compromisso

assumido foi o de ampliar a participação de fontes de energia renováveis na matriz energética. Enquanto a Agenda de Ação Global das Nações Unidas (SEforALL, 2014) trata de incentivos governamentais para mini e microgeração de energia limpa.

Na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, sigla em inglês) para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima a meta é expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de energia solar (BRASIL, 2015). Visto que, a participação das fontes renováveis além da hídrica (biomassa, eólica e solar) atualmente está em 18,5%. Esta tese inclusive pretende contribuir para a concretização destes compromissos, apontando caminhos para a maior participação de energia solar na matriz energética que atualmente é de apenas 1,2 % de toda energia elétrica gerada.

A figura 3 apresenta a participação de cada fonte de energia elétrica inserida na matriz total elétrica brasileira. A fonte hídrica representa 60,8%, eólica 8,7%, biomassa 8,6% e a fotovoltaica que representa atualmente 1,2% de participação na matriz. Enquanto isso, outras fontes como carvão mineral, petróleo, gás natural e nuclear representam 15,9% do total com fortes efeitos negativos sobre a saúde, o clima e a economia. Apesar de ter uma matriz elétrica com grande participação de fontes renováveis hídricas, ainda existe oportunidade para outras fontes alternativas e o Brasil assume o compromisso e o desafio nos acordos de expandir estas fontes renováveis além das hídricas.

Figura 3 - A matriz elétrica brasileira



Fonte: ABSOLAR (2019); ANEEL (2019)¹.

¹ Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (SOLAR); Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para Brozynski e Leibowicz (2018) além dos países, as próprias cidades devem participar deste processo de descarbonização da economia e estímulo às energias renováveis, assumindo um papel proeminente nos esforços de mitigação das mudanças climáticas. O surgimento de cidades como agentes de mitigação é uma tendência encorajadora, principalmente diante da perspectiva da expansão da fabricação e uso dos carros elétricos.

Diante disso o município de Juazeiro do Norte, localizado no sul do Ceará, poderá contribuir nos esforços de mitigação das mudanças em sua região utilizando a fonte de energia renovável mais adequada às suas características. Colaborando para o desacoplamento entre crescimento econômico e crescimento das emissões como proposto por Bursztyn e Rodrigues Filho (2016), especificamente para a descarbonização da economia como visualizou Georgescu-Roegen (2012) nos anos 70. Assim, os efeitos da estiagem descritas por Marengo Cunha e Alves (2016) sejam evitados e, sobretudo, que os piores cenários previstos pela SEforALL (2012) não se realizem.

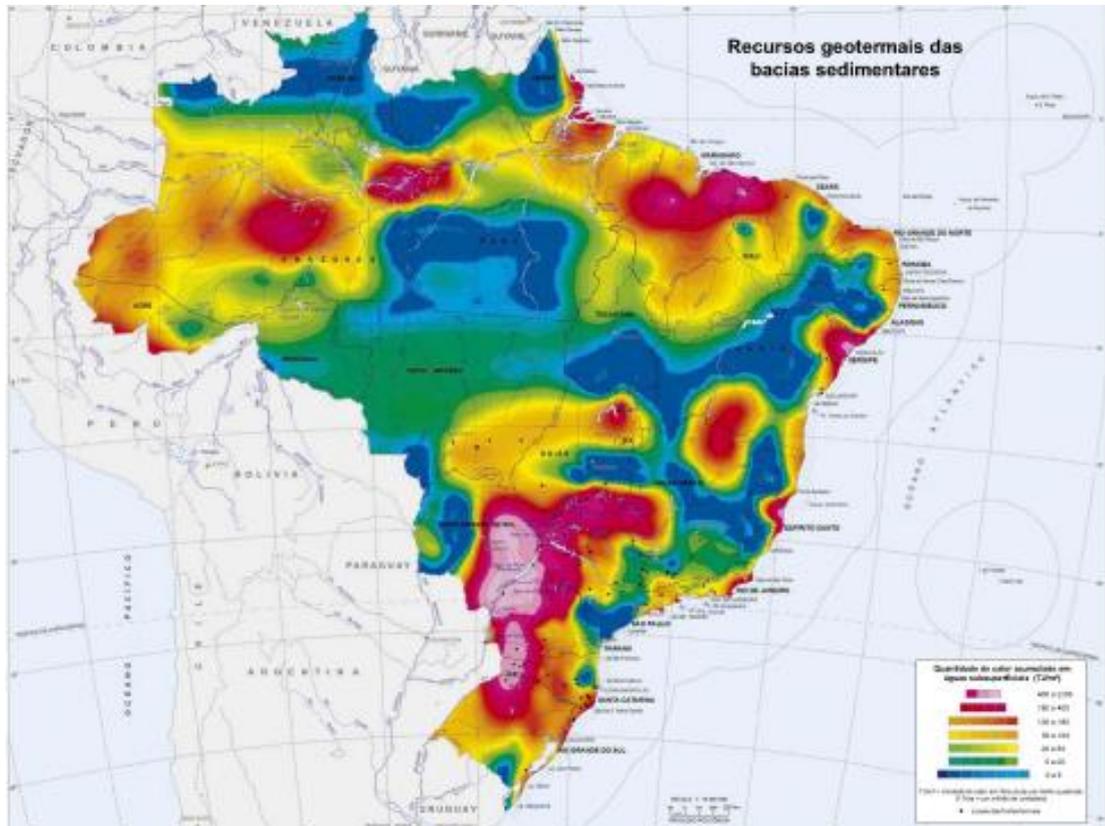
Todavia, qual fonte de energia renovável (solar, eólica, biomassa, geotermal e hidráulica) é mais adequada para mitigar a emissão de gases poluidores no semiárido e, particularmente, no Município de Juazeiro do Norte que servirá de referência para este estudo? Em relação a fonte hidráulica, no semiárido ela está esgotada e o município em análise não apresenta reserva hídrica para a viabilidade dessa alternativa de energia renovável, pois sua média pluviométrica anual é inferior a 980 milímetros, considerada baixa Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2019).

Tampouco, pelo fato de ter alta taxa de urbanização municipal, cerca de 96,07%, baixa extensão territorial, com cerca de 248,83 Km², Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) e indisponibilidade de grandes áreas livres, comparado com outros municípios, não é indicado para a alternativa de biomassa. Esta fonte renovável necessita de significativa área rural para gerar quantidade de substrato que justifique o investimento. Para Walker (2009) a geração em larga escala da energia elétrica e dos biocombustíveis está associada à biomassa agrícola. O pré-requisito para a sua geração é a presença de uma agroindústria vigorosa e com amplas plantações, sejam elas de milho, arroz, soja ou cana-de-açúcar. E, isto não ocorre em Juazeiro do Norte.

Sobre energia geotermal, conforme a figura 4, o sul do Ceará não apresenta às maiores quantidades de calor acumulado em águas subsuperficiais, sendo representado no mapa pelas cores verde e amarela. A cor avermelhada no mapa apresenta os maiores índices de incidência TJ/m² (*Tera Jaule*). Ainda sobre energia geotérmica, Arboit *et al.* (2013) afirmam que no Brasil

estudos apontam, predominantemente, a existência de baixas temperaturas em subsuperfície e, portanto, o aproveitamento se restringe para usos diretos. O que atualmente se dá principalmente para fins de lazer e recreação, por meio de balneários e turismo termal.

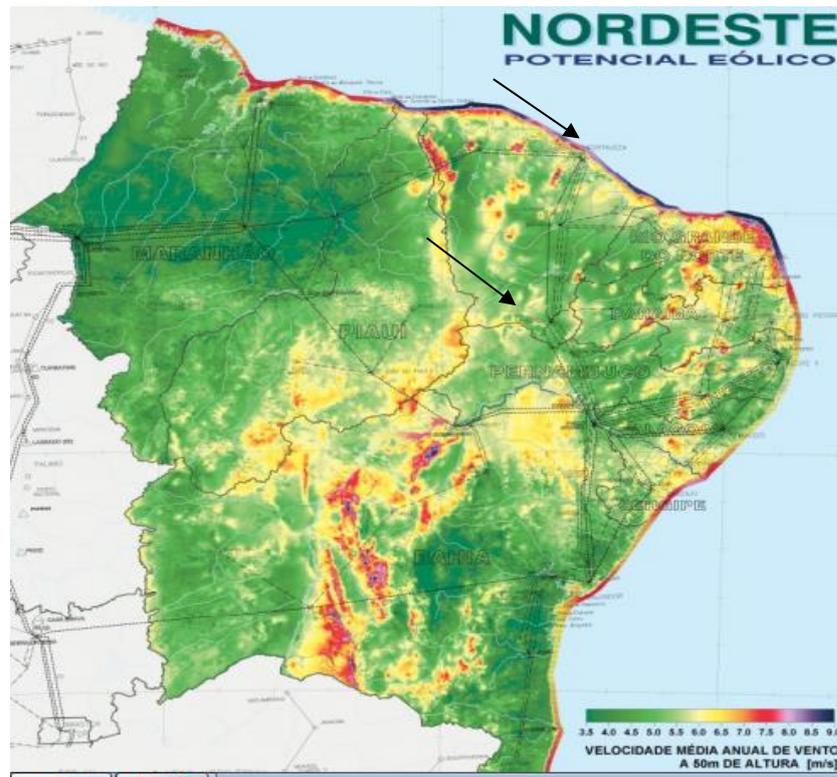
Figura 4 - Mapa de recursos geotermiais



Fonte: IBGE (2010).

Em relação à energia eólica, a figura 5 demonstra que as áreas de maior potencial eólico do Nordeste estão localizadas na costa litorânea, sobretudo na costa norte do Nordeste com ventos que variam entre a velocidade de 6 a 9 metros por segundo, abrangendo o litoral do Ceará. Já o sul do Ceará, onde está localizado o município de Juazeiro do Norte, não apresenta os maiores potenciais de energia eólica com médias abaixo de 5m/s. Nesta área, o vento médio anual diminui conforme se desloca da costa para o interior em função do aumento de atrito e rugosidade de superfície e ao enfraquecimento da contribuição das brisas marinhas (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001).

Figura 5 - Potencial eólico da região Nordeste



Fonte: Amarante, Zack e Sá (2001).

No que diz respeito ao uso de energia solar como fonte de energia renovável em Juazeiro do Norte, com o objetivo de contribuir nos esforços de mitigação das mudanças climáticas e para uma transição energética, o município apresenta localização privilegiada com alta incidência de radiação solar e altas temperaturas, Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014), Nobre *et al.* (2019). Entretanto, em função de falta de grandes áreas livres em Juazeiro do Norte, a vocação do município é para micro e minigeração solar distribuída localmente por meio de telhados em residências e empresas e, não para a geração centralizada por meio de usinas que necessitaria de enormes terrenos disponíveis. Rifkin (2012) afirma, e isto já ocorre na Comunidade Europeia, que os proprietários de apartamentos e casas podem transformar os imóveis em miniusinas de energia.

Os dados do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB, 2018), com utilização do programa SunData, revelam que o município de Juazeiro do Norte apresenta uma média anual aproximada de incidência de irradiação média diária de 5,90 kWh/m²/dia e com pico de 6,57 kWh/m²/dia nos meses de setembro. Este índice, por exemplo, é superior às médias do município de São Paulo que ficam em torno de 4,66 kWh/m²/dia e de Brasília - DF que atingem 5,45 kWh/m²/dia.

Assim, neste contexto, a geração de eletricidade baseada em energia solar distribuída (em residências e empresas), deve ser a principal fonte renovável para mitigar os efeitos das mudanças climáticas em Juazeiro do Norte. O que contribui para abater as emissões de CO₂, provenientes de termoeletricas a combustíveis fósseis presentes no Estado do Ceará. Apesar de também existir potencial para energia solar centralizada no Ceará por meio de usinas, especificamente em Juazeiro do Norte não é recomendada, por ser um município de pequena área territorial e ausência de grandes terrenos disponíveis para implementação de usinas. Para ABSOLAR (2018) o uso mais frequente de termoeletricas significa maior poluição e uma energia mais cara. Neste cenário de poluição e custos ampliados surge também a oportunidade de investir na matriz solar, distribuída em função da alta irradiação solar que incide sobre o semiárido nordestino.

Importante destacar que a energia de origem solar apresenta algumas vantagens, como o fato de ser considerada limpa na produção de energia e abundante; além disso, os seus custos de implantação estão diminuindo sistematicamente, ao longo do tempo. Nobre *et al.* (2019) afirmam que o preço do quilowatt-hora solar (kWh) está caindo rapidamente em diversos países, inclusive no Brasil. Esta redução dos custos de instalação está tornando a fonte solar mais competitiva. No leilão realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Leilão nº 01/2018, os empreendimentos fotovoltaicos vencedores tiveram o preço médio final de R\$ 118,07/MWh. No leilão do ano de 2015, o preço médio ficou em R\$ 301,79/MWh. Estes dados demonstram uma forte queda nos preços (ASSESSORIA DE IMPRENSA, 2018). Para a geração distribuída residencial, os custos médios de geração fotovoltaica devem passar de R\$ 702/MWh em 2013 para R\$ 430/MWh no ano de 2023 (EPE, 2014).

Para Nakabayshi (2014) na geração centralizada por meio de usinas há a vantagem de economia de escala, que pode ampliar a competitividade deste tipo de estrutura em relação aos de menor porte. Entretanto, há a necessidade de grandes linhas de transmissão para o deslocamento de energia, além da aquisição de grandes terrenos para a construção da usina. Já a micro e minigeração solar distribuída não tem o mesmo benefício de escala de custos, todavia tem a vantagem da geração de energia estar perto do consumo, reduzindo perdas técnicas nos sistemas e, ademais, este tipo de geração de energia pode ser instalado nos próprios telhados de edificações, desonerando custos relacionados à compra de terrenos.

Além da dimensão ambiental, é importante destacar as dimensões social e econômica que estas mudanças para geração de energia solar podem contribuir. Para Rifkin (2012) converter edifícios em miniusinas elétricas poderá criar oportunidades de negócios e gerar milhões de empregos, direta e indiretamente. Em 2018 foram estimados em termos globais o

investimento de 139,7 bilhões de dólares em energia solar, com total acumulado de 3,6 milhões de empregos no setor fotovoltaico e participação de 15,6 mil empregos no Brasil (REN21, 2019).

Mas, o setor de energia solar é estimulado no Brasil como ocorre em outros países? Há políticas de incentivo? Qual o marco legal da energia solar no Brasil e no Estado do Ceará? Por que países com menores índices de irradiação solar e com menor população apresentam uma quantidade maior de unidades residenciais e comerciais com sistemas instalados? Essas perguntas serão investigadas e respondidas ao longo dos capítulos que tratam de políticas públicas e do marco legal e, que também faz referências aos incentivos internacionais.

Assim, dentro deste contexto, dos acordos internacionais e dos esforços de mitigação é importante destacar a relevância de uma pesquisa que se propõe a apontar caminhos para utilização da energia solar distribuída em um município cearense, localizado no semiárido nordestino. Ele pode servir de exemplo para a região com o intuito de contribuir com as reduções de emissões de CO₂.

Desta forma, para atingir os objetivos estipulados, este trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo dedica-se ao objetivo geral, a hipótese, aos objetivos específicos, os benefícios e os procedimentos metodológicos que foram utilizados na elaboração do trabalho. No segundo capítulo são apresentados os princípios teóricos conceituais da revolução energética sustentável, da política pública, dos acordos internacionais e da tecnologia da energia solar. No terceiro capítulo, particulariza-se a pesquisa: para tanto, destaca o consumo de combustíveis de gasolina, diesel e gás e a energia elétrica consumida no município de Juazeiro do Norte, assim como a estimativa de emissões de CO₂. Já no quarto capítulo, desenvolvem-se por meio de imagens de satélite os cálculos de metragem predial dos telhados do município de Juazeiro do Norte, assim como os cálculos do potencial solar dos referidos telhados por meio da metragem e a utilização de placas fotovoltaicas.

O quinto capítulo retrata o marco legal nacional e do Estado do Ceará na adoção da energia solar distribuída no Ceará. No sexto capítulo apresenta-se a percepção dos atores (gestores públicos, privados, especialistas e clientes residenciais), sobre a geração distribuída solar e a avaliação sobre os obstáculos culturais, setoriais, financeiros, legais e tecnológicos. E, no sétimo capítulo é apresentado um modelo para implementação da geração solar distribuída com recomendações por meio da análise das variáveis tratadas nos capítulos anteriores, como o marco legal, o potencial solar, os consumos de energia elétrica e combustíveis e as emissões de CO₂. Por fim, nas considerações finais do trabalho, além do atendimento ao objetivo geral e aos objetivos específicos, incluem-se também as recomendações para a realização de outras pesquisas.

2 METODOLOGIA

2.1 QUESTÕES NORTEADORAS E HIPÓTESES

As perguntas centrais do presente estudo são:

- a) quais as emissões de CO₂ e o potencial da geração distribuída solar em Juazeiro do Norte? (Questões analisadas no terceiro e quarto capítulo, que se relacionam aos objetivos específicos 1 e 2);
- b) o setor de energia solar é estimulado no Brasil como ocorre em outros países? Há políticas de incentivo? Qual o marco legal da energia solar no Brasil e no Estado do Ceará? Por que países com menores índices de irradiação solar e com menor população, apresentam uma quantidade maior de unidades residenciais e comerciais com sistemas instalados? (Questões analisadas no segundo e quinto capítulos e relacionadas ao objetivo específico 3);
- c) quais os desafios e obstáculos para transformar o município de Juazeiro do Norte em um território com grande número de micro e miniprodutores de energia solar distribuída (residenciais e comerciais) e, servir de modelo de descarbonização para o semiárido nordestino? (Questões analisadas no sexto e no sétimo capítulo, que tratam dos objetivos específicos 4 e 5);
- d) qual comunidade empresarial estaria mais preocupada com seus custos de energia do que necessariamente com o meio ambiente? A maioria da população, sobretudo as classes de menor nível educacional, tem acesso à informação e a escolha de sua matriz energética? (Questões analisadas no sexto capítulo, que trata do objetivo específico 4)

As seguintes hipóteses foram desenvolvidas pelo pesquisador:

- a) considerando os níveis e regularidade da insolação e a densidade demográfica do semiárido, tendo como referência o município de Juazeiro do Norte, a micro e minigeração distribuída solar tem potencial para suprir a demanda energética, descarbonizando a economia e contribuindo para as metas dos acordos internacionais;
- b) existem desafios e obstáculos culturais, financeiros, legais e setoriais que dificultam o avanço da energia solar distribuída.

2.2 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa trata da inserção da energia solar no contexto de um processo de descarbonização da economia. Isto posto, o **objetivo geral** do estudo é avaliar as potencialidades, os desafios, obstáculos e oportunidades de descarbonizar a economia do semiárido por meio da micro e minigeração solar distribuída, tendo a cidade de Juazeiro do Norte como referência.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A pesquisa tem como **objetivos específicos**:

- a) avaliar o consumo total de cada componente da matriz energética no município de Juazeiro do Norte e suas contribuições para as emissões de CO₂ (consumo de energia elétrica, combustível e gás);
- b) identificar a área de cobertura predial do município de Juazeiro do Norte, para avaliação do potencial da micro e minigeração de energia solar;
- c) aferir os incentivos e o marco legal nacional e do Estado do Ceará, para a energia solar distribuída;
- d) compreender os obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais da micro e minigeração de energia solar;
- e) apresentar um modelo para implementação da geração de energia solar distribuída com recomendações.

2.4 BENEFÍCIOS-RELEVÂNCIA

A relevância e os benefícios esperados com este estudo estão relacionados à construção de um modelo, que sirva de roteiro prático e objetivo, de descarbonização da economia que possa ser utilizado em outros aglomerados urbanos do Nordeste brasileiro. Para a construção deste modelo utilizou-se como referência o município de Juazeiro do Norte - CE, que por suas características geográficas, culturais e históricas, representa e incorpora todas as especificidades do semiárido nordestino.

Espera-se que com as contribuições dos atores entrevistados e sugestões de políticas públicas para o setor, será possível proporcionar um crescimento maior da fonte de energia renovável solar na matriz energética do país. Paralelamente, a pesquisa tem a abrangência em

colaborar para a transição de uma matriz energética mais sustentável, que deverá privilegiar as energias renováveis como prevê o compromisso do Brasil em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) ao Acordo de Paris.

O crescimento da matriz energética, seguindo esta rota, tem reflexos na diminuição das emissões de CO₂ das termoeletricas à combustíveis fósseis, gerando menos poluição ao meio ambiente. Outros reflexos do crescimento da matriz solar estão relacionados à criação e ao aumento de emprego e renda, bem como a sugestões de políticas para que as classes sociais mais carentes possam se transformar em produtores de energia, como por exemplo, a inserção da geração distribuída solar fotovoltaica em programas sociais, como ‘Minha Casa Minha Vida’.

Assim, com o modelo proposto, o estudo poderá auxiliar os governantes do executivo e legislativo municipal e estadual, e sociedade civil, a identificar e planejar, quais mudanças necessitam ser implantadas com a finalidade de tornar esta fonte alternativa de energia mais disseminada. Contribuindo para as dimensões sociais, ambientais e econômicas, do desenvolvimento sustentável.

2.5 SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa está classificada como sendo de natureza aplicada. Quanto à forma de abordagem foi quali-quantitativa. Quanto aos seus objetivos a pesquisa foi exploratória e descritiva. O estudo de caso foi aplicado usando como referência o município de Juazeiro do Norte - CE.

De forma geral, as ferramentas técnicas empregadas no trabalho foram o levantamento de dados secundários por meio de revisão de literatura pertinente ao referencial teórico descrito na tese e coleta de informações documentais, imagens e dados estatísticos. Concomitantemente foi realizado levantamento de dados primários com entrevistas semiestruturadas com gestores públicos e privados, especialistas na área de energia solar e potenciais clientes residenciais de Juazeiro do Norte. Foram utilizados também *softwares* específicos para atender alguns objetivos específicos. E, especificamente para atender cada um dos cinco objetivos específicos propostos foram empregadas metodologias que serão descritas em seus respectivos capítulos.

2.6 PESQUISA DE CAMPO

2.6.1 Amostra e entrevista semiestruturada

Para compor a amostra de entrevistados foi utilizada a técnica de amostragem não probabilística intencional por acessibilidade dos sujeitos, por meio de uma abordagem qualitativa. Foram realizadas 20 entrevistas individuais semiestruturadas com gestores públicos federais, estaduais e municipais, gestores de empresas instaladoras de placas fotovoltaicas, gestores de empresas clientes, gestores do setor bancário e opinião de especialistas. Este foi denominado o grupo 1.

A amostra pode variar conforme a exaustividade dos resultados, pois como se trata de uma abordagem qualitativa, a amostra é definida pela saturação da questão a ser analisada. Não há, portanto, um cálculo estatístico prévio para definir o número entrevistados que farão parte da amostra (GUERRA, 2014). Ainda segundo a amostra com esta abordagem, Gaskell (2002) afirma que há um número de entrevistas que é necessário fazer e possível de realizar. Este limite é algo em torno de 20 a 25 entrevistas com cada roteiro específico.

Especificamente, para o público de gestores públicos, privados e especialistas foi planejado, anteriormente, adotar uma variação do método Delphi para entrevistas presenciais denominada de mini-Delphi ou Delphi Estimativa-Conversaão-Estimativa ou em inglês *Estimative-Talk-Estimative* (ETE). Qualquer processo Delphi baseia-se no princípio de que as previsões de um grupo estruturado de especialistas são mais precisas do que indivíduos não estruturados. Para Dias (2016) o método foi desenvolvido para gerar discussões anônimas, visando capturar a inteligência coletiva.

Entretanto, foi realizada uma primeira rodada de entrevistas individuais semiestruturadas e feita a transcrição das entrevistas. Todavia, pela falta de retorno da maioria dos entrevistados por email na segunda rodada das entrevistas, que serviria justamente para validar o método mini-Delphi, foi decidido validar apenas as entrevistas individuais presenciais da primeira rodada.

Posteriormente, foram entrevistados 20 consumidores residenciais de Juazeiro do Norte, com o seguinte perfil (homens e mulheres chefes de família empregados, com casa própria, entre 25 a 50 anos de idade de diversas classes sociais, sendo que 95% da amostra recebiam até 5 salários de renda familiar). Este perfil foi adotado supondo um grupo de interesse que poderia gerar sua própria energia. Estes consumidores foram denominados de grupo 2.

Para avaliar os obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais da micro e minigeração de energia solar foi necessária a coleta de dados em campo. Adota-se a entrevista semiestruturada porque mediante a interação do pesquisado e pesquisador, ou seja,

conforme as respostas dos entrevistados poderão surgir novos questionamentos que não estavam previstos no roteiro de perguntas traçado anteriormente (LAVILLE; DIONNE, 1999). O uso da entrevista se justifica para conhecer o sentimento da pessoa sobre o fato ou seu significado (MARCONI; LAKATOS, 2016).

Marconi e Lakatos (1988) pontuam ainda que a técnica de coleta de dados através da entrevista oferece as vantagens a seguir:

- a) maior flexibilidade, podendo o entrevistador repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente e especificar algum significado como garantia de estar sendo compreendido;
- b) oferece maior oportunidade para avaliar atitudes, condutas, podendo o entrevistador ser observado naquilo que diz e registro de reações e gestos;
- c) dá oportunidade para a obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos.

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas de forma individual para que os participantes se sintam à vontade para falar livremente, favorecendo a atmosfera informal. As falas do primeiro grupo foram sumarizadas em cinco categorias objetivando facilitar a análise dos resultados. Essas categorias foram assim nomeadas: (1) vantagens da micro e minigeração de energia solar; (2) identificação das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia solar; (3) sugestões de novas políticas públicas; (4) percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e; legais (5) sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso a microgeração solar.

No segundo grupo as categorias foram: (1) conhecimento a respeito da micro e minigeração de energia solar; (2) percepção no que diz respeito aos investimentos de implantação e grau de interesse; (3) percepção sobre incentivos governamentais; (4) percepção da relação da produção de energia e; poluição (5) consumo mensal na conta de energia. Foram utilizados dois roteiros de 05 (cinco) perguntas nos dois grupos para nortear todas as entrevistas.

Para o tratamento dos dados foi utilizada a análise de conteúdo. A análise de conteúdo é uma técnica de tratamento de dados coletados, que visa à interpretação de material qualitativo por meio de uma descrição objetiva e sistemática (GUERRA, 2014).

2.6.2 Construção do roteiro de entrevista

Para a redação do roteiro de entrevista utilizou-se perguntas abertas interligadas com os

primeiros objetivos específicos.

Foram utilizados dois roteiros de entrevistas: o primeiro aplicado com gestores públicos e privados e especialistas e o segundo com clientes residenciais.

Os roteiros de entrevistas foram testados por pessoas conhecidas pelo pesquisador e feitos pequenos ajustes para melhor compreensão das perguntas. Posteriormente, aplicou-se a pesquisa com a amostra previamente definida.

Os formulários com os dois roteiros de entrevistas possuem como principais objetivos:

- a) identificar o conhecimento sobre a micro e minigeração solar distribuída com suas vantagens e desvantagens;
- b) avaliar as percepções sobre os custos de implantação e financiamento;
- c) identificar o conhecimento sobre os incentivos governamentais;
- d) compreender a percepção sobre a relação do consumo de energia elétrica e poluição;
- e) identificar gasto médio mensal com energia elétrica;
- f) identificar sugestões de novas políticas de incentivo;
- g) identificar os possíveis obstáculos para a micro e minigeração solar distribuída;
- h) identificar ideias de como inserir a comunidade carente na produção de energia por meio da micro e minigeração solar.

Buscou-se, com isso, a integração entre referências bibliográficas e depoimentos orais do público pesquisado permitindo comparar, analisar e relacionar dados e informações. Desta maneira, os resultados contemplaram o rigor científico da realidade estudada.

2.6.3 Aspectos éticos

Todos os procedimentos para a realização da pesquisa estão de acordo com a Resolução nº466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do qual normatiza as pesquisas envolvendo seres humanos, e de acordo com a Resolução nº 510/2016, que considera o respeito pela dignidade, à liberdade e a autonomia do ser humano atrelados ao desenvolvimento e comprometimento ético e o progresso da ciência.

Os entrevistados da pesquisa responderam aos questionamentos através do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o documento padrão encontra-se anexo.

2.7 CONDIÇÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS

2.7.1 O recorte temporal

O recorte temporal da pesquisa é o período a partir do ano de 2012, quando é publicada pela ANEEL a Resolução Normativa n° 482/2012, com estímulo para micro e minigeração solar distribuída e se estende até o ano de 2019 com as entrevistas direcionadas para o público-alvo da pesquisa. Inserido neste recorte temporal está a ratificação do NDC pelo Congresso Nacional, em 12 de setembro de 2016.

2.7.2 O recorte geográfico

O recorte geográfico da pesquisa compreende, primeiramente, o Estado do Ceará para em seguida direcionar o seu foco para o município de Juazeiro do Norte. Ali, são pesquisados os consumidores residenciais e é feito um levantamento de consumo de energia, combustível e gás, área de cobertura predial e potencial solar da área que engloba o município. Já a pesquisa com gestores públicos e privados e especialistas engloba os municípios de Juazeiro do Norte - CE, Fortaleza - CE e Distrito Federal.

3 PRINCÍPIOS TEÓRICO-CONCEITUAIS

3.1 REVOLUÇÃO ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL

Segundo Rifkin (2012), em 1698, a mudança da lenha para o carvão mineral como combustível de uso generalizado inaugurou a Primeira Revolução Industrial com o surgimento da máquina a vapor utilizando o carvão. A nova tecnologia energética teve reflexos no aumento da produtividade, mas a Revolução Industrial acarretou também graves problemas sociais como o trabalho infantil e as péssimas condições de trabalho fabril. Na Segunda Revolução Industrial, o carvão mineral foi substituído pelo petróleo e trouxe problemas ambientais com o grande volume de emissões de carbono pelas fábricas. Tanto para Renny *et al.* (2018) quanto para as instituições que estudam o clima, as emissões de gases têm afetado as tendências climáticas de longo prazo.

Rifkin (2012) afirma que a Terceira Revolução Industrial está baseada na geração de energias, a partir de fontes renováveis e a internet das coisas. O *smart grid* com a rede inteligente interligada é o princípio do controle da distribuição pela internet das coisas. O autor destaca o Brasil com seu potencial solar e eólico, para geração de energia e o compartilhamento da energia na rede elétrica com a tecnologia da internet. Frontin *et al.* (2017, p. 500) afirmam que “[...] a radiação solar abundante é o potencial que pode, sozinho, gerar imensos benefícios para um desenvolvimento sustentável do setor de energia brasileiro”.

Para Schwab (2017) estamos vivenciando neste momento a Quarta Revolução Industrial, com bilhões de pessoas conectadas por equipamentos móveis e com enorme avanço em áreas distintas e complementares como inteligência artificial, impressão 3D, internet das coisas, veículos autônomos, armazenamento de energia renovável dentre outros avanços.

Percebe-se a correlação entre as mudanças nas formas de geração de energia e os meios de comunicação. As grandes revoluções econômicas na história ocorrem quando novas tecnologias de comunicação convergem com novas tecnologias de energia, afirma Rifkin (2012). Assim durante as revoluções industriais, os meios de comunicação passaram da imprensa escrita, para rádio e televisão e para a internet. É como se esta sinergia impulsionasse as mudanças e fortalecesse as atividades.

A Agenda de Ação Global das Nações Unidas (SEforALL, 2012) chama a atenção para a transição para uma energia sustentável, que apresenta também uma das maiores oportunidades de investimento do século XXI. Em suma, o desenvolvimento não é possível sem energia e o desenvolvimento sustentável não é possível sem energia sustentável. Se isso é verdade para

todas as nações, parece tanto mais relevante para o Brasil, pois o país apresenta intensidade de radiação solar muito superior a vários países da região europeia (ECHEGARAY, 2014). Todavia, conforme a figura 6, o Brasil ainda não aparece no *ranking* dos 10 primeiros países em potência instalada fotovoltaica acumulada e, nem no *ranking* daqueles países que mais investiram em energia solar em 2018.

Figura 6 - Mercado fotovoltaico mundial



Fonte: ABSOLAR (2019).

Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) sustentam que as tecnologias de energia renovável são reconhecidas como vitais para uma transição do uso de energia. A conversão direta da luz solar em eletricidade pela tecnologia fotovoltaica possui potencial e representa tecnicamente uma viável alternativa sustentável, para as soluções para as demandas energéticas. Segundo Rifkin (2012), enquanto consultor da União Europeia na área energética, a Europa está consolidando as bases de uma revolução energética. Na Alemanha, o fornecimento de eletricidade está se tornando ‘mais ecológico’ todos os anos. Frontin *et al.* (2017, p.178) declaram “[...] que a utilização da energia solar fotovoltaica para a geração de energia elétrica tem sido cada vez mais considerada, em vários países do mundo, como alternativa para redução dos impactos ambientais e diversificação da matriz energética”.

O Brasil, com as suas potencialidades, pode ser um grande protagonista neste novo mundo das energias renováveis. Incentivos devem ser criados para fomentar a energia solar como ocorreu em outros países. Dessa forma, para Frontin *et al.* (2017) apesar do grande

potencial solar existente no Brasil, muito ainda precisa ser feito em termos de incentivos. O mesmo pensamento de Rifkin (2012), acompanhado pela ABSOLAR (2018), apontam que o Brasil tem um dos maiores potenciais de energia solar do mundo, além da ampla área continental, que pode ser aproveitada para gerar energia de baixo impacto.

3.2 A TECNOLOGIA E O USO DA ENERGIA SOLAR

O processo de conversão direta da energia solar em energia elétrica acontece ou pode ser observado pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente, pelos chamados semicondutores como o fotovoltaico. Frontin *et al.* (2017, p. 105) asseguram que “[...] uma célula solar é um dispositivo que converte diretamente a radiação solar em eletricidade”. Já Nobre *et al.* (2019) afirmam que a energia solar se tornou mais amplamente utilizada a partir do final do século XX e na primeira década do século XXI. Desde então, os processos de conversão para energia solar tornaram-se mais eficientes e economicamente atraentes.

Segundo Carvalho e Calvete (2010) o pressuposto desta fonte alternativa de energia limpa é usar os raios solares para ir ao encontro das necessidades energéticas do planeta, com a vantagem de ser inesgotável e não poluidora. Ainda segundo os autores, muitos laboratórios e universidades estão empenhados em novos estudos sobre energia solar e é fundamental que esta tecnologia seja colocada a serviço da humanidade. Georgescu-Roegen (2012, p. 120) afirmava que “[...] o uso da energia solar não comporta maiores riscos ou pontos de interrogação, ela é indiscutível” e que a sobrevivência de toda espécie humana sobre a Terra depende direta ou indiretamente da energia solar.

Segundo Silva (2015) o crescimento da fonte solar no mundo é explicado, em parte, pela consolidação da indústria fotovoltaica. Nos mercados desenvolvidos, os aumentos de demanda, escala de produção e o desenvolvimento tecnológico viabilizaram a redução de preços e, em decorrência a expansão do uso dessa fonte de energia limpa. Nobre *et al.* (2019) afirmam que além da queda dos preços dos painéis fotovoltaicos e a redução da taxa básica de juros do Banco Central do Brasil, contribuiu para diminuir os custos do financiamento. Visto que, Rifkin (2012) já indagava que o preço das “energias verdes” iria cair rapidamente.

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2019) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) realizaram em 18 de outubro de 2019, o Leilão de Geração nº 04/2019 e os resultados de preço médio por fonte foram os seguintes:

Tabela 1 - Preço médio por fonte no ano de 2019

Fonte	Preço Médio em 2019
Usina Hidrelétrica	R\$ 157,08/MWh
Eólica	R\$ 98,89/MWh
Solar Fotovoltaica	R\$ 84,39/MWh
Térmica a Biomassa	R\$ 187,90/MWh
Térmica a Gás Natural	R\$ 188,87/MWh

Fonte: CCEE (2019); ABSOLAR (2020).

Estes dados demonstram que a fonte solar fotovoltaica foi a mais competitiva neste leilão em 2019. Além da viabilidade e expansão em função da queda dos preços, há pesquisas que indicam a preocupação em relação às questões ambientais. Echegaray (2014) aponta que pesquisas com consumidores brasileiros revelam uma preocupação com a pegada ambiental e suas escolhas tecnológicas energéticas. Tanto os consumidores como os formadores de opinião, dentro da comunidade empresarial, mostram uma atitude receptiva em relação às formas limpas de energia, sobretudo, a energia solar.

É importante aprofundar estas questões envolvendo a vantagem financeira e a preocupação ambiental. A comunidade empresarial está mais preocupada com seus custos de energia do que necessariamente com o meio ambiente? A maioria da população, sobretudo as classes de menor nível educacional, tem acesso à informação e a escolha de sua matriz energética?

Respostas a estas e outras questões serão abordadas no sexto capítulo que trata da percepção dos atores sobre geração distribuída solar e avaliação dos obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais.

3.3 ACORDOS INTERNACIONAIS

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015) definiu objetivos e metas, resultado de mais de dois anos de consulta pública intensiva e envolvimento junto à sociedade civil, prestando uma atenção especial às vozes dos mais pobres e mais vulneráveis. Esta consulta incluiu o trabalho realizado pelo Grupo de Trabalho Aberto sobre Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Geral e pelas Nações Unidas, cujo secretário-geral apresentou um relatório síntese em dezembro de 2014. Os objetivos 7 e 11 são os pontos relacionados na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e tem metas específicas, que tem forte relação com o presente trabalho:

a) Objetivo 7 - Energias renováveis

Neste objetivo é importante destacar que até 2030 deve-se propiciar o acesso global, confiável e a preços reduzidos dos serviços de energia. Além de, estender a infraestrutura de energia limpa, ampliar a participação de energias renováveis na matriz energética global e dobrar a taxa mundial de melhoria da eficiência energética (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015).

b) Objetivo 11 - Cidades e comunidades sustentáveis

Até 2030 transformar as cidades e os assentamentos em locais protegidos, resilientes e sustentáveis com a diminuição do efeito ambiental negativo das cidades, com atenção à qualidade do ar, a gestão de resíduos municipais, aos espaços verdes e adaptação às mudanças climáticas. Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015).

Na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para a Consecução do Objetivo da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2017), o Brasil envidará esforços para uma transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século, no contexto do desenvolvimento sustentável e do acesso aos meios financeiros e tecnológicos necessários para essa transição.

Outro ponto a ser destacado é a síntese dos compromissos do NDC do Brasil no Acordo da COP21; redução de 43% de gases do efeito estufa até 2030 (GOV.BR, 2015). No setor da energia, o Brasil se compromete a alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 incluindo: expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia aumentando o uso doméstico de fontes de energia não fóssil e incrementando a parcela de energias renováveis no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de energia eólica, biomassa e solar; alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030 (BRASIL, 2018). No Acordo de Paris, um dos objetivos é reduzir as emissões de CO₂ em 37% até 2025 (BRASIL, 2017).

Para o alcance das metas estabelecidas nos referidos acordos internacionais, poderá ser necessária à implantação de políticas públicas de incentivo específicas para o setor de energias renováveis. No subcapítulo seguinte será tratado o tema de políticas públicas, as experiências de incentivos internacionais para a energia solar e a necessidade de incentivos no Brasil.

3.4 POLÍTICAS PÚBLICAS

Segundo Bursztyn e Bursztyn (2013) política pública é um conceito interdisciplinar que congrega elementos de diversos campos científicos como a economia, a ciência política, a sociologia, o direito e demais áreas. Para Bursztyn e Bursztyn (2013, p. 145) “[...] políticas públicas são as ações regulares, institucionalizadas, de governos, visando os objetivos e fins determinados”. Este objetivo pode ser uma estratégia de Estado para fomentar determinado setor, que irá contribuir para o interesse público.

Rodrigues (2010) informa que políticas públicas constituem um conjunto articulado de ações, decisões e incentivos que almejam alterar uma situação ou realidade em resposta a demandas e interesses envolvidos. Essas ações são realizadas por pessoas denominadas atores das políticas públicas. Os atores lidam com algum problema público e as ações são desenvolvidas por instituições públicas governamentais em meio a um processo político que as condicionam. Deve-se assegurar que o trabalho e o desempenho dessas instituições estejam sempre a serviço do interesse público. Esta definição destaca a ideia de que a política pública envolve mais do que uma decisão e requer diversas ações estratégicas selecionadas, para implantar as decisões tomadas.

Tassara (2006) trazem um olhar mais amplo sobre políticas públicas. Afirmam que se trata de um conjunto de medidas e programas estabelecidos pelo governo ou pelo chamado poder executivo onde tem o objetivo de atuar identificando, combatendo e contribuindo para a minimização ou resolução de diversos problemas existente na sociedade independente de seus níveis e escalas seja municipal, estadual, como também nas esferas nacional e internacional.

É de responsabilidade do governo construir e compartilhar o futuro de uma determinada sociedade. É importante enfatizar que ao falar em políticas públicas pode-se fazer referência a diversas questões sejam elas ambientais, jurídicas, políticas, sociais e ou socioambientais. Bursztyn e Rodrigo Filho (2016) acrescentam que uma política pública que trate da questão climática deve incorporar políticas ambientais, econômicas e sociais.

Sobre as questões ambientais, Brozynski e Leibowicz (2018) enfatizam que o desejo de estabelecer uma política monocêntrica, isto é, com soluções globais é exemplificada por acordos internacionais como o Acordo de Quioto e o recente Acordo de Paris, mas o progresso efetivo tem sido lento e está ameaçado com os Estados Unidos saindo do acordo.

Por outro lado, Ostrom (2010) argumenta a favor de uma abordagem alternativa, e policêntrica à mitigação das mudanças climáticas. Estas envolvem atividades realizadas por

muitos atores em diversas escalas (por domésticos, municipais, regionais, nacionais e globais), podendo sofrer e contribuir com os efeitos das mudanças climáticas. Uma abordagem policêntrica dá liberdade às comunidades para definir as estratégias de mitigação, que melhor se adaptam às condições locais e incentivam a ampla participação. O efeito cumulativo da abordagem policêntrica pode gerar esforços significativos em escala global.

Delucchi e Jacobson (2011) afirmam que apesar do amplo reconhecimento de que as barreiras à transição energética são principalmente políticos e não tecnológicos ou econômicos, falta uma literatura coesiva sobre as políticas que orientam, restringem e moldam a política de energia renovável. Mediante isso, Stokes e Breetz (2018) complementam que a energia renovável continua a ser pouco estudada na ciência política e, que futuras pesquisas poderiam incluir os temas das políticas regulatórias, incentivos fiscais e nas interações entre políticas estadual e federal avaliando os impactos de políticas e custos.

Neste sentido, Schmitter (1965) apresenta uma das definições de política: é um processo social de formulação de decisões por meio de negociação entre os atores. Esta definição nos parece mais adequada para a realidade brasileira no aspecto da atual legislação para fontes alternativas de energia.

Existem diversas iniciativas de projetos de lei sobre fontes alternativas de energia em tramitação no Congresso Nacional. Estas iniciativas foram formuladas por diversos partidos políticos de diversos “pensamentos ideológicos” (BRASIL, 2017). Não há um grupo ou partido específico que detenha predominância na elaboração dos projetos de lei para fontes alternativas de energia, mas o que se percebe é a lentidão no trato destas questões e que outros projetos e debates parecem ser prioritários neste momento.

A transição do sistema energético em substituição aos combustíveis fósseis é uma necessidade urgente, pois é uma tarefa para os governos em todo o mundo. A promulgação de políticas, incluindo regulamentos e subsídios, é necessária para estimular e permitir essa transição energética.

3.4.1 Incentivos internacionais para energia solar em países com grande potência acumulada

A expansão das energias renováveis é um dos pilares centrais da transição energética da Alemanha, que diante de uma escassez crescente de recursos opta em tornar-se menos dependente dos combustíveis fósseis e da energia nuclear. O crescente significado das fontes de energia renováveis no setor de energia é em grande parte devido à Lei das Fontes de Energia

Renovável (BMW, 2014), que entrou em vigor em 2000. O objetivo desta lei é permitir que o suprimento de energia desenvolva-se de forma sustentável no interesse de mitigar as mudanças climáticas e proteger o ambiente e, assim, promover desenvolvimento de tecnologias para gerar eletricidade a partir de fontes de energia renováveis.

A lei garante um pagamento para o pequeno produtor de eletricidade por quilowatt – hora (KWh) produzido por um período mínimo de 20 anos (TRENNEPOHL, 2014). A remuneração que será paga depende da tecnologia usada, ano em que a instalação tenha entrado em funcionamento e do tamanho da instalação.

Desde a adoção da Lei das Fontes de Energia Renovável, a proporção da energia elétrica renovável consumida na Alemanha aumentou de cerca de 6% em 2000 para 31,7% em 2016. Em 2025, está previsto entre 40% a 45 % da eletricidade consumida na Alemanha ser proveniente de fontes renováveis.

A Lei de Fontes de Energia Renovável é uma força-chave para a expansão das energias renováveis. O resultado é que no final de 2015, foram implantadas mais de 1,5 milhão de instalações fotovoltaicas com uma capacidade total de 40 gigawatts (BMW, 2014). Assim, criou-se um ambiente favorável para a expansão da produção de energia renovável solar. E em 2018, a Alemanha passou a ter 45,4 gigawatts (GW) de capacidade instalada (figura 6).

A revisão da Lei das Fontes de Energia Renovável na Alemanha em 2014 teve como resultado:

- a) expansão das fontes renováveis;
- b) a redução consideravelmente dos custos por meio de uma concentração nas tecnologias baratas de energia eólica e fotovoltaicas;
- c) estipulou que as novas instalações de grande escala são responsáveis pela comercialização da eletricidade que geram (melhor integração e previsibilidade ao mercado da eletricidade);
- d) interrompeu o rápido aumento dos preços da eletricidade.

A Lei das Fontes de Energia Renovável de 2014 abriu o caminho para tornar a transição de energia um sucesso. A busca pela transição energética conta também com outras vantagens para quem produzir essa energia como: acesso à rede garantido, prioridade na transmissão e distribuição, tarifas específicas para cada tecnologia, pesquisa de acompanhamento, esquemas de retorno financeiro para os produtores de energia renovável que são as tarifas *feed-in* (FIT) (BMW, 2014). Com a FIT é garantido ao pequeno produtor de energia uma tarifa fixa para a eletricidade produzida, a partir de fontes renováveis que é introduzida na rede pública.

O operador da rede é obrigado a pagar a tarifa legal ao produtor de energia. No modelo Alemão há a compra do excedente de energia com contrapartida monetária. Isso transforma o usuário num microprodutor de energia. Segundo Rifkin (2012) as tarifas *feed-in* são subsidiadas e oferecem aos produtores de energia renovável solar um preço acima do valor de mercado, para a eletricidade verde que eles venderem de volta para a rede. O que incentivou os pequenos produtores a entrarem no mercado.

As tarifas *feed-in* são os mecanismos mais dominantes e eficazes para o progresso da produção de energia renovável na União Europeia. Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) afirmam que o modelo alemão de energia renovável encorajou outros dezoito países da União Europeia a adotar programas semelhantes. Ou seja, introduziram tarifas *feed-in* de energia elétrica com base no exemplo da Lei de das Fontes de Energia Renovável, conhecida em alemão como *Erneuerbare-Energien-Gesetz* (EEG). Em comparação, no Brasil, o excedente de energia não é comprado com contrapartida monetária, mas o mini e microprodutor recebem créditos do excedente de energia produzido para usar em até 5 anos (60 meses).

Outro incentivo importante na Alemanha é que o cidadão alemão conta com um programa de financiamento para pessoas físicas e jurídicas, que usam a energia solar para gerar eletricidade. O programa permite realizar investimentos em sistemas fotovoltaicos com juros subsidiados. O grupo bancário *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) é um banco sem fins lucrativos, que administra um programa de empréstimos e subsídios para estas construções (KfW, 2017).

Já nos EUA, segundo Frontin *et al.* (2017, p.199) “[...] cada estado tem autonomia para definir os programas de incentivo à geração fotovoltaica”. A Califórnia, por exemplo, possui desde 2006 um programa de subsídios denominado *California Solar Initiative*, que oferece um bônus em dinheiro para cada watt de capacidade instalada de energia solar gerado por pessoa física ou jurídica. Importante destacar que nos EUA os incentivos financeiros para instalação de energia solar estão presentes nas esferas federal e estadual. As tarifas *feed-in* e o *net-metering* estão presentes em 43 dos 50 estados americanos e, existe um programa federal com redução de 30% do imposto de renda para investimento em energia solar.

Timmons *et al.* (2016) afirmam que instrumentos políticos adequados devem induzir o comportamento de atores, para iniciativas de descarbonização da matriz energética. Os autores afirma que metas de descarbonização só podem ser alcançadas por meio de uma ação coordenada de incentivos, para geração de energia limpa incluindo um grande número de empresas e famílias investindo em energia solar. Com isso, Stokes e Breetz (2018) estabelecem

que a energia solar nos EUA foi impulsionada pelas políticas estaduais e pelo crédito fiscal federal.

Na Ásia, os principais investimentos na capacidade fotovoltaica estão presentes na China e no Japão. Devido a poluição e a pressão dos acordos internacionais, os chineses vem incentivando o uso da energia solar em telhados conectados a rede e em áreas isoladas. Os principais incentivos são as tarifas *feed-in*, onde a energia excedente é vendida para as rede de distribuição pelo preço de tarifa de carvão. A mesma política de tarifas *feed-in* foi adotada para estimular a geração fotovoltaica no Japão, que a partir de 2012 passou a remunerar por 20 anos os sistemas de energia fotovoltaica maiores que 10kW. Outros incentivos localizados no Japão estão relacionados a subsídios para investimento certificados de energia verde com metas a cumprir, redução de impostos e financiamento com juros baixos (FRONTIN *et al.*, 2017).

Na Europa, EUA e na Ásia os incentivos por meio das políticas públicas foram determinantes para alavancar a geração de energia fotovoltaica. Estes exemplos mostram que o caminho pode ser semelhante para o Brasil, para incentivar a energia solar e aproveitar suas altas incidências para diversificar a matriz e para promover energia limpa.

Desse modo, Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) afirmam que os governos têm um importante papel em contribuir na redução dos gases de efeito estufa. A utilização de medidas políticas adequadas pode estimular a geração distribuída de energia fotovoltaica nos telhados das edificações, reduzindo os impactos ambientais das suas regiões.

3.4.2 Necessidade de incentivos da energia solar no Brasil

Especificamente sobre política pública na esfera do tema sobre energia solar no Brasil, Silva (2015) comenta ainda que é preciso trabalhar os incentivos, ou seja, o governo, os estados e os municípios, em resumo, à administração pública deve estimular esse processo. Estes atores precisam fomentar e incentivar de forma mais intensa os diversos meios para implantar a energia solar nas residências, nos estabelecimentos públicos ou privados.

Isso porque os incentivos para a energia solar existentes no país são insuficientes, para que o indivíduo ou o representante de uma empresa decida trabalhar a sustentabilidade energética. O autor enfatiza também que o problema é a inviabilidade econômica da micro e da minigeração. Neste caso, o investimento inicial poderia ser um problema, obstáculo financeiro, principalmente, quando se planeja desenvolver a energia solar em residências.

Apesar de haver oportunidades, podem existir obstáculos setoriais e tributários para que essa fonte de energia seja desenvolvida. Os obstáculos setoriais podem estar relacionados, por

exemplo, com a falta de interesse das distribuidoras de energia que o setor fotovoltaico se desenvolva. Coalizões podem estar atuando no papel de tentar influenciar agências governamentais para impor os seus interesses. Sabatier e Jenkins-Smith (1993) apontam que uma coalizão pode empenhar-se em persuadir direta ou indiretamente as agências administrativas governamentais, para atingir seus objetivos e manter seus interesses.

Os obstáculos tributários podem estar relacionados a incentivos financeiros, que podem no curto prazo afetar o caixa do executivo federal, estadual ou municipal, de acordo com os incentivos fornecidos. Por outro lado, deve ser levado em consideração que parte do investimento na geração de energia pode passar a ser descentralizado. Em com isso, as famílias e empresas podem assumir este investimento, se forem estimulados. O que também poderia ser uma economia de recursos para o Estado, além de uma possível redução nos custos de saúde pública causados pela poluição.

De tal modo, que se destaca que as medidas de estímulo podem ter impacto positivo no médio e longo prazo e, que sugestões de políticas públicas são importantes para o incentivo às energias renováveis. A Agenda de Ação Global das Nações Unidas (SEforALL, 2014) descreve que a criação de políticas é essencial para que esses investimentos em energias renováveis aconteçam, como a exemplo da Alemanha e a Lei das Fontes de Energia Renovável. Assim, os subsídios representam um dos instrumentos mais importantes do governo federal para poupar energia e proteger o clima (BMW, 2014).

Políticas de incentivo dos governos proporcionaram avanço técnico e redução dos custos das tecnologias de geração, que são distribuídas por fontes de energia renovável. O interesse em fortalecer tais fontes destaca a importância e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, prover alternativas para a dependência de fontes fósseis. Dentre as tecnologias de geração distribuída de pequeno porte destaca-se a energia solar fotovoltaica. Nos próximos anos, esta tecnologia é a que se evidencia a como a mais promissora em termos de incorporação na matriz elétrica brasileira (EPE, 2014). Para Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) as tecnologias de energias renováveis facilitam o estabelecimento de geração distribuída, que reduz custos de transmissão e distribuição evitando perdas do sistema.

Nesta conjuntura, Rifkin (2012) afirma que é importante dar incentivos para estimular as instalações de microgeradores de energia solar. Autores como Silva (2015) e Scarduelli, Madruga e Geremias (2016) afirmam que as políticas atuais no Brasil não são suficientes, para que o setor fotovoltaico avance com maior celeridade. Segundo ABSOLAR (2018) falta uma política de estado mais agressiva, para incentivar a energia solar e o Brasil ter condições de ser uma liderança mundial em energia solar fotovoltaica como já é visto em outras fontes como a

hídrica e biomassa. Assim, é preciso adotar políticas de incentivo para a ampliação da matriz solar na matriz energética.

Mesmo com as possíveis limitações da política, os empreendimentos despontam a todo instante. Atualmente, no Ceará e, especificamente no Município de Juazeiro do Norte, seja em residências ou empresas surgem iniciativas para a produção de energia limpa. Essas iniciativas focalizam fundamentalmente a produção de eletricidade a partir da energia solar distribuída. São atitudes individuais criando a possibilidade da autossuficiência energética das empresas e residências, gerando uma expectativa de reduzir os impactos sobre o meio ambiente. Ainda assim, mesmo com as ações pontuais percebe-se que algo a mais precisa ser feito para aproveitar a forte irradiação solar diária nas cidades do semiárido como em Juazeiro do Norte, que registra 5,90 kWh/m², bem superior da Alemanha, conforme descrito anteriormente.

A geração fotovoltaica distribuída no Brasil deve se tornar ainda mais relevante na matriz energética nacional. Embora, seja importante adotar políticas complementares que visam aumentar a atratividade desse tipo de investimento (SCARDUELLI; MADRUGA; GEREMIAS, 2016). Nobre *et al.* (2019) afirmam que há potencial fotovoltaico com a rede inteligente (*smartgrid*) no semiárido nordestino. Mas, para se tornar uma fonte perene de renda para uma população historicamente excluída é necessário alterar a atual legislação brasileira, regulando e permitindo a transação de energia entre distribuidor e pequenos produtores.

Outro ponto é que o incentivo e o investimento em energia solar podem gerar emprego para a região. Segundo a ABSOLAR (2017) são 30 empregos por 1 megawatt de energia solar instalado. Para Nobre *et al.* (2019) o investimento em energia solar pode empregar um grande número de trabalhadores qualificados em toda a região do semiárido nordestino, gerando emprego local. Assim, o setor fotovoltaico tem sido o maior empregador entre as renováveis em todo o mundo (IRENA, 2017).

3.5 CONCLUSÃO

A necessidade da transição energética e o uso de energias renováveis é algo imperativo para mitigar os efeitos das altas emissões de carbono na atmosfera, que se intensificou no planeta ao longo das últimas décadas. Vários países têm adotado políticas de incentivo e avançaram na geração de energia renováveis, incluindo a geração solar distribuída. A percepção é que, sobretudo em países da Europa ocidental, EUA, China e Japão que foram mais ousados nas suas políticas de incentivo, as tarifas *feed-in* (remunerando o micro e miniprodutor de

energia) são observadas como mecanismos mais dominantes e eficazes para o progresso da produção de energia renovável.

Estas políticas, aliadas ao avanço tecnológico e a redução dos preços dos módulos fotovoltaicos, contribuem para o avanço da matriz de energias renováveis no mundo. Avaliando os resultados das políticas o que se percebe é que este avanço não ocorre na mesma velocidade no Brasil, apesar do índice de irradiação solar ser superior aos países citados anteriormente. Segundo os autores pesquisados, as políticas de incentivo no Brasil são insuficientes e isso pode explicar a diferença do país em relação à potência instalada de outros países mesmo com maior potencial de irradiação solar, sobretudo no semiárido brasileiro.

Os atores políticos no Brasil podem contribuir com maior participação e negociação sobre as iniciativas em análise. Não se percebe assimetria de poder entre atores políticos (legisladores federais), envolvidos nos debates em questões como as fontes de energia alternativas. Poderá haver assimetria de poder, como consequência das políticas adotadas, entre outros atores como clientes com maior poder financeiro e esclarecimento sobre energia solar, clientes de comunidades carentes mal informados e sem acesso a financiamento (questões culturais e financeiras) ou gestores privados com dificuldade (questões tributárias e setoriais).

Além disso, os acordos internacionais destacam a importância em aumentar a participação das energias renováveis como forma de mitigar os impactos dos efeitos climáticos e a redução de emissões de gases poluidores. Os municípios conforme abordagem policêntrica, com suas estratégias locais mais apropriadas, poderiam contribuir para o atingimento das metas estabelecidas nestes acordos internacionais.

Assim, a análise dos incentivos, o desenvolvimento tecnológico da energia solar e o conceito de *smart grids* com uma maior integração das fontes de energia solar à rede de distribuição com a tecnologia de informação e internet das coisas, poderiam conduzir a um enorme avanço. Nobre *et al.* (2019) afirmam que a rede inteligente interligada pode gerar benefícios inclusive para a população excluída. Esta sinergia facilitaria esta rede de mão dupla onde consumidores de energia não seriam mais atores passivos, mas pequenos produtores que poderiam vender o excedente produzido.

No capítulo seguinte será apresentado o consumo total da matriz energética do município de Juazeiro do Norte e suas contribuições para as emissões de CO₂.

4 CONSUMO TOTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA AS EMISSÕES DE CO₂

O presente capítulo apresenta informações que correspondem ao primeiro objetivo específico proposto para esta tese: avaliar o consumo total de cada componente da matriz energética (consumo de energia elétrica e combustíveis fósseis) no município de Juazeiro do Norte, que é objeto do estudo de caso sobre os desafios da descarbonização e suas contribuições para as emissões de CO₂.

4.1 METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE EMISSÕES DE CO₂

Importante registrar que neste trabalho não foi considerada as eventuais emissões de CO₂, por queimadas das poucas áreas verdes disponíveis (o município tem taxa de urbanização de 96,07%) (IBGE, 2018). O foco na análise serão as emissões de CO₂ de combustíveis (gasolina, diesel), GLP e energia elétrica.

Os dados secundários foram coletados em diversas bases como: Agência Nacional do Petróleo (ANP), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) dentre outras fontes. As informações de consumo de combustíveis e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) do município de Juazeiro do Norte estavam disponíveis na ANP (2017). Posteriormente, foram elaboradas estimativas de emissões de CO₂ para o consumo de combustíveis e GLP em Juazeiro do Norte.

O total das emissões de CO₂ de cada combustível foi calculado ao multiplicar o consumo de cada combustível e, GLP pelo fator de emissão de CO₂ do referido combustível. Para calcular as emissões de CO₂ do consumo de energia elétrica foi estimado o consumo proporcional das térmicas do Ceará e de Juazeiro do Norte e, multiplicado pelos fatores de emissão para cada tipo de usina termoelétrica.

4.2 CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS EM JUAZEIRO DO NORTE

A tabela 2 apresenta o consumo de combustíveis e GLP em litros e quilogramas, no município de Juazeiro do Norte em 2017. Estes dados foram coletados no site da ANP no dia 28 de junho 2019 e são as mais atualizadas à disposição no dia da pesquisa, que serão utilizadas para o cálculo das emissões de CO₂.

Tabela 2 - Consumo de combustível e GLP em Juazeiro do Norte em 2017

Combustível/GLP	Unidade de Medida	Consumo
Gasolina	Litros	46.061.919
Diesel	Litros	20.774.000
GLP	Quilogramas	18.712.765

Fonte: adaptado de ANP (2017).

O cálculo das emissões de CO₂, referente ao consumo de combustíveis, depende das características específicas da frota de veículos como também do tipo de combustíveis consumido, da idade da frota e de outras variáveis: quantidade de pessoas transportadas, qualidade das vias, perfil do motorista e topografia do percurso. Foram solicitadas por meio de protocolo ao site² (Anexo A), informações mais detalhadas da frota com os referidos anos de fabricação e motorização, no entanto, os dados estavam indisponíveis.

Como alternativa para calcular as emissões, foram utilizados fatores de emissões de CO₂ definidos para cada combustível e GLP, apresentados na tabela 3.

4.3 EMISSÕES DE CO₂ POR COMBUSTÍVEIS EM JUAZEIRO DO NORTE

A tabela original com sua respectiva fonte pode ser conferida no Anexo B ao final do trabalho.

Tabela 3 - Emissão de CO₂ por queima de combustível no Brasil

Combustível/GLP	Fator de emissão de CO ₂ por queima de combustível	Unidade
Gasolina	2,239	Kg. CO ₂ /Litro
Diesel	2,632	Kg. CO ₂ /Litro
GLP	2,932	Kg. CO ₂ /Quilo

Fonte: adaptado de MCIT (2010 *apud* RUPP; LAMBERTS, 2017).

4.3.1. Resultado de emissões de CO₂ devido ao consumo total de combustíveis em Juazeiro do Norte

Para calcular o total das emissões de CO₂ de cada combustível (E_{CO₂}) basta multiplicar o consumo de combustível (C_{comb}) (tabela 2) pelo Fator de Emissão (FE) de CO₂ do referido combustível (tabela 3), (Eq. 1):

$$E_{CO_2-i} = C_{comb} \times FE \quad (1)$$

² Disponível em: www.ceartransparente.ce.gov.br

Assim, temos:

- a) Total de emissões (E_{CO_2-g}) = Consumo de Gasolina (C_{comb-g}) 46.061.919 litros x Fator de emissão (FE) 2,239 Kg. $CO_2/Litro$:

$$E_{CO_2-g} = 46.061.919 \times 2,239$$

$$E_{CO_2-g} = 103.132.636,64 \text{ kg de } CO_2$$

Total de emissões de CO_2 devido à gasolina 103.132,63 toneladas;

- b) Total de emissões (E_{CO_2-d}) = Consumo de Diesel (C_{comb-d}) 20.774.000 litros x Fator de emissão (FE) 2,632 Kg. $CO_2/Litro$:

$$E_{CO_2-d} = 20.774.000 \times 2,632$$

$$E_{CO_2-d} = 54.677.168,00 \text{ kg de } CO_2$$

Total de emissões de CO_2 devido à diesel 54.677,16 toneladas;

- c) Total de emissões ($E_{CO_2-gás}$) = Consumo de GLP ($C_{comb-gás}$) 18.712.765 quilos x Fator de emissão (FE) 2,932 Kg. $CO_2/Litro$:

$$E_{CO_2-gás} = 18.712.765 \times 2,932$$

$$E_{CO_2-gás} = 54.677.168,00 \text{ kg de } CO_2$$

Total de emissões de CO_2 devido à GLP 54.865,82 toneladas.

A tabela 4 destaca o total de emissões de CO_2 (transformando o resultado de quilos para toneladas) do consumo de combustíveis/GLP, do município no ano de 2017.

Tabela 4 - Total de emissões de CO_2 de gasolina, diesel e GLP em Juazeiro do Norte em 2017

Combustível/GLP	Emissões totais de CO_2 em toneladas
Gasolina	103.132,63
Diesel	54.677,16
GLP	54.865,62
TOTAL	212.675,41

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

O total de emissões de CO_2 de gasolina, diesel e GLP no município de Juazeiro do Norte-Ce chega a 212.675,41 toneladas. Este número, posteriormente, será somado com o total de emissões de CO_2 do total do consumo de energia elétrica do município.

4.4 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM JUAZEIRO DO NORTE

A tabela 5 apresenta o consumo de energia em MWh entre os anos de 2013 a 2016, no município de Juazeiro do Norte. Importante ressaltar que estes dados foram coletados no

Anuário Estatístico do Ceará, no site do IPECE e são os mais atualizados à disposição. Eles serão utilizados para o cálculo de projeção de consumo de energia elétrica em Juazeiro do Norte para o ano de 2017. O uso da projeção para o ano 2017 se justifica em função dos dados de consumo de combustíveis serem do mesmo ano.

Tabela 5 - Consumo de energia elétrica (MWh) em Juazeiro do Norte no período 2013-2016

TIPO	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	*Público	Próprio	Total
MWh (2016)	153.763	43.437	86.759	8.008	49.638	480	342.085
MWh (2015)	145.752	45.857	88.323	7.120	47.095	395	334.543
MWh (2014)	139.027	51.320	84.038	7.320	47.771	357	329.743
MWh (2013)	130.213	46.342	77.817	7.108	46.835	356	308.671

Fonte: adaptado de IPECE (2017).

*Público está incluído poder público, iluminação pública e serviço público.

Com os dados da tabela 5 e utilizando uma correção média de crescimento anual de consumo de 3,5%, apresenta-se na tabela 6 os dados previstos de consumo de energia elétrica (MWh) em Juazeiro do Norte, para o ano de 2017. Estas informações servirão para o cálculo de emissões de CO₂ do consumo de energia elétrica.

Tabela 6 - Projeção de consumo de energia elétrica em Juazeiro do Norte em 2017

TIPO	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	*Público	Próprio	Total
MWh	159.145	44.957	89.796	8.288	51.375	497	354.058

Fonte: adaptado de IPECE (2017).

Apenas para comparar com o consumo de energia em Juazeiro do Norte apresentado acima, a tabela 7 demonstra o consumo de energia em MWh no ano de 2017 no Estado do Ceará. As informações foram coletadas no anuário estatístico de energia elétrica do Ministério de Minas e Energia (MME).

Tabela 7 - Consumo de energia elétrica (MWh) no Estado do Ceará em 2017

Residencial	Industrial	Comercial	Rural e Próprio	*Público	Total
4.075.000	2.383.000	2.260.000	1.230.000	1.477.000	11.425.000

Fonte: adaptado de Brasil (2017).

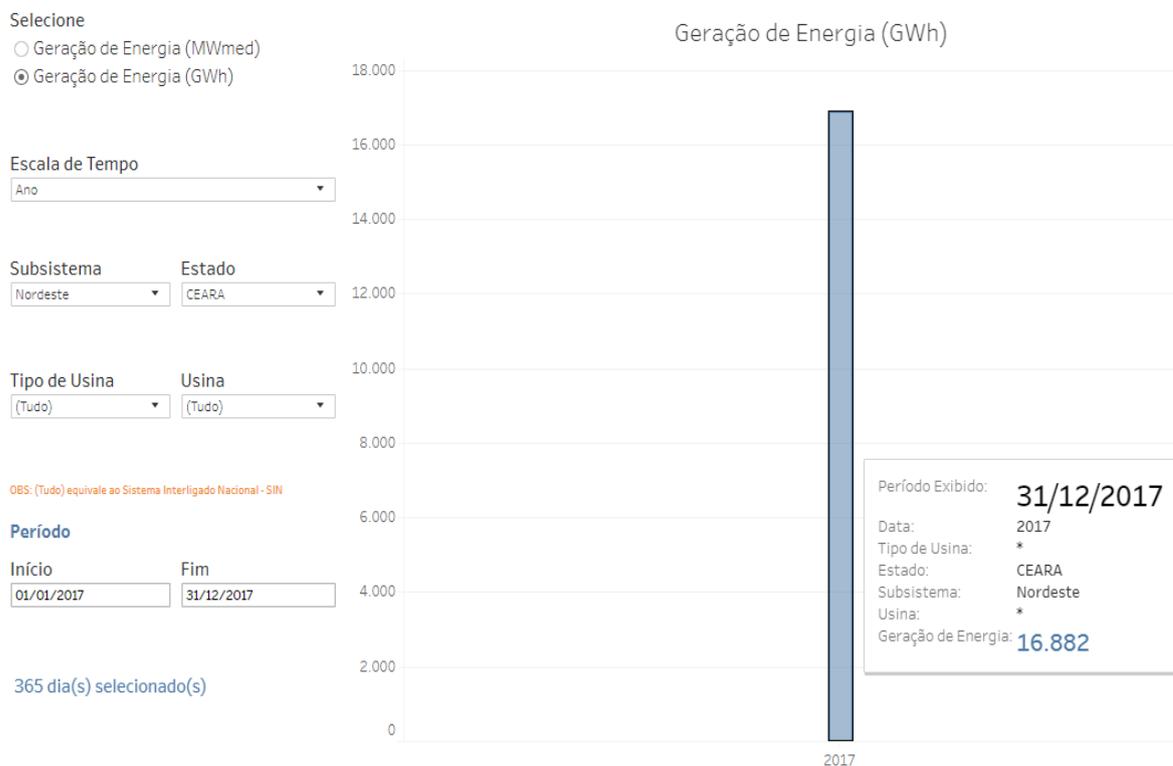
*Público está incluído poder público, iluminação pública e serviço público.

A tabela original do consumo de energia elétrica no Ceará nos anos de 2013 a 2017 pode ser encontrada em Anexo C.

4.5 PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CEARÁ

Utilizando o mesmo ano de referência, 2017, o Estado do Ceará segundo dados da ONS apresentados na figura 7 produziu energia por todas as fontes o que é equivalente a 16.882 GWh ou 16.882.000 MWh. Esta produção foi inclusive superior ao consumo do Ceará no ano de 2017, de 11.425.000 MWh, conforme tabela 7. A produção foi disponibilizada para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

Figura 7 - Geração de energia elétrica por todas as fontes no Ceará em 2017



Fonte: ONS (2018).

A geração de energia em 2017 no Ceará se concentra basicamente em duas fontes: eólica e termoeétrica. Estas fontes são representadas por pontos verde e amarelo na figura 8 e, se localizam em grande parte na região metropolitana de Fortaleza e no litoral cearense. A fonte hidrelétrica representada em azul e a fotovoltaica em vermelho aparecem no mapa, porém sem representatividade no resultado total de energia gerado no Ceará. Todavia, o potencial solar deverá ser mais utilizado e vislumbra-se uma maior participação nos próximos anos. Segundo ABSOLAR (2018) a fonte solar deverá representar aproximadamente 10% da matriz elétrica brasileira em 2030.

Figura 8 - Mapa da produção energética do Ceará



Fonte: IPECE (2018).

4.6 PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA E EÓLICA NO CEARÁ

Conforme informações do observatório da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) do total de 16.882 GWh produzidos de energia elétrica no Ceará em 2017, 11.602 GWh foram provenientes de fonte térmica (ONS, 2017). Destaca-se, com isso, que em 2017 estes dados de geração térmica representaram 69% do total de energia gerada no Ceará. Um fato alarmante tendo em vista ser uma fonte de forte emissão de gases do efeito estufa e do alto consumo de água, para manter o sistema de resfriamento das usinas térmicas (FIEC, 2019).

Em 2017, existe uma enorme diferença da representatividade da geração das fontes de energia do Estado do Ceará, em comparação com as fontes de energia no Brasil. Enquanto que no Ceará a fonte eólica representou aproximadamente 31%, no Brasil a participação da eólica equivale a 7% no ano de 2017. Já as térmicas no Ceará representaram 69% de participação e no Brasil a participação das térmicas foi equivalente a 20% no ano de 2017 (FIEC, 2019). Ainda

em 2017, a geração de energia térmica em Juazeiro do Norte foi zero e mesmo possuindo termoelétrica, a mesma está desativada (ONS, 2019).

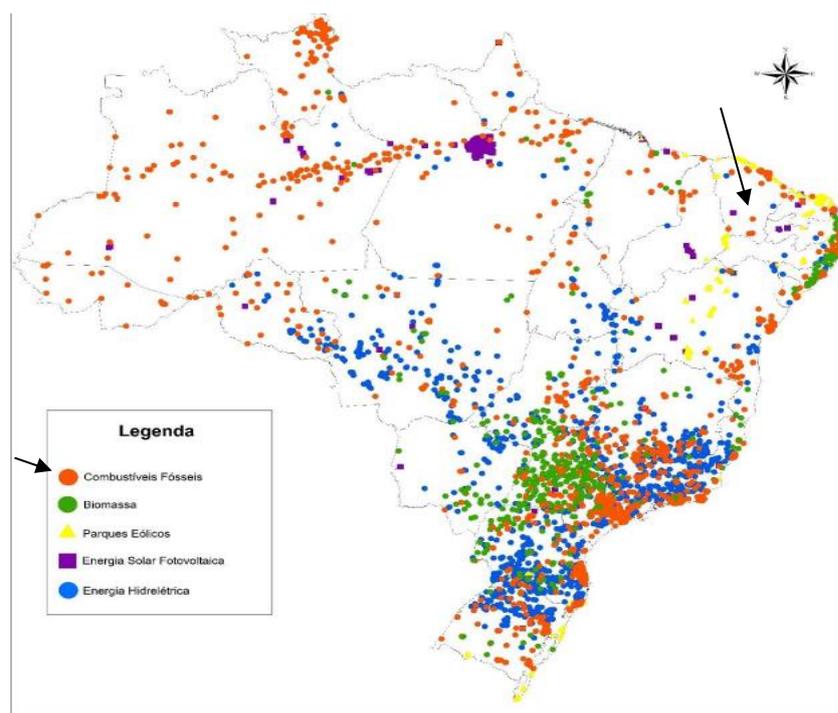
Como foi destacada anteriormente, a produção de energia elétrica no Ceará foi baseada majoritariamente por duas fontes: a térmica e a eólica. Entretanto, como o sistema nacional de energia é interligado, Sistema Interligado Nacional (SIN), não é possível saber o percentual de energia elétrica oriundo de usina termoelétrica ou eólica que é consumido na ponta por residências, empresas e poder público no Ceará e em Juazeiro do Norte.

Em função disso foi considerada a geração de energia elétrica, produzida pelas termoelétricas no Ceará e considerada a mesma proporção de 69% de participação das térmicas em relação ao consumo de energia elétrica para o município de Juazeiro do Norte. E, posteriormente, estimar as emissões de CO₂ no referido município.

4.7 EMISSÕES DE CO₂ DAS TÉRMICAS NO CEARÁ

É importante ressaltar que das usinas termoelétricas do Ceará, nenhuma delas é proveniente de biomassa (IPECE, 2018). Todas as usinas termoelétricas no Ceará possuem como fonte o carvão, o óleo diesel e o gás natural, ou seja, por meio de combustíveis fósseis. A figura 9 mostra a distribuição da infraestrutura energética elétrica no Brasil. No Ceará não apresenta nenhum círculo verde, que identifica a utilização de biomassa.

Figura 9 - Distribuição da infraestrutura energética elétrica brasileira



Fonte: adaptado de IPECE (2018).

Segundo o IPECE (2018), atualmente, o Ceará possui 36 usinas em operação tendo como as principais fontes o óleo diesel (72,2%), o gás natural (16,6%) e o carvão (11,2%). Para calcular as emissões de CO₂ das térmicas do Ceará com seus 11.602.000 MWh produzidos em 2017, foram utilizados os fatores de emissão para usinas termoelétricas por diferentes fontes descritas na tabela 8.

Tabela 8 - Fatores de emissão para usinas termoelétricas por diferentes fontes

Fonte de geração termoelétrica	Fator de emissão de CO ₂
UTE Óleo Diesel	828,96 g CO _{2e} /KWh
UTE Gás Natural	518,11 g CO _{2e} /KWh
UTE Carvão	1.144,36 g CO _{2e} /KWh

Fonte: adaptado de IPECE (2018).

Na tabela 9 é apresentada a participação das fontes de geração termoelétrica, no total de energia elétrica produzida pelas termoelétricas do Ceará no ano de 2017. Em seguida é informado o resultado do cálculo dos fatores de emissão de CO₂, levando em consideração o resultado da participação de cada fonte de geração termoelétrica.

Tabela 9 - Participação das fontes de geração das térmicas no total gerado de energia elétrica pelas térmicas em 2017 no Ceará

Fonte de geração termoelétrica e sua participação no total produzido de energia elétrica das termoelétricas no Ceará	Total de energia elétrica por fonte de geração termoelétrica em KWh
UTE Óleo Diesel (72,2%)	8.376.644.000
UTE Gás Natural (16,6%)	1.925.932.000
UTE Carvão (11,2%)	1.299.424.000
TOTAL	11.602.000.000

Fonte: adaptado de IPECE (2016, 2018) e ONS (2017).

4.7.1. Resultado de emissões de CO₂ por fonte de geração termoelétrica no Ceará

Para calcular o total das emissões de CO₂ de cada fonte de geração termoelétrica (ET_{CE}) no Ceará é só multiplicar o fator de emissão por fonte termoelétrica (FET_{comb}) (tabela 8), pelo total de energia elétrica por fonte de geração termoelétrica (EN_f) (tabela 9), (Eq. 2). Posteriormente, o resultado foi transformado de gramas para toneladas:

$$ET_{CE-i} = FET_{comb} \times EN_f \quad (2)$$

Assim, temos:

- a) Total de emissões (ET_{CE-d}) = Fator de emissão (FET_{comb-d}) 828,96 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão (EN_{f-d}) 8.376.644.000 KWh:

$$ET_{CE-d} = 828,96 \times 8.376.644.000$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{CE-d} = 6.943.902,81 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ no Ceará devido utilização de termoeétrica a óleo diesel foi de 6.943.902,81 toneladas CO₂;

- b) Total de emissões ($ET_{CE-gás}$) = Fator de emissão ($FET_{comb-gás}$) 518,11 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão ($EN_{f-gás}$) 1.925.932.000 KWh:

$$ET_{CE-gás} = 518,11 \times 1.925.932.000$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{CE-gás} = 997.844,62 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ no Ceará devido utilização de termoeétrica a gás natural foi de 997.844,62 toneladas CO₂;

- c) Total de emissões ($ET_{CE-carv}$) = Fator de emissão ($FET_{comb-carv}$) 1.144,36 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão (EN_{f-carv}) 1.299.424.000 KWh:

$$ET_{CE-carv} = 1.144,36 \times 1.299.424.000$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{CE-carv} = 1.487.008,84 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ no Ceará devido à utilização da termoeétrica a carvão foi de 1.487.008,84 toneladas.

A tabela 10 apresenta a soma das emissões CO₂, das três fontes de geração termoeétrica do Estado do Ceará.

Tabela 10 - Total de emissões de CO₂ por fonte de geração termoeétrica no Ceará em 2017

Fonte de geração termoeétrica	Emissões de CO ₂ em toneladas
UTE Óleo Diesel	6.943.902,81
UTE Gás Natural	997.844,62
UTE Carvão	1.487.008,84
TOTAL	9.428.756,27

Fonte elaborada pelo autor (2019).

Juazeiro do Norte não teve geração de energia elétrica por meio de termoeletricas. Mas, parte da energia consumida no município pode ter sido desta fonte poluidora gerada por outros municípios do Ceará (em função do sistema ser interligado). Assim, no próximo item será

apresentado o cálculo de emissões da energia consumida em Juazeiro do Norte, considerando a participação de 69% das térmicas na produção de energia elétrica do Estado do Ceará.

4.8 EMISSÕES DE CO₂ DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA EM JUAZEIRO DO NORTE

Como não é possível saber com real exatidão quanto da energia consumida em Juazeiro do Norte é proveniente de termoelétricas e quais suas emissões de CO₂ por conta do Sistema Interligado Nacional (SIN), foi realizada uma estimativa baseada na proporção em relação à produção de energia oriunda das termoelétricas cearenses no total de energia produzida no Ceará que no ano de 2017 ficou em 69% de participação.

Então foi considerada a estimativa de consumo de energia elétrica em Juazeiro do Norte em 2017, que foi de 354.058 MWh. Deste consumo, 69% seria a participação da geração termoelétrica no consumo de energia elétrica em Juazeiro do Norte que daria um total de 244.300 MWh ou 244.300.00 KWh proveniente das térmicas. A tabela 11 apresenta a estimativa por fonte.

Tabela 11 - Estimativa da participação das fontes de geração das térmicas para Juazeiro do Norte em 2017

Fonte de geração termoelétrica na estimativa para Juazeiro do Norte	Estimativa para Juazeiro do Norte do total de energia elétrica consumida por fonte de geração termoelétrica em KWh em 2017
UTE Óleo Diesel (72,2%)	176.384.600
UTE Gás Natural (16,6%)	40.553.800
UTE Carvão (11,2%)	27.631.600
TOTAL	244.300.000

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

4.8.1 Estimativa de emissões de CO₂ por fonte de geração termoelétrica para Juazeiro do Norte

Para calcular o total das emissões de CO₂ de cada fonte de geração termoelétrica (ET_{JN}), na estimativa para Juazeiro do Norte, basta multiplicar os dados referentes do fator de emissão por fonte termoelétrica (FET_{comb}) (tabela 8) pelo total de energia elétrica por fonte de geração termoelétrica para Juazeiro do Norte (EN_{fjn}) (tabela 11) (Eq. 3). Posteriormente, o resultado foi transformado de gramas para toneladas.

$$ET_{JN-i} = FET_{comb} \times EN_{fjn} \quad (3)$$

Assim, temos:

- a) Total de emissões (ET_{JN-d}) = Fator de emissão (FET_{comb-d}) 828,96 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão (EN_{fjn-d}) 176.384.600 KWh:

$$ET_{JN-d} = 828,96 \times 176.384.600$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{JN-d} = 146.215,77 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ em Juazeiro do Norte devido à termoeletrica à óleo diesel 146.215,77 toneladas CO₂;

- b) Total de emissões ($ET_{JN-gás}$) = Fator de emissão ($FET_{comb-gás}$) 518,11 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão ($EN_{fjn-gás}$) 40.553.800 KWh:

$$ET_{JN-gás} = 518,11 \times 40.553.800$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{JN-gás} = 21.011,32 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ no Ceará em Juazeiro do Norte devido à termoeletrica à gás natural 21.011,32 toneladas CO₂;

- c) Total de emissões ($ET_{JN-carv}$) = Fator de emissão ($FET_{comb-carv}$) 1.144,36 g CO_{2e}/KWh x Fator de emissão ($EN_{fjn-carv}$) 27.631.600 KWh:

$$ET_{JN-carv} = 1.144,36 \times 27.631.600$$

Transformando resultados em gramas para toneladas e mil toneladas

$$ET_{JN-carv} = 31.620,49 \text{ toneladas CO}_2$$

Total de emissões de CO₂ no Ceará devido à termoeletrica à carvão 31.620,49 toneladas.

A tabela 12 apresenta a soma das emissões CO₂ das três fontes de geração termoeletrica, estimada para Juazeiro do Norte.

Tabela 12 - Total de emissões de CO₂ em toneladas por fonte de geração termoeletrica estimada para Juazeiro do Norte em 2017

Fonte de geração termoeletrica	Emissões de CO ₂ em toneladas
UTE Óleo Diesel	146.215,77
UTE Gás Natural	21.011,32
UTE Carvão	31.620,49
TOTAL	198.847,58

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

4.9 EMISSÕES DE CO₂ DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA EM JUAZEIRO DO NORTE

O total de emissões de CO₂ de combustíveis (gasolina, diesel) GLP e do consumo de energia elétrica no município de Juazeiro do Norte - CE chega a 411.522,99 toneladas, conforme informações da tabela 13.

Tabela 13 - Total de emissões de CO₂ de combustíveis e energia elétrica em Juazeiro do Norte em 2017

Tipo de emissões	Emissões totais de CO ₂ em toneladas
Gasolina + Diesel +GLP	212.675,41
Gasolina	(103.132,63)
Diesel	(54.677,16)
GLP	(54.865,62)
Energia elétrica estimada de termoeletrica para Juazeiro do Norte	198.847,58
Total	411.522,99

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

A tabela 13 retrata uma participação maior das emissões conjuntas de CO₂ do consumo de combustíveis e GLP, em relação ao consumo de energia elétrica. No entanto, esta diferença é pequena.

4.10 CONCLUSÃO

O fato do sistema nacional de energia ser interligado impede a obtenção da informação, sobre qual ou quais as fontes de energia elétrica atendem a demanda de Juazeiro do Norte, bem como os percentuais de participação neste consumo. Entretanto, esta limitação não causa prejuízos à análise, uma vez que a ambição da pesquisa é partir de estimativas globais que conduzam a uma análise consistente. Assim, adotou-se o percentual de produção de energia elétrica térmica por combustíveis fósseis no Ceará, no ano de 2017, que representou 69% do total produzido no Estado e utilizou este mesmo percentual para a estimativa de consumo desta geração de energia elétrica em Juazeiro do Norte. Esta estimativa foi considerada para o cálculo das emissões de CO₂ no município.

No caso do consumo de combustíveis não foi necessário fazer nenhuma análise comparativa ou proporcional do Ceará em relação a Juazeiro do Norte, pois os números de consumo de combustíveis de Juazeiro do Norte são conhecidos, todavia, os dados mais recentes

são do ano de 2017. Extraídas as informações de emissão de CO₂ por energia elétrica de térmicas por combustíveis fósseis, combustível veicular (diesel e gasolina) e doméstico (GLP), foi estimado um total de emissões de 411.522,99 toneladas de CO₂ com uma participação equilibrada de 51,68% de emissões por combustíveis (de uso doméstico e veicular) e 48,32% de participação de emissões por energia elétrica oriunda das térmicas.

O que direciona a uma reflexão das estratégias para mitigar os efeitos das altas concentrações das emissões CO₂, que devem ser consideradas. Além de, uma transição energética para matrizes limpas como a solar e a utilização destas matrizes de energia limpas para conectar veículos elétricos. E, assim, diminuir as emissões de combustíveis veiculares. O resultado na redução das emissões CO₂, com a sinergia da energia solar e o abastecimento do veículo elétrico, pode ser significativo.

No próximo capítulo serão apresentadas informações sobre a área de cobertura de telhados e seu potencial de geração de energia solar anual de Juazeiro do Norte, como também a área do bairro João Cabral.

5 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA PREDIAL DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MICRO E MINIGERAÇÃO SOLAR

Este capítulo apresenta informações que correspondem ao segundo objetivo específico proposto para esta tese: identificar a área de cobertura predial do município de Juazeiro do Norte, para a avaliação do potencial de geração elétrica distribuída solar. O município serve de estudo de caso para compreender os desafios da descarbonização da economia, por meio da energia solar distribuída no semiárido nordestino. A metodologia utilizada nesta análise poderá ser adaptada para outros municípios da região.

Localizado no sul do Estado do Ceará, na região do semiárido nordestino, o município de Juazeiro do Norte é um dos mais importantes do interior do Nordeste com vocação para o turismo religioso baseado na fé do Padre Cícero Romão Batista, que em abril de 1872 fundou a cidade. O Produto Interno Bruto (PIB) do município é predominantemente voltado para serviços e seu centro de ensino superior conta com 72 cursos de graduação e 53 cursos de pós-graduação, acolhendo 22 mil alunos de diversas partes do Brasil. A sua posição geográfica estratégica coloca o município em raio de equidistância de cerca de 650 km das principais capitais do Nordeste (PREFEITURA MUNICIPAL DE JUAZEIRO DO NORTE, 2019).

O município apresenta uma população estimada no ano de 2018 de 270.000 habitantes em uma área territorial de 248,83 Km², com densidade demográfica de 1.004,45 habitantes por Km². A taxa de urbanização é de 96,07% e Juazeiro do Norte é a 3^a cidade mais populosa do Ceará e a 100^a mais populosa do Brasil. Possui salário médio de 1,8 salários mínimos e sua renda está na posição 2.836^a do Brasil que tem 5.570 municípios. O PIB per capita do município é de R\$ 14.741,44 e o PIB geral ultrapassa os 4 bilhões de reais. O bairro João Cabral possui uma população de 17.859 habitantes (IBGE, 2018).

5.1 METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DOS MAPAS E LEVANTAMENTO DA ÁREA DOS TELHADOS DE JUAZEIRO DO NORTE

A pesquisa foi elaborada em duas etapas: a primeira etapa com o objetivo de identificar a área de cobertura predial (telhados residenciais e comerciais) de todo o município de Juazeiro do Norte e, também, especificamente de um bairro carente, denominado João Cabral. A justificativa da escolha de um bairro carente é verificar o potencial da área de telhados disponível de um público, que ainda não foi inserido adequadamente pelas políticas de incentivo

da energia solar distribuída. O sistema utilizado para o levantamento de dados foi o software *Quantum Geographic Information System* (QGIS 2.18.14), com aplicação do *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), um complemento desenvolvido para o QGIS que possibilita a classificação pixel a pixel semi-automática ou supervisionada de imagens capturadas por diversos sensores/satélites. No processo de identificação das áreas de telhados do município de Juazeiro do Norte e do bairro João Cabral extraiu-se amostras das imagens geográficas (QGISBRASIL, 2015).

Na segunda etapa, após a identificação da área predial, foi avaliado o potencial de geração elétrica de micro e minigeração solar das áreas identificadas. Para este estudo utilizou-se o software SOLergo, ferramenta produzida pela empresa italiana *Electro Graphics* que permite simulações e aferições de resultado, adequada para sistemas de geração fotovoltaicos conectados à rede elétrica da distribuidora. A confiabilidade do software comercial foi validada comparando com os dados do SunData.

As estimativas do potencial fotovoltaico do telhado foram produzidas considerando como critério: a) orientação dos telhados, b) eficiências dos painéis fotovoltaicos, c) insolação na região e d) percentuais de aproveitamento do telhado. Não foram consideradas o sombreamento de árvores e a existência de caixa d'água, em virtude da limitação do software. No entanto, este fato não causou prejuízos à análise, uma vez que foram consideradas estimativas de aproveitamento de 50%, 75% e 100% do total das áreas dos telhados.

5.2 APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM ÁREAS URBANAS

Várias cidades em todo mundo estão incentivando o uso da energia solar no encorajamento do conceito de cidades sustentáveis. A geração distribuída solar fotovoltaica pode transformar bairros e áreas urbanas em “pequenas usinas localizadas”, para geração de eletricidade (KODYSH *et al.*, 2013). Cidades com potencial solar fotovoltaico, como é o caso das cidades do semiárido nordestino, devem identificar sua área de telhado e avaliar a capacidade de rendimento da energia elétrica produzida pelas placas solares. Este aproveitamento da energia solar fotovoltaica em telhados e fachadas de edifícios residenciais, comerciais, industriais, públicos ao redor de todo o país é algo sustentável dos pontos de vista econômico, social e ambiental.

Modelar o potencial solar dos telhados é um processo desafiador em função das oscilações como, por exemplo, as variações sazonais na intensidade de radiação, sombreamento de árvores, sombreamento de edifícios vizinhos, existência de caixas d'água, características de

construção, como o tamanho do telhado, inclinação e orientação, que geram impacto no resultado de radiação solar (KODYSH *et al.*, 2013; WIGINTON; NGUYEN; PEARCE, 2010).

Assim, compreender o potencial fotovoltaico da cobertura de telhados é fundamental para o planejamento da rede, para a formulação de futuras políticas de energia e sistema de financiamento. Uma vez que segundo Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) na maioria das regiões estes dados relativos simplesmente, não existem.

5.3 CONSTRUÇÃO DOS MAPAS E RESULTADO DA ÁREA DOS TELHADOS EM JUAZEIRO DO NORTE

Foi usada uma imagem do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS, sigla em inglês) 4, datada do dia 17 de julho de 2018, adquirida junto ao Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esta imagem é a mais próxima em relação ao ano de 2017, em que as projeções de consumo de combustíveis e energia elétrica foram feitas nos capítulos anteriores. A plataforma deste satélite possui quatro sistemas imageadores, os quais possuem resoluções consideradas ótimas que auxiliam em estudos municipais ou regionais (INPE, 2019). A tabela 14 mostra os sistemas geradores de imagens do CBERS 4, com suas respectivas resoluções:

Tabela 14 - Sistemas geradores de imagens do CBERS 4 e resoluções

Câmeras do CBERS 4	Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN)	Câmera Multiespectral Regular (MUX)	Imageador Multiespectral e Termal (IRS)	Câmera de Campo Largo (WFI)
Resolução	5 m / 10 m	20 m	40 m / 80 m	64 m

Fonte: adaptado de INPE (2019).

*Infravermelho Termal (TIR)

Desta forma, com o intuito de alcançar o resultado desejado, optou-se por utilizar apenas as imagens da Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN), por apresentar a resolução de 5m/10m. Posteriormente, a partir da composição das bandas 2, 3 e 4, as quais representam a composição colorida *Red Green Blue* (RGB), foi extraída a área de estudo, (área urbana de Juazeiro do Norte). Em seguida aplicou-se o algoritmo SCP, o qual foi alimentado com 4 amostras de cada grupo de telhados dentro da cidade, totalizando 8 amostras.

Os grupos são: a) grupo 1: para estruturas/residências com apenas um pavimento; e b) grupo 2: são as estruturas/residências com mais de um pavimento e galpões industriais, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos grupos de telhados de Juazeiro do Norte

Grupo 1	Grupo 2
Estruturas e residências com um pavimento	Estruturas e residências com mais de um pavimento e galpões

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Desse modo, para cada grupo gerou-se uma imagem raster contendo os pixels dos telhados. Estas imagens são a base para a construção dos mapas, tanto da área de total de telhado de Juazeiro do Norte como para o bairro João Cabral.

Na construção do mapa da área total dos telhados do município foram utilizadas as imagens completas e, no do bairro João Cabral foi extraído destas imagens a área do bairro. Ao final do processamento obteve-se um *shapefile* contendo as amostras selecionadas, a partir destas extraiu-se as informações referentes à área dos telhados. Foi utilizada a ferramenta SCP do QGIS para realizar o processamento da imagem. Em seguida, foi elaborada a construção do mapa final com acréscimo de camadas vetorizadas com limites municipais.

A partir das imagens *raster* com informações dos telhados, extraiu-se a área do bairro João Cabral. Esta extração ocorre pelo procedimento de recorte de *raster*, onde se alimenta o QGISBrasil (2018) com um arquivo vetorizado da área do bairro (disponibilizados na base de dados do IBGE) e, se recorta o *raster* daquela área desejada. Por fim, se obtém uma imagem *raster* com a área dos telhados do bairro João Cabral.

A construção do mapa e extração do valor das áreas é igual ao procedimento descrito, anteriormente, para área total da cidade. As imagens que contém os pixels dos telhados são vetorizadas. Com a calculadora de campo da tabela de atributos, à qual foi adicionado um novo campo, foi acrescentada a função área e disponibilizado o cálculo pelo software que gera um novo campo informando a área de cada classe. Assim, foram obtidos os seguintes resultados conforme tabelas 15 do município de Juazeiro do Norte:

Tabela 15 - Áreas dos telhados do município de Juazeiro do Norte

Área Analisada	Área (km²)
Área Total dos Bairros de Juazeiro do Norte	79,23
Telhado 1 - Estruturas e residências com um pavimento	21,98
Telhado 2 – Estruturas e residências com mais de um Pavimento e Galpões	7,48
Soma das áreas dos telhados de Juazeiro do Norte	29,46

Fonte: elaborada pelo o autor (2019).

E na tabela 16 encontram-se as áreas dos telhados do bairro João Cabral:

Tabela 16 - Áreas dos telhados do bairro João Cabral

Área Analisada	Área (km ²)
Área Total do Bairro João Cabral	7,018
Telhado 1 - Estrutura e residências com um pavimento no bairro João Cabral	2,144
Telhado 2 – Estrutura e residências com mais de um pavimento e galpões no bairro João Cabral	0,276
Soma das Áreas dos Telhados do bairro João Cabral	2,420

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Em seguida, as áreas totais de telhados do município de Juazeiro do Norte, bem como do bairro João Cabral serão os objetos de avaliação do potencial solar.

5.4 POTENCIAL DE MICRO E MINIGERAÇÃO SOLAR DAS ÁREAS DE TELHADOS EM JUAZEIRO DO NORTE

Para realizar o estudo da avaliação dos telhados da cidade de Juazeiro do Norte e do bairro João Cabral foi selecionado o software SOLergo, que é uma ferramenta utilizada para simulações e aferições de resultado. Como explicado anteriormente, foi habilitado para simular sistemas de geração fotovoltaicos conectados à rede elétrica da distribuidora. A geração de memorial descritivo do sistema simulado, o dimensionamento do inversor para a referida aplicação, além do banco de dados de variados módulos fotovoltaicos e inversores, compõe uma lista de fatores que justificam de maneira técnica a seleção desse software.

5.4.1 Dados iniciais de estudo

Para realizar a simulação do potencial solar foram utilizados os valores das áreas de telhados da tabela 15 em Juazeiro do Norte e, da tabela 16 no bairro João Cabral, consolidadas na tabela 17.

Tabela 17 - Localidade e áreas respectivas dos telhados

Localidade	Área (km ²)	Área (m ²)
Juazeiro do Norte	29,46	29.460.000
João Cabral	2,42	2.420.000

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Para realizar a estimativa do potencial foram feitas simulações em diferentes situações de aproveitamento da área disposta:

- a) aproveitamento de 50% do total das áreas de telhado;

- b) aproveitamento de 75% do total das áreas de telhado;
- c) aproveitamento de 100% do total das áreas de telhado.

Estes índices foram utilizados para estimar diferentes cenários, indo desde um valor teórico de 100% da área, que representa o cenário ideal (mas, improvável) até valores mais prováveis que poderiam ser alcançados no perfil urbano estudado.

5.4.2 Procedimentos de simulação

Os dados gerais de entrada no sistema a ser simulado são: denominação do projeto, descrição, país, estado, cidade e as coordenadas geográficas do local onde será instalado o sistema. A seleção do município de Juazeiro do Norte ocorre quando são inseridas suas coordenadas de latitude e longitude.

Devido à ausência das características detalhadas dos telhados da cidade de Juazeiro do Norte, foi considerado que todos os telhados estão sujeitos às mesmas condições de irradiação e temperatura. Assim, o total de painéis utilizados nas simulações foram submúltiplos da área disponível, ou seja, uma simples divisão da área de telhados pela área unitária do painel.

A área do painel ou módulo fotovoltaico utilizado nestas simulações é de $1,94\text{m}^2$. Com esta informação e com os dados da tabela 16, pode-se inferir o número de módulos para a simulação de Juazeiro do Norte e para a simulação do bairro João Cabral:

- a) área de telhados disponível em Juazeiro do Norte de $29.460.000\text{ m}^2$ / tamanho do módulo fotovoltaica de $1,94\text{m}^2 = \mathbf{15.185.566\text{ módulos}}$;
- b) área de telhados disponível no bairro João Cabral de $2.420.000\text{ m}^2$ / tamanho do módulo fotovoltaica de $1,94\text{m}^2 = \mathbf{1.247.423\text{ módulos}}$, respectivamente.

O módulo fotovoltaico utilizado foi o de 330 Wp (como será visto posteriormente), com a potência instalada para as duas simulações de aproximadamente 5,01 GWp para Juazeiro do Norte e 411,65 MWp para o bairro João Cabral (no caso de aproveitamento de 100% dos telhados). Módulos estes que foram agrupados de forma a satisfazer os valores de tensão e corrente do inversor selecionado, já que isso não interfere no total de painéis utilizados, e nem na eficiência da instalação total.

Essas potências instaladas foram calculadas segundo a irradiação solar líquida de $2.134,5\text{ kWh/m}^2\text{ano}$, na inclinação de 7° determinada pelo SOLergo. Utilizando as informações do SunData, na mesma inclinação, com média diária de $5,90\text{ kWh/m}^2\text{dia}$ e multiplicando por

365 dias tem-se 2.153,5 kWh/m²ano. Portanto, uma diferença de apenas 0,89% entre o software e o SunData, o que valida as informações.

Na aba ‘Exposições’ do *software* pode ser selecionado o tipo de instalação dos módulos, desde sua orientação azimutal até a sua inclinação. Enquanto na opção ‘Tipo de instalação’ há quatro opções para seleção: a) ângulo fixo; b) rastreador de um eixo (azimute); c) rastreador de dois eixos; e d) rastreador de eixo inclinado.

Como esta simulação é relacionada à instalação estática, a opção selecionada neste item foi ‘Ângulo fixo’.

Na seção ‘Orientação de módulos fotovoltaicos’ existem 3 dados para entrada do usuário: Orientação (azimute); Inclinação (tilt); Inclinação da superfície.

Para um melhor aproveitamento da radiação solar, a orientação azimutal do painel deve ser oposta ao hemisfério que este está presente. No caso dessa simulação feita no hemisfério sul, o painel deve ser orientado ao norte, devido à trajetória leste oeste do sol. Assim, no que diz respeito ao software isso implica que na opção azimute deve estar com o valor de 180°, pois a orientação do programa se dá ao sul. Quanto ao ângulo de inclinação (tilt) dos módulos foram simuladas duas situações:

- a) situação mais recomendada para aproveitamento da irradiação local, que seria a inclinação dos módulos idêntica à latitude da localização da instalação. No caso da cidade de Juazeiro do Norte e do bairro de João Cabral de 7°12’. Entretanto, uma situação pouco provável, pois a maioria dos telhados da cidade é de casas, com telhados não planos, porém deve se supor a utilização de um arranjo construtivo que oriente a placa para a inclinação correta;
- b) no caso da inclinação do módulo ser posicionada de forma paralela à inclinação dos telhados, por motivos construtivos da instalação, a inclinação chega a 30% ou 72,5°. Estes valores são geralmente adotados para telhados de telha colonial de cerâmica, que compõe grande parte dos telhados residenciais sendo uma situação mais provável.

Para a seleção de componentes é necessário acessar a respectiva aba do SOLergo: o programa solicita informar o modelo do módulo fotovoltaico utilizado na instalação. Tem-se a opção de selecionar um módulo fotovoltaico, que se encontra presente no banco de dados do *software* com todas as características mais importantes do módulo como: potência nominal, dimensões, coeficientes de temperatura, rendimentos etc. Caso um determinado módulo selecionado não esteja presente no banco de dados há a opção de declarar manualmente as características de um módulo e, acrescentá-lo ao banco de dados.

Para este estudo foi selecionado o módulo fabricado pela *Canadian solar inc*, módulo composto de silício policristalino no modelo CS6U-330P com especificações descritas na tabela 18. A justificativa para a escolha desse modelo de módulo fotovoltaico é a sua grande disponibilidade no mercado, no âmbito da aplicação de geração distribuída residencial e predial que compõe a maioria do perfil das edificações locais. Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) afirmam que o potencial de produção de energia depende muito do tipo de painel fotovoltaico utilizado.

Tabela 18 - Dados do módulo fotovoltaico utilizado na simulação

Dados elétricos	
Potência nominal máxima (Pmax)	330 W
Tensão nominal (Vmp)	37,2 V
Corrente nominal (Imp)	8,88 A
Tensão de circuito aberto (Voc)	45,6 V
Corrente de curto-circuito (Isc)	9,45 A
Eficiência	16,97 %
Temperatura de operação	-40° C ~ 85° C
Tensão máxima	1500 V (IEC)
Dados mecânicos	
Tipo de célula	Policristalina
Dimensões	1960 x 992 x 40 mm
Peso	22,4 kg
Características de Temperatura	
Coefficiente de temperatura (Pmax)	-0,41 %/ °C
Coefficiente de temperatura (Voc)	-0,31 %/ °C
Coefficiente de temperatura (Isc)	0,053 %/ °C

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

O próximo item é o inversor solar. Também há um banco de dados de inversores comerciais para seleção rápida, bem como na seleção dos módulos. Após indicar a potência do sistema fotovoltaico e usar o dimensionamento assistido disponibilizado pelo SOLergo, foi selecionado o modelo de inversor GPtech PV2820WD3LV450 que opera em frequência de 60Hz. É importante destacar que na simulação foi considerada a área total de telhados, como uma única área contínua.

A mesma análise de módulos e inversores utilizados para geração distribuída é utilizada também na geração centralizada. A diferença fundamental, de uma instalação fotovoltaica distribuída para a instalação centralizada em uma usina ou fazenda solar, é a necessidade de um estudo de localização geográfica e a viabilidade econômica mais complexa para a usina solar. Seus custos variáveis podem estar relacionados ao valor do metro quadrado, as despesas de preparo do solo e os impostos recolhidos e incentivos fiscais em cada unidade da federação. Ademais, podem-se adicionar ainda outros tópicos como estudo topográfico e geotécnico, a

meteorologia local, a proximidade com estradas e rodovias e linhas de transmissão, a incidência solar, a disponibilidade de água no terreno e a necessidade de estudo de impactos ambientais. (FRONTIN *et al.*, 2017).

Uma observação importante que deve ser feita é que o software SOLergo não foi capaz de realizar a simulação completa para Juazeiro do Norte, considerando o número total de módulos necessários para cobrir toda a área de telhados disponíveis de 15.185.566 de módulos. É uma limitação do software, calcular com o número de módulos maior que 7 (sete) dígitos. Para contornar esta situação foi realizada uma simulação considerando um número de módulos de 10% do total necessário, ou seja, 1.518.556 módulos e a produção de energia total em KWh foi multiplicada por 10, para obter a produção anual esperada em GWh do número total de módulos da situação desejada. No caso do cálculo do bairro João Cabral, a simulação foi realizada com os 1.247.423 módulos.

5.4.3 Simulação da produção anual de energia elétrica solar

A aba ‘componentes’ do software SOLergo indica a energia total produzida anualmente pelo sistema com inclinação de 7° e 72,5° em Juazeiro do Norte e, no bairro João Cabral. Os resultados da simulação do bairro João Cabral são apresentados na tabela 19, respeitando os parâmetros anteriormente definidos e transformando os resultados de KWh para GWh:

Tabela 19 - Resultado das simulações do bairro João Cabral

Produção anual de energia elétrica - Bairro João Cabral (GWh)		
Aproveitamento da área de telhados	Inclinação de 7°	Inclinação de 72,5°
100% da área	678,23	382,36
75% da área	508,67	286,77
50% da área	339,12	191,18

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Os resultados da simulação de Juazeiro do Norte apresentados na tabela 20, são os seguintes:

Tabela 20 - Resultados das simulações da cidade de Juazeiro do Norte

Produção anual de energia elétrica - Juazeiro do Norte (GWh)		
Aproveitamento da área de telhados	Inclinação de 7°	Inclinação de 72,5°
100% da área	8.088,98	4.559,72
75% da área	6.066,73	3.419,79
50% da área	4.044,49	2.279,86

Fonte: dados da pesquisa (2019).

É esperado existir diferenças entre a geração de energia, para valores de inclinação diferentes do módulo. No caso ideal, onde a irradiação é aproveitada ao máximo tem-se que a quantidade de energia gerada é quase o dobro da mesma situação em que a placa é instalada em paralelo ao telhado. Ou seja, recomenda-se a correta instalação do módulo de maneira a orientar sua inclinação para o máximo de aproveitamento de irradiação.

Observa-se também, que o comportamento da produção de energia é linear em função da área utilizada de telhados. Isto ocorre porque todas as placas estão submetidas a condições similares de irradiação e temperatura. Para efeito de análise, como um resultado factível, foi considerado o aproveitamento de 50% dos telhados com inclinação de 72,5° em Juazeiro do Norte.

Os dados referentes às estimativas para o consumo de energia elétrica no ano de 2017, do município de Juazeiro do Norte, foram de 354,05 GWh onde 159,14 GWh foram consumidos pelas residências. Comparando este consumo total de Juazeiro do Norte com os dados da simulação percebe-se que ao utilizar os módulos fotovoltaicos, sem correção da inclinação dos módulos, com aproveitamento de 100% das áreas dos telhados do bairro de João Cabral (cenário pouco provável) seria possível gerar 382,36 GWh ao ano. Este valor é mais que suficiente, para atender todo o consumo anual de energia elétrica do município de Juazeiro do Norte.

No cenário mais provável, com aproveitamento de 50% das áreas dos telhados do bairro João Cabral, o resultado seria de 191,18 GWh. O que daria para atender mais da metade do consumo anual do município de Juazeiro do Norte. O aproveitamento de 50% da área de telhados de todo o município de Juazeiro do Norte, com inclinação 72,5°, geraria uma produção anual de 2.279,86 GWh. Esta produção seria mais do que suficiente para atender a demanda anual energética de Juazeiro do Norte. Além de, reduzir de forma significativa às emissões de CO₂ oriundas das termoelétricas proporcionais calculadas para o município.

Neste cenário, estes dados de produção 2.279,86 GWh provavelmente poderiam abater às emissões de CO₂, oriundas das termoelétricas proporcionais calculadas para outros municípios. Com tais informações das estimativas de produção de energia elétrica distribuída solar, fica evidente o enorme potencial da área de telhados de Juazeiro do Norte, bem como para o caso específico do bairro João Cabral.

5.5 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS COM A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM JUAZEIRO DO NORTE: DIMENSÃO SOCIAL

Segundo a ABSOLAR (2017) são 30 empregos por 1 megawatt de energia solar instalado. Estes empregos em sua maioria são em micro e pequenas empresas e, as pessoas contratadas com carteira assinada são predominantemente de posições de engenheiros, técnicos em desenho e instalação de projetos e manutenção.

Utilizando o cenário de aproveitamento de 50% da área de telhados de todo município de Juazeiro do Norte, tem-se uma produção anual de 2.279,86 GWh ou 2.279.860 MWh. Esta produção de energia anual dos 50% é oriunda da potência instalada de aproximadamente 2,5 GW pico. Neste sentido, estes dados da geração de emprego da ABSOLAR, uma potência instalada em Juazeiro do Norte, poderia gerar 75.000 empregos nas posições citadas anteriormente.

5.6 EMISSÕES DE CO₂ EVITADAS PELA NÃO LIGAÇÃO DAS TÉRMICAS COM A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM JUAZEIRO DO NORTE: DIMENSÃO AMBIENTAL

O potencial fotovoltaico dos telhados do município de Juazeiro do Norte, utilizando o cenário de aproveitamento de 50% da área de telhados, é de uma produção anual de 2.279,86 GWh. Esta produção é bem superior aos 244,30 GWh estimados do consumo de geração de eletricidade, que são oriundos de termoeletrica para Juazeiro do Norte (com suas 198.847,58 toneladas de emissão de CO₂) e do consumo geral, estimado de energia que foi de 354,05 GWh, em 2017. Assim, a tabela 21 informa o total de emissões evitadas em toneladas de CO₂ para Juazeiro do Norte, o total de emissões de CO₂ emitidas por combustíveis veiculares (gasolina e diesel) e domésticos (GLP), bem como as emissões utilizando os painéis fotovoltaicos.

Os Painéis Fotovoltaicos (PV), considerando todo seu Ciclo de Vida (ACV), emitem em média 0,048 tCO_{2eq}/MWh (IPCC, 2014). Uma térmica clássica emite entre 15 e 17 vezes mais CO_{2eq}. Com o potencial de geração 2.279,86 GWh, por meio de PV, as emissões em todo ciclo de vida destes painéis seriam de 109.392 tCO₂ (IPCC, 2014).

Do total de emissões de 411.522,99 toneladas de CO₂ poderiam ser evitadas 302.131 tCO₂, caso o potencial de produção de 2.279,86 GW/h de energia elétrica solar fosse aproveitado. O que significa um total de 74% de menos emissões, substituindo a termoeletrica por energia solar e zero emissão de combustível veicular. E, assim, compensando com excedente de energia solar, caso fosse feita uma compensação de CO₂ referente ao consumo de energia elétrica de outros municípios vizinhos.

Apesar da falta de acordo, em relação ao mercado de créditos de carbono na COP 25 de Madrid, se caso 1 (uma) tonelada de carbono chegasse ao valor de US\$ 50 o total de 302.131 tCO₂ toneladas de emissões de CO₂ evitadas poderiam gerar um retorno anual em vendas de crédito de carbono, de quase 15,1 milhões de dólares ou as 89.455 tCO₂. Elas são referentes apenas a diferença das emissões das térmicas com as emissões dos painéis fotovoltaicos e, poderiam gerar US\$ 4,47 milhões anuais em crédito de carbono.

Tabela 21 - Emissões evitadas de CO₂ em Juazeiro do Norte

Emissão	Toneladas de Co ₂ em 2017				
Emissão anual de CO ₂ de Juazeiro do Norte em 2017	212.675,41 toneladas de emissão de CO ₂ de combustíveis veiculares e domésticos	198.847,58 toneladas estimadas de emissão de CO ₂ de energia termoelétrica	Total de 411.522,99 toneladas de emissões de CO₂ (combustível e térmicas)	- 109.392 toneladas estimadas de emissões de CO ₂ de painéis fotovoltaicos	Total de 302.131 toneladas evitadas de emissões de CO₂ substituindo térmicas por painéis fotovoltaicos

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Para Lourenço (2016) as estimativas de emissão de CO₂ são importantes, para o desenvolvimento de estratégias de controle de emissões e de mitigação. A utilização do potencial solar, para gerar energia elétrica em substituição das termoelétricas por combustíveis fósseis, pode possibilitar estas reduções nas emissões de CO₂ e contribuir para que o Brasil atinja os compromissos assumidos nos acordos internacionais.

Assim, é fundamental frisar que os acordos internacionais destacam a importância de descarbonizar a economia e, que o Brasil também se comprometeu em avançar nas tecnologias de fontes renováveis, além da fonte renovável hídrica. Na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima, a meta é aumentar a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de energia solar (BRASIL, 2017).

Na **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável** (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015), os objetivos 7 e 11 destacam a importância da energia limpa como componente das cidades e comunidades sustentáveis. No **Acordo de Paris** (BRASIL, 2017), um dos objetivos estabelecidos foi reduzir as emissões de CO₂ em 37% até 2025. Outro ponto importante é a **síntese dos compromissos do Brasil no Acordo na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - COP21**, (GOV.BR, 2015); redução de 43% de gases do efeito estufa até 2030.

5.7 PRODUTORES DE ENERGIA: DIMENSÃO ECONÔMICA

Como citado anteriormente, é evidente o enorme potencial da área de telhados de Juazeiro do Norte bem como para o caso específico do bairro João Cabral.

Se ocorresse a alteração da legislação, permitindo a venda do excedente de energia com as tarifas *feed-in* para o micro e miniprodutores (descrita anteriormente no subcapítulo de incentivos internacionais, para energia solar em países com grande potência acumulada), os habitantes do bairro carente João Cabral poderiam se transformar em produtores de energia e aumentar a renda com a venda do excedente. Assim, o mesmo poderia ocorrer em outras localidades do semiárido nordestino.

5.8 CONCLUSÃO

Considerando as limitações da pesquisa, no sentido de não ter sido viável a análise de cada área de telhado, individualmente, com suas condições de inclinação, sombreamento, irradiação e temperatura (foram analisados todos os telhados de maneira padrão), o resultado do potencial de energia elétrica distribuída solar foi muito promissor. A análise do potencial de telhados de Juazeiro do Norte e do bairro João Cabral revelou uma capacidade de geração anual de energia elétrica, baseada na fonte solar distribuída muito superior ao consumo anual do próprio município.

Avaliando um cenário de 50% de aproveitamento da área de telhados do município de Juazeiro do Norte, que é algo factível, foi identificada uma relação de 540% do potencial de geração elétrica de energia solar distribuída em telhados em relação ao consumo do município. Esta relação de mais 540% é superior ao previsto e apresentado anteriormente pela EPE (2014), que foi de 334% para o Estado do Ceará na relação potencial solar residencial em relação ao consumo de energia.

O fato da estimativa do potencial solar incluir telhados de área comercial/galpões e, o fato município de Juazeiro do Norte apresentar características específicas, como ter área territorial total de 248,83 Km², alta densidade demográfica de 1.004,45 habitantes por Km² e taxa de urbanização é de 96,07% podem ter sido determinantes para ter gerado os resultados estimados e expressivos de geração anual de energia solar distribuída. Todavia, acredita-se que resultados semelhantes poderiam ser alcançados em outros municípios do semiárido nordestino.

Outro fato importante na análise é que toda esta estimativa de geração de energia solar tem uma enorme capacidade de reduzir as emissões de CO₂, proveniente da geração de energia

elétrica por térmicas a combustíveis fósseis. No caso de Juazeiro do Norte, essa redução pode chegar a 74% do total de emissões, substituindo a termoelétrica por energia solar. As sobras de energia limpa, do potencial gerador solar em Juazeiro do Norte, poderiam ser utilizadas para compensar a energia elétrica de térmicas de outros municípios. E, outros municípios também poderiam estimular o investimento na geração solar distribuída. Dessa forma, no próximo capítulo será apresentado o marco legal nacional e do Estado do Ceará na adoção da energia renovável.

6 MARCO LEGAL NACIONAL E DO ESTADO DO CEARÁ NA ADOÇÃO DA ENERGIA SOLAR DISTRIBUÍDA

O presente capítulo atende ao terceiro objetivo específico da tese: avaliar os incentivos, o marco legal nacional e do Estado do Ceará, na adoção da geração de energia distribuída solar e os seus resultados. Para avaliar os incentivos, o marco legal nacional e do Estado do Ceará na adoção da geração de energia distribuída solar e os resultados alcançados na geração distribuída solar, foram utilizados o levantamento de dados secundários por meio de revisão de literatura e a coleta de informações documentais extraídas de diversas fontes como a ANEEL, IBGE, ABSOLAR, EPE, FIEC dentre outros. Com o objetivo de visualizar as leis, decretos, resoluções e os dados estatísticos.

6.1 MARCO LEGAL NACIONAL: GERAÇÃO SOLAR DISTRIBUÍDA

A ANEEL (2016, 2017), enfatiza que os incentivos voltados à geração distribuída solar são justificados por diversos aspectos, no qual em uma visão mais ampla, verifica-se a presença de benefícios importantes em que o mesmo pode trazer para o sistema elétrico. Entre estes, podem ser citados: a possibilidade de a matriz energética ser diversificada, o baixo impacto ambiental, a redução de perdas que passam a ser minimizadas, diminuição dos investimentos em expansão dos sistemas de transmissão, dentre outros benefícios apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Síntese dos benefícios da micro e minigeração distribuída solar

Benefícios
Sistema de compensação de energia – utilização dos créditos por 5 anos
Autoconsumo remoto – O consumidor poderá usar os créditos para abater a fatura de outros imóveis cuja conta esteja sob sua titularidade, mesmo em outros locais.
Isenção do ICMS – Produção de energia fotovoltaica distribuída injetada na rede de distribuição
Energia renovável e diversificação da matriz elétrica brasileira
Redução dos custos de energia no médio prazo
Fonte não emissora de CO₂ na geração de energia
Redução das perdas e dos custos de transmissão e distribuição

Fonte: adaptado de ANEEL (2012, 2015); ICMS (2015); ABSOLAR (2018).

Em relação ao marco legal, nacional relacionados à energia solar distribuída, é importante destacar que a micro e minigeração distribuída solar e suas condições gerais para pessoa física e jurídica foi determinada inicialmente pela **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**.

6.1.1 Resolução Normativa nº 482/2012

A partir desta resolução, o aproveitamento da irradiação solar para gerar energia para residências e empresas torna-se uma realidade. Assim, a pessoa ou gestor de uma empresa que decide implantar esta ideia pode ser um micro ou minigerador de energia. A energia pode ser produzida por meio de fontes consideradas renováveis ou cogeração qualificada, como também passar a fornecer aquilo que excedeu para uma rede de distribuição local. Esta resolução trata das questões relacionadas à micro e da minigeração distribuída de energia elétrica, o que inclui a solar.

Assim, em 2012, a ANEEL (2016, 2017) com intuito de fomentar a geração de energia solar fotovoltaica editou a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, que descreve as condições gerais para que a pessoa física ou jurídica possa produzir sua energia e o sistema de compensação de energia, conhecido como *net-metering*. O modelo representa a principal política de incentivo à instalação de geração distribuída no país. O sistema é realizado por meio de medidores bidirecionais, que medem o fluxo em uma unidade consumidora no qual a energia produzida e injetada na rede pode ser abatida do consumo da própria unidade, ou de outra unidade do mesmo titular. E, o crédito em quantidade de energia ativa que, deve ser utilizado em até 60 meses. Caso o consumidor não produza a energia para atender sua demanda, ele deve pagar pela diferença entre a energia consumida e gerada (EPE 2014).

Outro ponto importante a destacar é que durante a vigência Resolução Normativa nº 482, foi firmada no convênio **CONFAZ nº 16, de 22 de abril de 2015**. O convênio é uma iniciativa do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que autoriza os estados a isentarem o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora local à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora. É de livre escolha dos estados da federação a adesão ao convênio e o Estado do Ceará foi um dos que aderiram ao convênio.

Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Cláusula primeira Ficam os Estados do Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe,

Tocantins e o Distrito Federal autorizados a conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 (CONFAZ, 2015, *online*, grifo do autor).

Antes da Resolução Normativa nº 482 ser alterada para a Resolução Normativa nº 687, foi promulgada ainda a **Lei nº 13.169, de 06 de outubro de 2015**, que trata da isenção do PIS/PASEP/COFINS injetada na rede de distribuição.

Art. 8º Ficam reduzidas a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica ativa injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica para microgeração e minigeração distribuída, conforme regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (BRASIL, 2015, *online*).

6.1.2 Resolução Normativa nº 687/2015

A Resolução Normativa nº 482 foi alterada pela **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**, que estabelece as seguintes definições para micro e minigeração distribuída. Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW. E, minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor, ou igual a 5 MW para demais fontes de energia renováveis.

A Resolução Normativa nº 687 (ANEEL, 2015), possibilitou a geração distribuída em condomínios (múltiplas unidades consumidoras). Desta forma, a energia produzida pode ser dividida entre os condôminos. A ANEEL promoveu ainda a possibilidade da ‘geração compartilhada’, que é a união de interessados em consórcios ou em cooperativas. Assim, por meio da instalação da micro ou minigeração distribuída, os cooperados ou consorciados podem reduzir seus custos de energia.

Segundo Frontin *et al.* (2017) também foi importante à criação da categoria de autoconsumo remoto, representada por unidades consumidoras de uma mesma pessoa jurídica ou física, que possua unidade com micro ou minigeração em local distinto das unidades consumidoras. Vale ressaltar, que os prazos para elaboração de parecer da distribuidora que

passaram a ser no máximo para 15 (quinze) dias para microgeração e de 3 (três) dias para a minigeração.

Assim, as Resoluções Normativas n° 482 e n° 687 (ANEEL, 2015) vieram materializar uma importante política pública, que trata do incentivo da geração de energia fotovoltaica distribuída. E, viabilizando a conexão de micro e minigeradores de energia fotovoltaica a rede de distribuição. Em abril de 2019, a ANEEL promoveu audiências públicas em três cidades brasileiras, São Paulo, Brasília e Fortaleza, para discutir uma nova atualização da Resolução Normativa.

O autor da tese se fez presente nesta audiência pública na cidade de Fortaleza, participando como ouvinte. Com o auditório lotado, estavam mais de 90 (noventa) representantes de empresas instaladoras de placas fotovoltaicas (a maioria do Ceará) tecendo críticas à possibilidade de alteração da legislação para cobrar o uso da rede de distribuição, denominada Tarifa de Uso de Rede de Distribuição (TUSD) FIO A e B (alta e baixa tensão). Os representantes das empresas instaladoras alegavam o risco de um impacto negativo no setor fotovoltaico, sobretudo na viabilidade financeira. Nesta ocasião, observou-se a presença de poucos representantes da distribuidora de energia.

Com a Resolução Normativa n° 687 (BRASIL, 2015) ainda em vigência, foram promulgadas as seguintes portarias e convênio:

- a) **portaria n° 538, de 15 de dezembro de 2015 do Ministério de Minas e Energia, lançou o Programa de Geração Distribuída (ProGD)**, com a finalidade de promover a geração distribuída por fontes de energia renováveis e cogeração em prédios públicos (como escolas, universidades e hospitais) e privados, sejam eles industriais, comerciais e residenciais;
- b) **convênio de iniciativa do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) n° 156, de 10 de novembro de 2017**, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica. O referido convênio isenta o ICMS dos geradores e módulos. Os demais equipamentos como conectores, cabos, inversores, dentre outros, somente gozarão de isenção se forem vendidos em conjunto, caracterizando-se um gerador fotovoltaico. Novamente é de livre escolha dos estados da federação a adesão ao convênio;
- c) **portaria n° 643 de 14 de novembro de 2017 do Ministério das Cidades** que dispõe sobre as condições gerais para a provisão de sistemas alternativos de geração de energia, incluindo energia solar fotovoltaico para empreendimentos contratados no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

Art. 2º - O estabelecimento de condições gerais para utilização de sistemas alternativos de geração de energia nos empreendimentos do PMCMV tem por objetivo adotar medidas visando à sustentabilidade ambiental dos empreendimentos, com obtenção de maior eficiência energética e contribuindo para a economia de energia e redução de despesas dos beneficiários.

Art.3º - Para fins do disposto nesta portaria consideram-se sistemas alternativos de geração de energia aqueles instalados em empreendimentos ou conjunto de empreendimentos, podendo ser complementares às redes de distribuição existentes no município e que utilizem fontes renováveis, tais como: I - energia de biomassa; II - energia eólica, III - energia solar [...] § 1º - São considerados sistemas de geração de energia solar: I - sistema de aquecimento de água (SAS); II - **sistema de geração de energia elétrica a partir da radiação solar, por meio do efeito fotovoltaico**, ou Sistema Fotovoltaico (SFV) (BRASIL, 2017, *online*, grifo do autor).

A portaria admite, ainda, a elevação do valor máximo de aquisição das unidades habitacionais em até R\$ 3.000,00 (três mil reais), relativos ao custo de aquisição, instalação e outros serviços.

6.1.3 Fundos de financiamento

Importante destacar dois fundos de financiamento:

- a) **Fundo Clima do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)**, atualmente regido pelo Decreto nº 10.143 de 28 de novembro de 2019, permitindo que as pessoas físicas financiem instalações de geração de energia solar com juros abaixo do mercado. Os limites do fundo alcançam 80% dos itens financiáveis, podendo chegar a R\$ 30 milhões a cada 12 meses por beneficiário. Pessoas físicas e pessoas jurídicas (empresas, prefeituras, governos estaduais e produtores rurais) podem requerer o benefício, com um custo financeiro reduzido (BNDES, 2018);
- b) **FNE SOL (Pessoa Física do Banco do Nordeste)** autorizada pela Portaria Interministerial nº 461, com data de publicação no Diário Oficial da União em 30 de novembro de 2018. No final de 2018, o Banco do Nordeste (BNB) passou a oferecer financiamento de até R\$ 100 mil com juros subsidiados para pessoa física nos projetos residenciais de micro e minigeração de energia renovável com prazo de carência de 8 anos. O financiamento vale para equipamentos nacionais e importados, desde que tenham certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e/ou certificações internacionais.

6.2 MARCO LEGAL DO ESTADO DO CEARÁ PARA ADOÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

O Comitê de Acesso à Informação da Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) do Governo do Estado do Ceará disponibiliza o marco regulatório estadual e, os incentivos que tratam de energias renováveis (Anexo K).

O marco legal do Estado do Ceará, para a adoção de energia renovável, é composto por um conjunto de leis, decretos e adesão a convênios de iniciativa federal. Ele tem como finalidade de incentivar o desenvolvimento e financiamento da eficiência energética e, da micro e minigeração distribuída de energia elétrica como estímulo a geração de energia, com base nas fontes renováveis. E, também, como no apoio a modernização das instalações elétricas do Governo do Estado do Ceará, com foco na eficiência do uso de energia. A seguir apresentam-se alguns destes incentivos.

6.2.1 Fundo de Incentivo à Energia Solar (FIES)

O **Fundo de Incentivo à Energia Solar (FIES)** foi criado pela Lei Complementar nº 81, de 2 de setembro de 2009, e regulamentado pelo Decreto nº 29.993, de 9 de dezembro de 2009, com o objetivo de incentivar a instalação e manutenção das usinas destinadas à produção de energia solar e fabricantes de equipamentos solares no território cearense, vinculados ao Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará (CEDE).

6.2.2 Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE)

O FIES passou a se denominar **Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE)**, alterado pela Lei Complementar nº 170, de 28 de dezembro de 2016. Ele tem como objetivo o incentivo ao desenvolvimento e financiamento da eficiência energética e da micro e minigeração distribuída de energia elétrica, como estímulo à geração de energia com base nas fontes renováveis. E, também, como apoio a modernização das instalações elétricas do Governo do Estado do Ceará com foco na eficiência do uso de energia, vinculado à Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA).

A Lei Complementar nº 170, de 2016, alterou a Lei Complementar nº 81, de 2009. Esta lei estabelece os seguintes artigos:

Art. 1º O Fundo de Incentivo à Energia Solar – FIES, criado pela Lei Complementar nº. 81, de 2 de setembro de 2009, passa a se denominar Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, tendo por objetivo o incentivo ao desenvolvimento e financiamento da Eficiência Energética e da Micro e Minigeração Distribuída de energia elétrica como estímulo à geração de energia, com base nas fontes renováveis, bem como no apoio a modernização das instalações elétricas do Governo do Estado do Ceará, com foco na eficiência do uso de energia.

Art. 2º Constituem receitas do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética – FIEE: **I** – dotações orçamentárias consignadas no orçamento fiscal do Estado; **II** – recursos de encargos específicos cobrados das empresas beneficiárias do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará – FDI; **III** – recursos obtidos da economia promovida pelas ações técnicas de Eficiência Energética e/ou implantação da Micro e Minigeração Distribuída de energia elétrica, no percentual de 20% (vinte por cento) do valor economizado da conta de energia elétrica; **IV** – recursos decorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos e entidades da Administração Pública Federal ou Municipal (BRASIL, 2016, *online*, grifo nosso).

A Lei Complementar nº 170, de 2016, pode ser vista na íntegra em anexo.

6.2.3 Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI)

Já o **Decreto nº 32.438 de 2017, regulamenta o Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI)**, tem como objetivo fortalecer a política industrial do Estado do Ceará por meio da concessão de incentivos para implantação, ampliação, diversificação, recuperação e modernização dos estabelecimentos industriais. O Decreto em seu art.º 2, que trata da Política Industrial do Estado do Ceará, compreende em seu parágrafo V os programas específicos para a concessão dos incentivos previstos. Dentre eles, o item ‘c)’ Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis (PIER).

O Decreto nº 32.438 de 2017, em seu Art. 47º, estabelece ainda que o

Art. 47º Para se habilitar ao Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis (PIER), a sociedade empresária, fabricante de equipamento utilizado para geração de energia renovável, deverá encaminhar o pedido à SDE, acompanhado do respectivo projeto econômico-financeiro em 2 (duas) vias, que o analisará sob a ótica do interesse econômico e social [...] (CEARÁ, 2017, *online*).

O Decreto nº 32.688, de 30 de maio de 2018, altera os dispositivos do Decreto nº 32.438 passando a vigorar o art. 47 com a seguinte redação:

Art. 47º Para se habilitar ao Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis (PIER), a sociedade empresária, fabricante de equipamento utilizado para geração de energia renovável ou cujo objeto societário seja a geração de energia, deverá encaminhar o pedido à SDE, acompanhado do respectivo projeto econômico-financeiro em 2 (duas) vias, que o analisará sob a ótica do interesse econômico e social encaminhando-o ao agente financeiro do FDI para adoção de providências cabíveis (CEARÁ, 2018, *online*).

6.2.4 Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente n° 6 /2018

Os processos de licenciamento e autorização ambiental, para empreendimentos de energia solar, podem ficar mais ágeis no Estado do Ceará em virtude da **Resolução n° 6, de 06 de setembro de 2018 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA)**. Esta dispõe sobre a simplificação e atualização dos procedimentos, critérios e parâmetros aplicados aos processos de licenciamento de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar. O seu objetivo é modernizar o processo de licenciamento, considerando a necessidade de aumentar a participação das fontes renováveis e mitigar a emissão de carbono fóssil na matriz energética (COEMA, 2018).

6.3 PROJETOS DE LEI SOBRE FONTES ALTERNATIVAS EM TRAMITAÇÃO NO CONGRESSO NACIONAL BRASILEIRO

Segundo Nota Técnica da Consultoria da Câmara dos Deputados (TAVARES, 2015) foram identificados 106 Projetos de Lei, que tratam sobre fontes alternativas de energia que estavam em tramitação até o ano de 2015 (e que ainda podem estar em tramitação em 2019). Dentre os Projetos de Lei, o Apêndice F apresenta 20 projetos que foram considerados os mais importantes para geração solar fotovoltaica. Foram incluídas apenas proposições ativas, isto é, não se apresentam aquelas que se encontram arquivadas. Para cada projeto, apresenta-se a proposição, ementa e data de apresentação. Sendo assim, destaca-se que diversos partidos apresentaram proposições.

Dentre os projetos, destaca-se o Projeto de Lei do Senado n° 371, de 2015 que visa facilitar a aquisição de equipamentos de geração solar fotovoltaica com o uso de recursos do Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS), para a aquisição e instalação de equipamentos destinados à geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis em residências. O PL foi aprovado pela Comissão de Serviços de Infraestrutura (CI) do Senado Federal e segue em tramitação na Casa.

A possibilidade de utilizar os recursos do FGTS pode ter impacto positivo em função da alegação do alto investimento inicial, necessário para a instalação de painéis solares fotovoltaicos. Todavia, é recomendada a adoção da sugestão de Silva (2015), de que a utilização do FGTS seja por tempo determinado e verificando, posteriormente, a sua eficácia, eficiência e efetividade.

Estas informações demonstram que existe iniciativa na formulação de projetos para fontes alternativas de energia. Entretanto, a demora na aprovação destes projetos de lei retrata a inércia do jogo político em que se apresentam atores do executivo, legislativo e grupos de interesses. Se estas iniciativas fossem aprovadas e colocadas em prática, o país poderia ter uma maior expansão da energia solar em sua matriz energética. E as metas estabelecidas nos acordos internacionais, no que diz respeito ao aumento de participação das fontes alternativas de energia renovável, poderiam ser alcançadas com maior celeridade.

Na experiência internacional não identifica-se uma política similar como a da utilização da FGTS, para a aquisição de equipamentos para gerar energia solar fotovoltaica. Porém, há outras políticas implantadas em países avançados nesta matriz, que não são utilizadas no Brasil e não estão em tramitação no Congresso Brasileiro. Dentre estes incentivos internacionais, não contemplados na legislação brasileira, podemos destacar a utilização das tarifas *feed-in*, sobretudo na Europa, EUA e Ásia. Este apoio financeiro pode estabelecer preços garantidos para remunerar os produtores de energia. Outras iniciativas que merecem ser destacadas é a utilização de certificados verdes no Japão, que determina metas de consumo para fontes renováveis e a redução de até 30% do imposto de renda nos EUA, para abater o investimento em instalação de geração de energia solar (FRONTIN *et al.*, 2017).

6.4 GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR DISTRIBUÍDA NO CEARÁ

A onipresença da incidência solar no Estado do Ceará tem potencial gerador de energia limpa. Além da questão ambiental, outro aspecto é a transformação social da região com oportunidades de novos empregos na comercialização e instalação das placas fotovoltaicas. Segundo Vilela, Rolim e Fraidenaich (2012) a maior fonte de energia não combustível utilizada no Brasil é a hidráulica. Entretanto, no Nordeste brasileiro, onde o Ceará está inserido, o potencial hídrico dessa matriz energética está praticamente esgotado criando possibilidades para a energia solar.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) identificou o potencial brasileiro de geração fotovoltaica em telhados residenciais, bem como a sua relação com o consumo residencial. Os resultados mostram que as regiões mais povoadas apresentam, como esperado, maior potencial de geração. No entanto, em todos os estados, a capacidade de geração é substancialmente superior ao consumo, conforme tabela 22.

Para o Brasil, essa relação é de 230%. Ou seja, a geração fotovoltaica em telhados residenciais tem o potencial de gerar o equivalente a mais de duas vezes o consumo residencial.

Os estados do Piauí, Alagoas, Paraíba, Maranhão, Bahia, **Ceará**, Tocantins, Minas Gerais e Sergipe apresentam relação superior a **300%** de geração de energia fotovoltaica em telhados em relação à demanda (EPE, 2014).

Tabela 22 - Potencial fotovoltaico residencial e consumo por unidade da federação

UF	Potencial fotovoltaico residencial (MW)	Potencial fotovoltaico residencial (GWh/ano)	Consumo residencial anual em 2013 (GWh)	Potencial residencial/ consumo residencial
SP	7.100	62.196	38.783	160%
MG	3.675	32.193	10.118	318%
RS	1.970	17.257	7.750	223%
CE	1.430	12.527	3.751	334%

Fonte: adaptada de EPE (2014).

Para Varella, Cavaliero e Silva (2008) o Brasil vem ao longo dos anos tomando tímidas iniciativas para estimular a fonte solar. E, assim, aumentar a sua participação na matriz energética. Mas, o que já foi feito ainda não é suficiente para encorajar o uso desta fonte, principalmente, quando se considera o proeminente potencial de aproveitamento dessa fonte de energia, sobretudo na região Nordeste.

Assim, como em outros estados do Nordeste, o Ceará apresenta boas condições para a produção de energia solar em função de sua posição geográfica próxima da linha do Equador. O que proporciona uma alta incidência solar, que chega a ser o dobro de incidência verificada em alguns países da Europa (SILVA, 2015). Estas condições climáticas favoráveis e a presença de empresas instaladoras de painéis têm atraído muitos investimentos para a região. O Ceará apresenta destaque na geração de energia solar do Brasil, sendo o estado da região Nordeste com maior potência instalada de micro e minigeração distribuída fotovoltaica, com 9.243 kW em 2017 (ABSOLAR, 2017).

Desse modo, seja na capital ou no interior do Ceará, residências, indústrias ou mesmo no setor de serviços surgem iniciativas que realizam processos de inovação ambiental ou outra forma de ação de sustentabilidade investindo na geração de energia solar. Com isso, especificamente na cidade de Juazeiro do Norte - CE, uma Instituição de Ensino Superior (IES) privada adquiriu mais de 3000 unidades de painéis solares que foram instalados ao longo do ano de 2019. Essa mesma instituição já possuía painéis instalados nos telhados dos blocos sobre o estacionamento da instituição (figura 10).

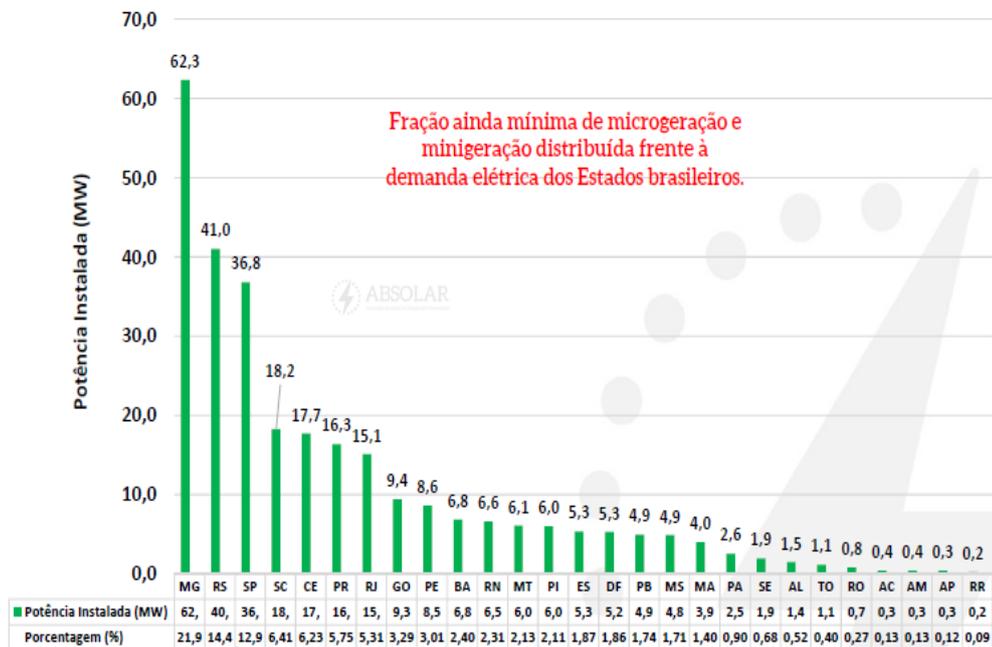
Figura 10 - Placas solares no Centro Universitário Leão Sampaio (Unileão)
em Juazeiro do Norte



Fonte: Costa (2017).

Segundo informações estratégicas do observatório da indústria da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) no ano de 2018, o Ceará possuía potência instalada de geração distribuída de 31.239 KW. Ela era proveniente de energia eólica e solar com predominância da classe comercial, em detrimento da residencial. Estes dados colocam o estado como o primeiro lugar do Nordeste em potência instalada de geração distribuída, somando as fontes solar e eólica com uma participação de 29,3% na região Nordeste e 5,1% no Brasil.

Acerca da geração distribuída solar é importante citar a informação da EPE, na qual o Ceará apresenta mais de 300% de potencial solar residencial em relação ao consumo e da ABSOLAR/ANEEL (figura 11), que mostra a potência já instalada em todos os estados da federação. E, que insere o Ceará como destaque sendo o estado do Nordeste com maior potencial instalado até 19 de junho de 2018. Assim, o Ceará está atrás apenas dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Figura 11 - Potência instalada de geração solar fotovoltaica por UF

Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2018).

Em relação a potência instalada de geração solar as tabelas 23 e 24, no período de 11 de junho de 2007 a 5 de fevereiro de 2019, apresentam o ranking de todos os estados do Nordeste com os seus respectivos dados de potencial instalado solar. Além, do ranking das regiões do Brasil nas classes residencial e comercial. A tabela 23 mostra o resultado expressivo do Ceará, em comparação aos seus pares do Nordeste. Entretanto, na comparação do total da região Nordeste com o total da região Sul e Sudeste observam-se diferenças substanciais. Esta diferença se confirma na tabela 24.

Tabela 23 - Ranking dos estados do Nordeste em potencial instalado de geração distribuída solar **residencial e comercial** (período de 11/06/2007 até 05/02/2019)

Estados	Potência instalada (KW)	% sobre o total do Nordeste
Ceará	15.007,27	19,97
Pernambuco	11.446,15	15,23
Bahia	10.312,36	13,72
Rio Grande do Norte	9.718,09	12,92
Paraíba	9.058,72	12,05
Maranhão	6.438,11	8,57
Piauí	6.114,05	8,14
Sergipe	3.733,70	4,97
Alagoas	3.328,29	4,43
Nordeste	75.156,74	100,00

Fonte: adaptado da ANEEL (2019).

Outro ponto importante é que o Ceará possui 15.007,27 KW de potência instalada, somando as classes residencial e comercial. Assim, a classe comercial vista de forma isolada tem uma potência instalada de 9.328,36 KW, o que representa aproximadamente 62,15% do total. Esta informação revela a importância do estímulo à micro e minigeração solar distribuída, tanto para as classes residenciais como comerciais para o impacto da descarbonização da economia.

A região Nordeste com altas incidências solares possui um potencial instalado menor que a região Sul, apresentando menores incidências solares e uma população menor (quase metade da população do Nordeste). O parque industrial e os sistemas de energia solar distribuída comerciais na região Sul, que possuem sistemas de maior potência explica esta diferença. No capítulo seguinte será investigado se há obstáculos culturais e financeiros, que impedem uma maior disseminação da geração distribuída solar no Ceará.

Tabela 24 - Ranking das regiões brasileiras em potencial instalado de geração distribuída solar residencial e comercial (período de 11/06/2007 até 05/02/2019)

Estados	Potência instalada (KW)	% sobre o total do Brasil
Nordeste	75.156,74	16,82
Sudeste	182.415,82	40,84
Sul	125.672,03	28,13
Centro Oeste	49.275,17	11,03
Norte	14.206,71	3,18
Brasil	446.726,47	100

Fonte: adaptado da ANEEL (2019).

A tabela 25 apresenta o ranking dos primeiros municípios em geração distribuída de energia solar residencial no Ceará, correspondente ao período de 11 de junho de 2007 até 5 de fevereiro de 2019. O município de Juazeiro do Norte tem 48 unidades de geração distribuída solar com potência instalada 210,62 KW.

Tabela 25 - Ranking dos municípios do Ceará em quantidade geração distribuída de energia solar residencial (período de 11/06/2007 até 05/02/2019)

Municípios	Qt de geração distribuída	Potência instalada (KW)
Fortaleza	431	2.391,93
Eusébio	140	880,87
Caucaia	38	227,49
Sobral	38	214,22
Juazeiro do Norte	48	210,62

Fonte: adaptado da ANEEL (2019).

Ao considerar a potência instalada per capita e a população estimada de Fortaleza 2,6 milhões pessoas e Juazeiro do Norte 270 mil pessoas (IBGE, 2018), os em potência instalada de geração distribuída solar nos municípios de Fortaleza e Juazeiro do Norte são semelhantes, cerca de 0,001KW per capita.

Tabela 26 - Ranking dos municípios do Ceará em quantidade de geração distribuída de energia solar comercial (período de 11/06/2007 até 05/02/2019)

Municípios	Qt de geração distribuída	Potência instalada (KW)
Fortaleza	123	3.871,08
Limoeiro do Norte	23	1.274,62
Iguatu	09	1.194,88
Pacajus	02	703,25
Juazeiro do Norte	15	424,24

Fonte: adaptado da ANEEL (2019).

Nas tabelas 26 e 27 e suas respectivas classes, no ranking de municípios com potencial instalado de geração distribuída solar do Ceará, o município de Juazeiro do Norte aparece entre os cinco ou seis principais municípios considerando que o Ceará possui no total de 184 municípios.

Tabela 27 - Ranking dos municípios do Ceará em quantidade geração distribuída de energia solar em todas as classes (período de 11/06/2007 até 05/02/2019)

Municípios	Qt de geração distribuída	Potência instalada (KW)
Fortaleza	580	7.742,19
Aquiraz	31	3.154,14
Limoeiro do Norte	33	1.575,62
Iguatu	37	1.357,41
Eusébio	151	1.199,60
Juazeiro do Norte	65	834,22

Fonte: adaptado da ANEEL (2019).

O total de unidades de geração distribuída fotovoltaica no Ceará é de 1.359 unidades, com **21.504,78 KW** de potência instalada em todas as classes até 5 de fevereiro de 2019 (residencial, comercial, industrial, dentre outras). A geração solar distribuída tem enorme potencial no Ceará, sobretudo em Juazeiro do Norte. Nos próximos anos a quantidade de unidades de geração distribuída deverá crescer substancialmente.

6.5 CONCLUSÃO

Foi percebido nos capítulos anteriores o enorme potencial solar e de compensação de emissões de carbono da área do município de Juazeiro do Norte. Mas, por que este potencial

não está sendo aproveitado? Em relação ao marco regulatório nacional e estadual existem iniciativas para o estímulo do setor. No entanto, o que fica evidente ao avaliar os resultados das iniciativas é que elas ainda são insuficientes, para alavancar a geração distribuída solar.

Os estímulos em termos de fundo ou linha de financiamento para pessoas físicas, com juros baixos e prazos longos ainda são escassos, e deveriam ser direcionadas principalmente as pessoas de menor poder aquisitivo. Assim, como a eliminação do custo de disponibilidade (taxa mínima cobrada pela distribuidora por disponibilizar a eletricidade ao cliente) para este público. A cobrança desta taxa torna inviável o investimento de energia fotovoltaica para a baixa renda, mesmo com financiamento disponível.

Sobre a diferença de potência instalada da região Sul com a região Nordeste, os sistemas de energia solar distribuída comerciais na região Sul que possuem sistemas de maior potência elucidam esta diferença. Outro ponto a ser observado é a isenção do ICMS para projetos de potência instalada de até 5MW e de consórcios, como ocorre no Estado de Minas Gerais.

O Decreto nº 47210/2017 com nova extensão da Lei 22.549/17, art. 8 parágrafo 1º e 2º de Minas Gerais permite a isenção do ICMS a todos os modelos de geração compartilhada. Portanto, são contempladas as unidades de múltiplos consumidores como condomínios, consórcios e cooperativas. Este avanço na isenção do ICMS pode explicar a liderança do estado de Minas Gerais na micro e minigeração distribuída solar.

Outra proposta, ainda não aprovada, é a utilização do FGTS na aquisição e instalação dos módulos fotovoltaicos. Ela poderia alavancar o investimento na micro e minigeração solar distribuída ou avaliar os incentivos não utilizados no Brasil. Assim, como ocorre em outros países como, por exemplo, a dedução do imposto de renda sobre os investimentos em instalação solar nos Estados Unidos, à utilização das tarifas *feed-in* utilizadas amplamente na Europa, EUA e Ásia e o sistema de cotas com negociação de certificados onde o governo estabelece uma quantidade mínima a ser produzida pela fonte de energia renovável solar. No Brasil, como mostrado, para que o pequeno produtor de energia seja remunerado é necessária uma profunda mudança na legislação.

Em relação aos projetos de lei em tramitação no congresso, há muitas iniciativas de diversos partidos políticos, inclusive que trata da utilização do FGTS, desconto no IRPF dentre outras iniciativas. Todavia, há uma demora na tramitação e também supostos interesses que vão de encontro a estas iniciativas. Acerca dos dados de geração de energia distribuída solar no Ceará, existe uma expectativa de que nos próximos anos eles sejam ainda mais expressivos, com melhor aproveitamento da incidência solar na região.

No próximo capítulo serão apresentadas informações sobre a percepção dos atores envolvidos, sobre a geração distribuída solar. E a avaliação de possíveis obstáculos para o setor.

7 PERCEPÇÃO DOS ATORES SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR E AVALIAÇÃO DOS OBSTÁCULOS CULTURAIS, TECNOLÓGICOS, SETORIAIS, FINANCEIROS E LEGAIS

O presente capítulo tem o intuito de atender ao segundo objetivo específico proposto na presente tese: avaliar os obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais para implantação da micro e minigeração solar distribuída.

Para a obtenção das respostas foram coletados dados por meio de entrevistas semiestruturadas com gestores públicos federais, estaduais e municipais, gestores de empresas instaladoras de placas fotovoltaicas, gestores de empresas clientes, gestores do setor bancário, opinião de especialistas na área de energia solar e consumidores de energia na cidade de Juazeiro do Norte. A pesquisa foi dividida em dois grupos: o primeiro grupo das entrevistas foi realizado com 20 (vinte) gestores públicos e privados e especialistas em energia solar e, o segundo grupo composto por 20 (vinte) consumidores de energia elétrica da distribuidora que presta serviço em Juazeiro do Norte, que é objeto do estudo de caso.

Em relação à definição da amostra ela pode variar conforme a exaustividade dos resultados, pois como se trata de uma abordagem qualitativa, a amostra é definida pela saturação da questão a ser analisada. Não há, portanto, um cálculo estatístico prévio para definir o número de entrevistados que farão parte da amostra (GUERRA, 2014). Ainda segundo a amostra, Gaskell (2002) afirma que há um número de entrevistas que é necessário fazer e possível de realizar, algo em torno de 20 a 25 entrevistas com cada roteiro específico.

Especificamente para o público de gestores públicos, privados e especialistas foi planejado, anteriormente, a adoção de uma variação do método Delphi para entrevistas presenciais denominada de mini-Delphi ou Delphi Estimativa-Conversaão-Estimativa ou em inglês Estimative-Talk-Estimative (ETE). Assim, qualquer processo Delphi baseia-se no princípio de que as previsões de um grupo estruturado de especialistas são mais precisas do que indivíduos não estruturados. Para Dias (2016) o método foi desenvolvido para gerar discussões anônimas visando capturar a inteligência coletiva.

Deste modo, foi realizada uma primeira rodada de entrevistas individuais semiestruturadas e a transcrição das entrevistas. Mas, pela falta de retorno da maioria dos entrevistados por e-mail na segunda rodada das entrevistas, que serviriam justamente para validar o método mini-Delphi, foi decidido validar apenas as entrevistas individuais presenciais da primeira rodada. No segundo grupo foi utilizada a mesma estratégia.

A pesquisa com estes públicos foi baseada na abordagem qualitativa, não tendo a pretensão de atingir o limiar da representatividade. “O pesquisador visa apreender o que os sujeitos pensam, sabem, representam, fazem e argumentam” (SEVERINO, 2016, p. 133). Assim, por meio de uma conversa com perguntas abertas e um roteiro flexível, buscou-se compreender suas percepções e sentimentos sobre os temas explorados nas perguntas. Destacase, que os entrevistados responderam aos questionamentos após o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para o tratamento dos dados foi utilizada a análise de conteúdo. A análise de conteúdo é uma técnica de tratamento de dados coletados, que visa à interpretação de material qualitativo por meio de uma descrição objetiva e sistemática (GUERRA, 2014). Após análise das entrevistas por grupo, os dados foram codificados e os principais trechos das entrevistas foram transcritos e apresentados em categorias no formato de quadro. Logo em seguida apresentam-se as respectivas análises dos dados com comentários.

Na coluna Categoria foram incorporadas as cinco categorias específicas de cada grupo de entrevista. Na Unidade de Registro localizam-se as composições do texto, que se tomam por indicativo de uma característica objetiva. Finalmente, na coluna Unidade de Contexto situam-se os trechos da entrevista que contextualizam com as respectivas categorias e, que foram sistematizadas objetivamente na unidade de registro. O objetivo foi facilitar a análise, pois em casos específicos podem ocorrer divisões das categorias em subcategorias.

7.1 GESTORES PÚBLICOS E PRIVADOS E ESPECIALISTAS

O Grupo 1 reúne um núcleo de interesse composto por 20 entrevistas individuais semiestruturadas com gestores públicos federais, estaduais e municipais, gestores de empresas instaladoras de placas fotovoltaicas, gestores de empresas clientes e opinião de especialistas na área de energia solar.

O intuito da entrevista é compreender as vantagens da geração solar distribuída, conhecer as políticas atuais, identificar as sugestões de incentivos em todas as esferas governamentais, avaliar a percepção sobre obstáculos para a geração distribuída solar e identificar as sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso.

Na coluna Categoria foram incorporadas as cinco (5) categorias do grupo 1:

- 1) Vantagens da micro e minigeração de energia solar;
- 2) Identificação das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia solar;
- 3) Sugestões de novas políticas públicas;

- 4) Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais (dividindo os obstáculos em subcategorias);
- 5) Sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso a microgeração solar.

7.1.1 Análise dos dados da Categoria 1

Quadro 3 - Categoria 1: Vantagens da micro e minigeração de energia solar

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar	
Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Economia nos custos de energia; Energia limpa, ecológica e sustentável; Irradiação solar abundante; Diversificação da matriz energética; Retorno do investimento em prazo curto; Diminuição de perdas no sistema; Matriz energética que gera mais empregos; Segurança ao sistema elétrico pela proximidade e facilidade da produção; Diminuição dos gases do efeito estufa.	“Redução dos custos de energia”; “Evitar os constantes aumentos de tarifas de energia acima da inflação que pesam nos custos”; “Forte na sustentabilidade ambiental”; “Energia limpa e renovável”; “Aproveitamento do potencial de irradiação solar”; “Mais ecológica”; “Retorno do investimento curto com 4 ou 5 anos”; “Diversificar a matriz energética com diminuição de perdas no sistema”; “Matriz que mais gera empregos”; “Oferece segurança ao sistema elétrico em função da fácil produção e distribuição”; “Diminuição dos gases de efeito estufa”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

O quadro 3 com suas categorias e unidades de registro, definidos a partir dos objetivos estabelecidos e das perguntas realizadas pelo pesquisador, apresenta o recorte das falas dos entrevistados e leva-nos à seguinte análise dos dados:

Sobre a categoria ‘Vantagens da micro e minigeração de energia solar’ todos apontaram vantagens, sendo possível identificar vários pontos favoráveis, entre as quais, pode-se destacar:

- a) as vantagens mais citadas pelos entrevistados do grupo 1 foram amplamente relacionadas ao fator econômico, ou seja, a redução de custos com energia elétrica, com retorno do investimento relativamente curto. E, a proteção contra aumentos sucessivos nos custos de energia elétrica acima da inflação. Frontin *et al.* (2017) afirmam que a queda dos preços dos sistemas fotovoltaicos, nos últimos anos, está permitindo que a fonte seja competitiva. Segundo Silva (2015) o desenvolvimento tecnológico viabilizou a redução de preços e, como consequência a vantagem da redução dos custos de energia. Para estes atores estas informações que apontam a vantagem econômica, como as mais citadas pelos respondente, podem sugerir que eles estão mais preocupados com seus custos de energia, do que necessariamente com o meio ambiente;

- b) outro ponto de destaque citado nas vantagens é que a energia solar é considerada limpa e renovável, na sua produção com potencial redutor de gases do efeito de estufa. Esta informação corrobora com Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) que afirmam que a mitigação da mudança climática tem relação predominante na transição energética e, no uso de energia renovável. Sobre redução de gases no Acordo de Paris (GOV.BR, 2016), um dos objetivos estabelecidos foi reduzir as emissões de CO₂ em 37% até 2025. Uma contribuição para alcançar esta meta pode ser reduzir o uso de termoelétricas de combustíveis fósseis e, aumentar o uso de energia solar e eólica;
- c) foi citada a importância da diversificação da matriz energética, que hoje é muito dependente dos fatores climáticos e períodos de chuva. Na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para Consecução do Objetivo da Convenção - Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2017), a meta é expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de energia solar;
- d) o potencial de incidência solar no semiárido cearense também foi lembrado pelos entrevistados. Segundo a EPE (2014) a localização do semiárido é privilegiada pela alta incidência solar diária média próxima de 6,0 kWh/m²;
- e) o potencial gerador de empregos desta matriz também foi citado. Entre as matrizes energéticas, a solar é a que mais oferece trabalho (IRENA, 2017). Segundo a ABSOLAR (2017) são 30 empregos por 1 megawatt de energia solar instalado;
- f) outro ponto respondido sobre vantagens é a segurança ao sistema elétrico, pela fácil produção e distribuição. Para Nakabayshi (2014) a geração distribuída solar tem de estar perto do consumo, reduzindo perdas técnicas nos sistemas.

7.1.2 Análise dos dados da Categoria 2

Quadro 4 - Categoria 2: Identificação das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia solar

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar	
Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Convênio da CONFAZ isentando ICMS do excedente produzido que é direcionado a distribuidora; Financiamento como PRONAF ECO do BNDES, FNE Sol do BNB, INOVAGRO do Banco do Brasil; Municípios oferecem desconto no IPTU; Isenção do ICMS, PIS e IPI para aquisição de kits de painéis solares; Programa de eficiência energética que pode direcionar 0,5% de ROL para projetos com energia solar; Resoluções nº482 e ° 687 que possibilitou a geração distribuída assim como o <i>net-metering</i> e o autoconsumo remoto.	“O convênio da CONFAZ para isenção do ICMS para a geração de energia que é direcionada para a distribuidora”; “Financiamentos, PronafECO do BNDES para produtores familiares investir em tecnologias de energia renovável e Banco do Nordeste - FNE SOL para pessoas físicas e jurídica”; “Algumas prefeituras oferecem um IPTU com desconto”; “Programa de eficiência energética que determina que 0,5% da receita operacional líquida das distribuidoras”; “Podem contemplar o uso de energia solar, lei federal nº 9991”; “Isenção do ICMS e IPI para importação do kit de painéis solares”; “As resoluções nº 482 e nº 687”; “Financiamento para microagricultores - Inovagro - BB”; “Incentivos federais com isenção de PIS e IPI”; “Uso de medidores bidirecionais nas residências (o chamado <i>net metering</i>)”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria Identificação das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia’ (quadro 4), os entrevistados relataram variadas políticas e incentivos. Todavia, é importante frisar que todos contribuíram com respostas, porém poucos citaram mais de duas políticas, o que demonstra um conhecimento parcial:

- a) o Convênio da CONFAZ isentando o ICMS do excedente de energia produzido, direcionado a distribuidora, foi citado por mais da metade dos entrevistados. O Convênio CONFAZ ICMS nº16, de 22 de abril de 2015, autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica. Elas estão sujeitas ao faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- b) amplamente foram citadas duas resoluções nº 482 e nº 687, que possibilitaram a geração distribuída. Assim, como o “*net-metering*” e o autoconsumo remoto.

“Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia 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 (ANEEL, 2015, *online*);

- c) foram citados também os financiamentos bancários como PRONAF ECO do BNDES, FNE Sol do BNB e INOVAGRO do Banco do Brasil. Estes financiamentos são tanto para pessoa física como jurídica. É importante frisar que recentemente o BNB passou a oferecer financiamento de até R\$ 100 mil, com juros subsidiados para pessoa física nos projetos residenciais de micro e minigeração de energia renovável com prazo de carência de 8 anos. O financiamento vale para equipamentos nacionais e importados, desde que tenham certificação do Inmetro e/ou certificações internacionais;
- d) o desconto no IPTU foi um incentivo municipal mencionado. Em alguns municípios do país, como em Nova Odessa - SP e Palmas - TO, o desconto ocorre quando residências e empresas instalam energia solar fotovoltaica;
- e) isenção do ICMS para aquisição de equipamentos de painéis solares está contemplada no convênio CONFAZ n°156 de 10 de novembro de 2017;
- f) o programa de eficiência energética que determina que 0,5% da receita operacional líquida das distribuidoras podem ser contempladas nos projetos para o uso de energia solar, lei federal n° 9991.

Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, cinquenta centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e programas de eficiência energética (BRASIL, 2000, *online*).

7.1.3 Análise dos dados da Categoria 3

Quadro 5 - Categoria 3: Sugestões de novas políticas públicas ou incentivos

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar	
Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Redução de impostos governamentais para produtor nacional de placas fotovoltaicas; Redução de impostos municipais (IPTU e ISS) para empresas instaladoras e clientes; Utilização de recursos do FGTS e abatimento de IRRF para instalação da energia solar; Lei que obrigue novos projetos de construção a ter um percentual mínimo de energia renovável; Campanhas de divulgação; Financiamento com subsídio para pessoa física e jurídica; Isenção do ICMS para projetos de consórcios; Desconto na liberação de alvarás e habits para projetos com energia solar; Fundo para pesquisas, desenvolvimento e financiamento a energia solar com percentual de faturamento do pré-sal; Políticas que incentivem a implantação de energia solar em instalações públicas.	“[...] diminuição dos impostos federais e estaduais para o produtor nacional de placas”; “[...] redução do ISS para empresas instaladoras de placas e desconto no IPTU para empreendimentos e residências com energia renovável”; “[...] utilização de recursos do FGTS para financiar as placas solares”; “[...] obrigatoriedade na liberação de alvarás para que novos empreendimentos tenham um percentual de energia renovável nos seus projetos”; “[...] políticas de divulgação, conscientização e educação”; “[...] financiamento para pessoas físicas e jurídica com taxa de juros abaixo do mercado”; “[...] isentar ICMS de projetos de consórcios de empresas, como fez Minas Gerais”; “[...] desconto na liberação de alvarás e habits para projetos com produção de energia solar”; “Desconto no IRRF para aquisição da energia solar”; “[...] destinar percentual do faturamento do pré-sal para um fundo destinado a políticas de pesquisa, desenvolvimento e financiamento ao setor fotovoltaico”; “[...] deveria incentivar a implantação da energia solar em prédios públicos, escolas, hospitais”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Sugestões de novas políticas públicas’ (quadro 5), os entrevistados relataram inúmeras sugestões. Todos contribuíram com propostas e muitas vezes as ideias eram semelhantes. Vejamos:

- a) redução de impostos governamentais para produtor nacional de placas fotovoltaicas. Esta sugestão está baseada em uma política de proteção industrial, tendo em vista que segundo os entrevistados a alta carga tributária nacional impediria uma competição em termos de igualdade com as placas produzidas proveniente principalmente da China;
- b) redução de impostos municipais (IPTU e ISS) para empresas instaladoras e clientes. A sugestão visa contemplar as empresas que prestam serviço de instalação de energia solar, em empresas e residências e o desconto no IPTU residencial e comercial. Vale ressaltar, como dito antes, que alguns municípios brasileiros como o de Palmas - TO oferecem este desconto no IPTU e ISS, conforme Lei Complementar N° 327, de 24 de novembro de 2015;

- c) utilização de recursos do FGTS e abatimento de IRRF para instalação da energia solar. Estas sugestões estão contempladas no PL 1800/2015, que dispõe sobre incentivos ao aproveitamento da energia solar e altera a Lei nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995, para permitir a dedução das despesas de aquisição e instalação de sistemas de aproveitamento da energia solar da base de cálculo do Imposto de Renda das Pessoas Físicas (IRPF). Frontin *et al.* (2017) afirmam que nos Estados Unidos há incentivos como descontos no imposto de renda. O PL 2870/2015 visa alterar a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para possibilitar o uso de recursos da conta vinculada do trabalhador no FGTS na instalação de sistemas de mini ou microgeração de energia fotovoltaica. Estes projetos estavam em tramitação no Congresso até o final de 2018;
- d) sugestão de uma lei que obrigue novos projetos de construção a ter um percentual mínimo de energia renovável. Esta sugestão de certo modo está no PL 3021/2015, em tramitação, que procura alterar a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, para que os planos diretores municipais passem a exigir que os novos edifícios comerciais urbanos incorporem na maior parte de seus telhados uma área de cobertura vegetal ou, de forma não excludente, um sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica;
- e) sugestão de políticas de divulgação de campanhas educativas, que estimulem a consciência ambiental e a importância da energia renovável. Em relação às iniciativas de divulgação, que no geral são tímidas, destaca-se a ação da Aneel que publicou o ‘Caderno Temático de Mini e Microgeração Distribuída’ com o intuito de informar sobre as condições para o ingresso da micro e minigeração distribuída. Além de, demonstrar o funcionamento da compensação e como ocorre o faturamento da energia gerada;
- f) sugestão de financiamento com subsídio para pessoa física e jurídica. Este talvez seja um dos maiores gargalos para o incremento da matriz solar, a necessidade de financiamento para pessoas físicas e jurídicas. Recentemente as pessoas físicas passaram a ter acesso ao FNE SOL do Banco do Nordeste (BNB), que oferece financiamento de até R\$ 100 mil com juros subsidiados para projetos residenciais de micro e minigeração de energia renovável, com prazo de carência de 8 anos. O financiamento vale para equipamentos nacionais e importados, desde que tenham certificação do Inmetro e/ou certificações internacionais;
- g) sugestão de dois entrevistados sobre a isenção do ICMS para projetos de potência instalada de até 5MW e de consórcios, como ocorre no Estado de Minas Gerais. Decreto nº 47210/2017 com nova extensão da Lei 22.549/17, Art. 8 parágrafo 1º e 2º de Minas

Gerais, que permite a isenção do ICMS a todos os modelos de geração compartilhada. Portanto, em unidades de múltiplos consumidores como condomínios, consórcios e cooperativas. De fato, o Estado de Minas Gerais é o que apresenta a maior quantidade de unidades de micro e minigeração distribuída e a lei referida pode estar estimulando estes resultados;

- h) sugestão de desconto na liberação de alvarás e *habits* para projetos com energia solar, como uma sugestão de incentivo municipal. Não foi encontrada esta prática em municípios brasileiros, contudo, o desconto no IPTU é uma realidade em alguns municípios;
- i) sugestão de destinar o percentual do faturamento do pré-sal para um fundo destinado a políticas de pesquisa, desenvolvimento e financiamento ao setor fotovoltaico. Este fundo poderia alavancar a indústria nacional fotovoltaica e, oferecer mais uma alternativa para financiamento da energia solar. O que se aproxima desta sugestão é o PL 696/2015 que estava em tramitação no Congresso, que altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997 e nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010 para determinar o uso obrigatório de recursos em pesquisa e o desenvolvimento pela indústria do petróleo em fontes alternativas;
- j) sugestão sobre políticas que incentivem a implantação de energia solar em instalações públicas nas esferas federal, estadual e municipal. A energia solar fotovoltaica evita o uso de energia elétrica, proveniente de termoelétricas a combustíveis fósseis para reduzir os custos de energia elétrica em repartições públicas, hospitais e escolas públicas. O projeto de lei nº161/2015, que está em tramitação no Congresso, dispõe sobre a obrigatoriedade do poder público federal, estadual e municipal na utilização de energia solar fotovoltaica e/ou energia eólica, em todas as edificações pertencentes à administração pública. O que também pode gerar redução de custos públicos com o pagamento de energia elétrica.

7.1.4 Análise dos dados da Categoria 4

Quadro 6 - Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Obstáculo cultural	Ausência de obstáculo; Desconhecimento da população dos benefícios da energia solar; População tem a percepção que é um investimento alto; População não acredita nos benefícios; Pessoas não tem disposição para financiar sua própria geração de energia; Pessoas não planejam o investimento à médio prazo.	“[...] não vejo obstáculo cultural”; “[...] existe falta de conhecimento dos benefícios, necessitando maior divulgação”; “[...] percepção que o investimento é muito alto”; “[...] muitos não sabem e não entendem os benefícios e muitos não acreditam”; “[...] as pessoas não possuem a cultura de financiar sua própria geração de energia”; “[...] falta de uma cultura de investimento de médio prazo”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Obstáculo cultural (quadro 6): cinco entrevistados alegaram que não há obstáculos. Outros quinze citaram como obstáculos a falta de informação da população e a desconfiança dos benefícios. E, como solução, a necessidade em realizar palestras informativas e mídias concentradas na divulgação das vantagens.

O Programa Goiás Solar, de 16 de fevereiro de 2017, de comunicação e educação poderia servir como um exemplo. Outros pontos citados estão relacionados à percepção da população. No qual, o investimento é muito alto e na falta de existência de uma “cultura de investimento a médio prazo”, para produzir a própria energia.

Quadro 7 - Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Obstáculo tecnológico	Ausência de obstáculo; Baterias com pouca capacidade de armazenamento; Placas fotovoltaicas pesadas para galpões.	“[...] não vejo obstáculo tecnológico”; “[...] necessidade de avanço com baterias com maior autonomia de armazenamento por conta da intermitência”; “[...] alguns galpões de empresas precisaram fazer adaptações para receber o peso das placas fotovoltaicas”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Obstáculo tecnológico (quadro 7): a maioria dos entrevistados acredita que não há obstáculo tecnológico e, que a tecnologia está muito avançada na área da energia solar. Entretanto, alguns entrevistados fizeram algumas alegações como a necessidade de maior avanço nas baterias com maior autonomia de armazenamento, em razão da intermitência nos

projetos *off-grid*. E, a necessidade de algumas empresas fazerem adaptações para instalar energia solar nos telhados dos seus galpões, devido aos pesos das placas solares.

Quadro 8 - Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Obstáculo setorial	Ausência de obstáculo; Pressão das distribuidoras de energia; Burocracia na liberação das autorizações de financiamento; Falta de qualificação das distribuidoras de energia na emissão de parecer; Serviços de má qualidade de muitas empresas instaladoras de placas que prejudicam o setor; Lentidão no Congresso Nacional para tramitação de projetos de lei.	“[...] não vejo obstáculo institucional”; “[...] as distribuidoras de energia podem dificultar ou fazer pressão para que não ocorra incentivo para micro e minigeração inclusive estão trabalhando fortemente para mudar as regras na próxima revisão da resolução normativa n°482”; “[...] existem interesses contrários do setor de distribuição de energia elétrica e da indústria de combustíveis fósseis”; “[...] enorme burocracia dos bancos e dificuldade para liberar autorização dos financiamentos”; “[...] falta de qualificação e conhecimento da concessionária de energia nas emissões de pareceres”; “[...] despreparo e serviço de má qualidade de muitos concorrentes que acaba contaminando e trazendo desgaste ao setor”; “[...] dificuldade política na tramitação dos projetos no Congresso”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Obstáculo setorial (quadro 8): apenas três entrevistados afirmaram que não há obstáculo setorial. Os demais citaram como obstáculos setoriais, a pressão das distribuidoras de energia para que não ocorram incentivos para micro e minigeração solar distribuída. E, que, inclusive, estão pleiteando mudanças na próxima revisão da Resolução Normativa n°482 (debatidas em audiências públicas no ano de 2019), para que pessoas físicas e jurídicas paguem pela utilização da rede de distribuição com o TUSD fio A e fio B. Outros principais pontos citados estão relacionados à enorme burocracia dos bancos para liberar os financiamentos, a falta de qualificação e conhecimento dos serviços prestados pela concessionária de energia nas emissões de pareceres, o despreparo e serviço de má qualidade de muitas empresas instaladoras de placas que acaba trazendo descrédito para o setor e a dificuldade política na tramitação dos projetos parados no congresso.

Quadro 9 - Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Obstáculo financeiro	Ausência de obstáculo; Baixo número de financiamento para pessoas físicas; Juros altos para pessoas físicas; Alta tributação para fabricação nacional.	“[...] não vejo obstáculo”; “[...] necessidade de redução dos juros e aumento do financiamento para pessoas físicas”; “[...] juros altos cobrados pelos bancos privados”; “[...] alta tributação na fabricação nacional de placas”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Obstáculo financeiro (quadro 9): apenas dois entrevistados alegaram não ter obstáculo financeiro. Os demais citaram a necessária redução dos juros e o aumento do financiamento para pessoas físicas. Assim, destaca-se que existe um financiamento para a pessoa física com juros abaixo do mercado, conforme o FNE SOL do Banco do Nordeste (BNB) que oferece financiamento de até R\$ 100 mil com juros subsidiados e, utilizando o equipamento como garantia bancária. Outro ponto citado foi à existência de alta tributação das empresas que fabricam placas fotovoltaicas no Brasil, que impede que empresas nacionais consigam competir com igualdade com fornecedores internacionais. Inclusive foi citado falta de isonomia tributária em relação a outras fontes renováveis como a eólica que gozaria de incentivos próprios.

Quadro 10 - Categoria 4: Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Obstáculo legal	Baixo incentivo tributário; Municípios não querem perder receitas com políticas de incentivo; Provável mudança na cobrança da rede de distribuição e encargos; Falta de cumprimento de prazos pela distribuidora de energia; Impedimento legal para comunidade carente vender energia que produz; Pouco incentivo para produção nacional.	“[...] falta de incentivos tributários”; “[...] verificar a equação dos incentivos e arrecadação para que não acarretem perda de receita para o município”; “[...] necessidade de novas políticas e novos incentivos para pessoas físicas”; “[...] possibilidade de ser cobrada a tarifa de uso da rede de distribuição e encargos que podem aumentar os custos e retorno do investimento”; “[...] as distribuidoras não estão cumprindo prazos estipulados na ligação dos projetos”; “[...] a legislação atual impede que a comunidade carente possa ter uma renda com a venda de energia solar”; “[...] necessidade de incentivos para a produção nacional”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Obstáculo legal (quadro 10): todos os entrevistados citaram algum tipo de obstáculo legal. Os principais obstáculos citados são que os incentivos tributários para o setor são insuficientes, principalmente, para a produção nacional de placas fotovoltaicas e para pessoas físicas. Este resultado corrobora com Silva (2015), ao afirmar que os incentivos para a energia solar existentes no país são insuficientes para que o indivíduo ou a empresa decida trabalhar a sustentabilidade energética. Frontin *et al.* (2017) coadunam afirmando que muito ainda precisa ser feito no Brasil em termos de incentivo.

Sobre a categoria ‘Percepção sobre obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais financeiros e legais’, os dados colhidos foram importantes para compreender qual a opinião destes atores sobre possíveis obstáculos. Outros pontos destacados são: a análise se os incentivos irão acarretar perda de receita para os municípios; a falta de fiscalização porque a distribuidora não está cumprindo os prazos na ligação dos projetos; a possibilidade de ser cobrada a tarifa de uso da rede e encargos que podem aumentar os custos para a geração distribuída solar. Uma vez que a legislação atual impede a venda de energia, que poderia ser uma alternativa para a comunidade carente. Jacobson (2011) afirma que as barreiras à transição energética são principalmente políticos, e não tecnológicos ou econômicos.

7.1.5 Análise dos dados da Categoria 5

Quadro 11 - Categoria 5: Sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso a microgeração solar

Tema: Percepções sobre à micro e minigeração de energia solar	
Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Isentar a comunidade carente da cobrança da taxa de disponibilidade pela distribuidora para pequenos consumidores de energia solar; Autorização para comunidade carente utilizar o FGTS para aquisição do sistema fotovoltaico; Subsídio nos juros do financiamento; Inclusão do kit fotovoltaico no programa MCMV; Incentivos para que a comunidade carente instale placas na zona rural e venda a energia excedente; Capacitação de mão de obra nas esferas governamentais; Substituição do subsídio da conta de luz para baixa renda para a compra de equipamentos fotovoltaicos; Criação de um fundo do pré-sal para ser utilizado para utilização de kits fotovoltaicos para famílias de baixa renda.	“[...] rever a cobrança da taxa de disponibilidade cobrada pela distribuidora para pequenos consumidores fotovoltaicos”; “[...] autorizar a comunidade carente a utilizar FGTS para investir em placas solares, tendo em vista que seriam necessárias poucas placas”; “[...] subsídio de juros do financiamento com carência”; “[...] inclusão de painéis no financiamento do programa social, Minha Casa Minha Vida”; “[...] implementar políticas que permitam que a comunidade carente na zona rural ou urbana possam produzir e vender energia”; “[...] oferecer cursos gratuitos oferecidos por MEC, prefeituras e Ministério da Indústria e Comércio para qualificar e certificar a mão-de-obra carente”; “[...] o subsídio deveria sair da conta de luz da comunidade de baixa renda e ir para a compra de equipamentos fotovoltaicos para a própria comunidade”; “[...] criação de um fundo do pré-sal para que as famílias de baixa renda possam investir em energia solar”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Sugestões para que as classes mais carentes tenham acesso a microgeração solar’ (quadro 11), os entrevistados indicaram algumas propostas, sendo que foi amplamente sugerido o financiamento com juros subsidiados e a instalação prévia das placas fotovoltaicas no Programa Minha Casa Minha Vida. Seguem todas as sugestões:

- a) **isentar a comunidade carente da cobrança do custo de disponibilidade pela distribuidora para pequenos consumidores de energia solar.** Este é um ponto importante, pois a cobrança do custo de disponibilidade pela distribuidora inviabiliza a iniciativa das famílias carentes em produzir a própria energia solar. Para consumidores de energia elétrica do grupo B de baixa tensão, o custo de disponibilidade é o valor mínimo que se paga por mês para a distribuidora pelo fato de estar disponibilizando a energia elétrica em sua unidade consumidora, mesmo com sistema fotovoltaico instalado. Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da Aneel em seu artigo nº 98, “[...] o custo de disponibilidade do sistema elétrico, aplicável ao faturamento mensal de consumidor responsável por unidade consumidora do grupo B, é o valor em moeda corrente equivalente 30 KWh, se monofásico” (ANEEL, 2014, *online*). Assim, a cobrança do custo de disponibilidade mensal, equivalente a 30 KWh, se aproxima do valor que a família já pagaria pela conta de energia como cliente da distribuidora, a não ser que o consumo de energia desta família fosse alto, o que por ser carente não faria muito sentido. Por outro lado, a distribuidora está permitindo a disponibilização de energia independente da produção fotovoltaica e poderia ser justo alguma compensação financeira. Uma alternativa seria pagar o custo de disponibilidade da distribuidora com a própria produção excedente de energia solar, reduzir para valores inferiores a 30 KWh ou a isenção ser arcada como subsídio pelo governo;
- b) **sugestão de políticas que permitam que a comunidade carente urbana e rural possa produzir e vender sua energia.** Neste ponto a lei precisaria ser alterada, pois o que ela permite é produzir energia e usar o sistema de compensação de energia elétrica, ou seja, a utilização dos créditos por até 5 anos da energia produzida e, não a venda da energia solar distribuída. Entretanto, em outros países como a Alemanha é garantido ao pequeno produtor de energia o recebimento de uma tarifa fixa, para a eletricidade produzida a partir de fontes renováveis que é introduzida na rede pública. Nobre *et al.* (2019) afirmam que é necessário alterar a atual legislação brasileira para permitir que micro e mini produtores de energia solar vendam sua energia;

- c) **sugestão para utilização do FGTS pela comunidade carente na aquisição do sistema fotovoltaico.** Estas sugestões também foram feitas na categoria 3. Entretanto, agora voltadas exclusivamente à comunidade de baixa renda. Esta medida está contemplada no PL 2870/2015, que estava em tramitação até final de 2018 propondo a alteração da Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para possibilitar o uso de recursos da conta vinculada do trabalhador no FGTS e a instalação de sistemas de mini ou microgeração de energia fotovoltaica. Caso seja autorizado, para ser usado para produzir energia solar, deverá contemplar todos os que possuem conta no FGTS;
- d) **sugestão de subsídio nos juros de financiamento para comunidade carente.** Esta sugestão também foi apontada na categoria 3, para que todos pudessem ter acesso a financiamentos com juros subsidiados. Como citado, anteriormente, existe um financiamento por meio do acesso ao FNE SOL do Banco do Nordeste (BNB). Todavia, no caso das famílias carentes é necessário resolver a questão do custo de disponibilidade, pois atualmente sua cobrança inviabiliza o investimento dessas famílias em energia solar distribuída. Pois, mesmo com os juros subsidiados, as famílias pagariam ainda por um consumo de 30 KWh conforme Resolução Normativa nº 414/2010. Além disso, o benefício do desconto da conta de energia para baixa renda desestimula o investimento na microgeração fotovoltaica;
- e) **sugestão de inclusão do kit fotovoltaico no programa Minha Casa Minha Vida.** Muito sugerido pelos entrevistados e sendo viável incluir nas casas do programa social. Mas, vale ressaltar que o custo de disponibilidade deverá ser revisto para esta comunidade carente. Existe um projeto de lei, que estava em tramitação até final de 2018, PLS nº 224/2015 que propõe alterar a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, para obrigar a instalação, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida, sem ônus para os beneficiários, de equipamentos destinados à geração de energia elétrica própria com base em fonte solar fotovoltaica;
- f) **sugestão de substituição do subsídio da conta de luz para baixa renda para a compra de equipamentos fotovoltaicos.** Além da questão do custo de disponibilidade que as classes de baixa renda pagariam mesmo com a energia solar, os subsídios oferecidos pela atual Lei Federal nº 12.212/2010, que trata sobre Tarifa Social com descontos na tarifa de energia da distribuidora para baixa renda, seriam outro ponto que inibiria o investimento em energia solar para as camadas mais carentes. A alternativa apresentada seria transferir os subsídios oferecidos pela Lei Federal nº 12.212 ou um

percentual desses subsídios, para uma nova lei que incentivasse o uso destes recursos para a aquisição dos kits fotovoltaicos;

- g) **sugestão de criação de um fundo do pré-sal para ser utilizado para aquisição de kits fotovoltaicos para famílias de baixa renda.** A ideia de ter um fundo oriundo dos recursos do pré-sal já havia sido levantada na categoria 3. Porém, aqui esta proposta tem uma destinação específica para ser utilizada na aquisição de kits fotovoltaicos pelas comunidades de baixa renda. No atual cenário político, e em como está sendo feita a orientação da atual gestão da Petrobras, é muito difícil ser aprovada uma proposta desta natureza;
- h) **sugestão para que instituições governamentais promovam cursos gratuitos para qualificar comunidade carente.** Para alguns entrevistados, existe carência de mão de obra qualificada e certificada no setor fotovoltaico com oportunidades de emprego. Assim, os governos federal, estadual e municipal poderiam contribuir oferecendo estes cursos. Frontin *et al.* (2017) recomendam que escolas técnicas e universidades participem desse processo educacional.

7.2 CONSUMIDORES RESIDENCIAIS

O chamado Grupo 2 reúne um núcleo de interesse composto por 20 entrevistas individuais semiestruturadas com consumidores residenciais da distribuidora de energia, que atende o município de Juazeiro do Norte. O grupo possui o seguinte perfil: homens e/ou mulheres, chefes de família, ativos no mercado, com casa própria, entre 25 a 50 anos de idade de diversas classes sociais. Mas, 95% da amostra é composta por renda de até 5 salários mínimos de renda familiar.

Este percentual por renda baseia-se nos dados aproximados de renda do perfil do município de Juazeiro do Norte, conforme informações do observatório da indústria divulgado pela FIEC apresentadas na tabela 28.

Tabela 28 - Perfil do município de Juazeiro do Norte por renda

Renda dos trabalhadores em salários mínimos (sm)	Percentual (%) sobre o total de trabalhadores
Até um salário mínimo	12%
1,01 a 2 sm	67%
2,01 a 5sm	16%
Acima de 5 sm	5%

Fonte: adaptado de FIEC (2019).

A condição para que o domicílio seja do tipo casa e que seja própria é utilizada por Konzen (2014) ao julgar que: a) no caso de apartamentos a instalação é dificultada, em função da cobertura do edifício nem sempre estar disponível e oferece restrições contratuais por ser uma área comum e b) moradias alugadas dificilmente irão receber uma instalação de energia solar fotovoltaica, por se tratar de um investimento de longo prazo e de difícil transferência para outro imóvel (EPE, 2014).

O intuito da entrevista foi avaliar o conhecimento dos consumidores residenciais sobre micro e minigeração de energia solar. Analisar sua percepção sobre os temas propostos na entrevista e compreender se há algum obstáculo na opinião deles sobre o avanço da energia solar distribuída ou, ainda, sobre sua decisão de produzir sua própria energia. Nos quadros apresentados a seguir, na coluna categoria foram incorporadas as cinco categorias do grupo 2 e suas respectivas subcategorias:

1. conhecimento da micro e minigeração de energia solar;
2. percepção no que diz respeito aos investimentos de implantação e grau de interesse;
3. percepção sobre incentivos governamentais;
4. percepção da relação da produção de energia e poluição;
5. gasto e consumo mensal na conta de energia.

7.2.1 Análise dos dados da Categoria 1

Quadro 12 - Categoria 1: Conhecimento da micro e minigeração de energia solar

Tema: Percepções sobre micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Conhecimento da geração distribuída solar.	Pessoa física pode gerar sua energia; Pouco conhecimento; Importante alternativa; Desconhecimento do funcionamento.	“[...] sei que posso gerar minha própria energia”; “[...] tenho pouco conhecimento”; “[...] forte alternativa de energia”; “[...] não sei como funciona”.
Vantagens da geração distribuída.	Energia renovável; Redução do custo de implantação; Vender a energia; Economia mensal na conta de luz; Localização com alta incidência solar; Independência da conta de luz da distribuidora.	“[...] energia limpa e renovável”; “[...] posso vender minha energia”; “[...] custo de implantação vem caindo”; “[...] economia na conta de luz”; “[...] disponibilidade de sol no Ceará o ano todo”; “[...] ficar livre da conta de luz da distribuidora”.
Desvantagens da geração distribuída.	Alto investimento; Ausência de desvantagem.	“[...] alto custo de implantação”; “[...] não tem desvantagem”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

O quadro 12, com suas categorias e unidades de registro, definidos a partir dos objetivos estabelecidos e das perguntas realizadas pelo pesquisador, apresentam o recorte das falas dos consumidores sobre a categoria ‘Conhecimento da micro e minigeração de energia solar’, sendo possível estabelecer algumas inferências as quais nos levam à seguinte análise dos dados entre as quais pode-se destacar:

- a) possuem conhecimento parcial na qual a pessoa física pode gerar sua própria energia solar. A maioria dos entrevistados, inicialmente, relatou pouco conhecimento sobre a micro e minigeração distribuída solar, sobretudo sobre o seu funcionamento e possibilidade de gerar a própria energia. O que pode apontar uma falha de comunicação para o público geral. Por outro lado, alguns dos entrevistados descreveram como uma forte alternativa de energia e, que possuíam conhecimento para poderem gerar a sua própria energia. Estas informações coadunam com o resultado do obstáculo cultural da pesquisa com o grupo anterior e, apontam para a necessidade de palestras informativas e mídias concentradas. Uma vez que o objetivo é esclarecer ao público sobre a possibilidade de gerar a própria energia;
- b) as vantagens relatadas sobre a micro e minigeração de energia solar ressaltam a importância de ser uma energia limpa e renovável (citados por 4 entrevistados), a economia na conta de energia (citados por 16 entrevistados) e a alta incidência solar no Ceará (citados por dois entrevistados). Estes dados explicitam o que, posteriormente, os entrevistados demonstraram ter conhecimento sobre as vantagens econômicas, como ocorreu com o grupo 1: mais citações referentes ao benefício econômico do que propriamente aos benefícios ambientais. A informação coletada sobre a venda da energia solar pelo proprietário da casa foi uma exceção, tendo em vista que a legislação permite o uso de créditos, mas não legitima a venda da energia produzida;
- c) em relação as desvantagens relatadas foram identificadas as informações de ausência de desvantagem e o alto custo inicial de implantação, que de certa forma inibe o consumidor a tomar uma decisão que ele mesmo acha que é vantajoso. Os entrevistados relataram mais vantagens do que a única desvantagem, que seria o alto custo inicial (citados por 7 entrevistados). Esta desvantagem ou objeção poderia ser contornada com esclarecimento sobre financiamento disponível, com juros subsidiados oferecidos atualmente.

7.2.2 Análise dos dados da Categoria 2

Quadro 13 - Categoria 2: Percepção no que diz respeito aos investimentos de implantação e grau de interesse

Tema: Percepções sobre micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Percepção sobre investimentos de implantação.	Investimento inicial alto, porém com retorno em um prazo curto.	“[...] muito caro”; “[...] o custo é alto, mas o retorno virá no curto prazo”; “[...] não é barato para instalar, mas acho que vale a pena depois de um tempo”.
Percepção sobre financiamento disponível.	Conhecimento de financiamento para pessoa jurídica; Desconhecimento de financiamento para pessoa física; Conhecimento de financiamento para pessoas físicas de banco público e bancos privados.	“[...] existe financiamento para pessoa jurídica, não sei se existe para pessoa física”; “[...] não sei se tem financiamento para pessoa física”; “[...] existe financiamento para pessoa física por banco público”; “[...] bancos privados devem oferecer”.
Grau de interesse em gerar sua própria energia solar e abastecer um carro ou moto ou bicicleta elétrica em casa.	Não compensa para aqueles com baixo custo de energia; Aceitação da ideia em produzir energia solar em casa e abastecer veículo elétrico; O interesse vai depender da redução dos custos de instalação e redução dos juros de financiamento; Consideram investir em energia solar em um período futuro; Dúvida se faria a instalação da energia solar em casa.	“[...] no meu caso não compensa, pois meu consumo de energia elétrica é baixo”; “[...] tenho interesse de produzir minha própria energia e ter um moto elétrico”. “[...] a ideia de abastecer um veículo elétrico em casa é muito boa”; “[...] tenho interesse, mas o investimento é alto”; “[...] teria interesse se as taxas de juros fossem mais baixas”; “[...] tenho interesse em instalar no futuro, não agora”; “[...] vejo com uma necessidade um dia ter energia solar em casa e adquirir um veículo elétrico”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Percepção no que diz respeito aos investimentos de implantação e grau de interesse’ (quadro 13), destacam-se:

- a) os entrevistados, de forma geral, relataram que os investimentos são altos para a implantação da energia solar em suas residências. Porém, afirmam que mesmo assim é vantajoso e que o retorno ocorre no curto prazo;
- b) sobre a percepção de financiamento disponível, foram registradas opiniões divergentes. Quinze (15) entrevistados afirmam que não existe ou não sabem se tem financiamento para pessoa física. Um número reduzido afirma que existe financiamento para pessoa física, especificamente, de um banco público ou de bancos privados. Outra informação de um entrevistado é que o financiamento só existe para pessoa jurídica. Com isso,

- percebe-se a falta de esclarecimento de grande parte dos entrevistados na questão de financiamento para pessoa física, pois ela existe e é oferecida pelos bancos;
- c) sobre o grau de interesse em gerar sua própria energia, foram coletadas informações distintas. Um (1) entrevistado relatou que para quem tem consumo de energia baixo, o investimento pode não compensar. Isso pode ocorrer, pois estes consumidores se beneficiam de desconto na conta por serem de baixa renda. E, assim, o financiamento para instalação de placas solares pode não ser vantajoso em função da necessidade do consumidor ainda pagar a taxa mínima (custo de disponibilidade), por estar conectado à distribuidora. Neste sentido, a Lei Federal nº 12.212/2010 trata sobre Tarifa Social com descontos para baixa renda para tarifa de energia. O desconto é de 65% até 30KWh/mês, 40% de desconto de 31 a 100 KWh/mês e 10% de desconto para consumo entre 101 a 220 KWh/mês (BRASIL, 2010). Já a Lei Estadual nº 12.670 do Estado do Ceará, isenta totalmente o ICMS até o consumo de 50 KWh/mês da conta de energia residencial ou de produtor rural;
- d) um grande número de entrevistados, 17 pessoas das 20 entrevistadas, são favoráveis em produzir a sua própria energia em casa e abastecer um veículo elétrico (carro, moto ou bicicleta). Entretanto, os altos custos de instalação e a necessidade de financiamento, com taxas de juros baixas, acabam direcionando esta decisão para um futuro com prazo não definido.

7.2.3 Análise dos dados da Categoria 3

Quadro 14 - Categoria 3: Percepção sobre incentivos governamentais para geração distribuída solar

Tema: Percepções sobre micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Conhecimento de incentivos dos governos federal, estadual e municipal para geração distribuída solar.	Desconhecimento de incentivos governamentais; O incentivo ocorre das próprias empresas privadas; Há incentivos governamentais.	“[...] creio que não há incentivos do governo federal, estadual e municipal para energia solar”; “[...] quem está incentivando são as próprias empresas privadas que promovem seus serviços”; “[...] os governos incentivam vi reportagens”.
Identificação dos incentivos governamentais existentes.	Programa Minha Casa Minha Vida com aquecedor solar para chuveiro; O incentivo existe, mas não tem conhecimento específico do incentivo.	“[...] no programa minha casa minha vida alguns imóveis vêm com aquecedores solares, que não tem sentido”; “[...] os governos incentivam, mas não sei especificar os incentivos”.
Sugestão de incentivos governamentais.	Financiamento com juros baixos; Cursos de capacitação em energia solar para comunidade; Redução de impostos na aquisição de equipamentos; Instalação em prédios públicos e iluminação pública; Divulgação e esclarecimento das leis que autorizam a micro e minigeração solar distribuída.	“[...] oferecer financiamento com juros baixos para famílias adquirirem a energia solar”; “[...] os governos deveriam oferecer cursos para a comunidade”; “[...] deveriam incentivar como redução de impostos na compra de equipamentos”; “[...] deveriam incentivar a energia solar inclusive nos próprios prédios públicos”; “[...] deveriam divulgar e esclarecer melhor a população”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Percepção sobre incentivos governamentais’ (quadro 14) pode-se inferir que: dezoito (18) entrevistados afirmam desconhecer a existência de incentivos governamentais sejam no âmbito federal, estadual ou municipal. Um entrevistado complementa que os incentivos são fornecidos apenas pelas empresas privadas, que fornecem serviços de instalação. Outro entrevistado afirma que existem incentivos, mas não sabe especificar quais incentivos. Foi citado também o aquecimento solar do chuveiro, que estaria instalado em unidades do programa Minha Casa Minha Vida. O que o entrevistado julgou sabiamente desnecessária, para esta funcionalidade, em função do clima com altas temperaturas no Ceará.

Os dados retratam um desconhecimento sobre os incentivos existentes, tendo em vista que há alguns incentivos federais e estaduais como, por exemplo, as próprias resoluções n° 482 e n° 687 do governo federal, as taxas de financiamento com juros subsidiados do FNE SOL do Banco do Nordeste (BNB, 2019). E, também a isenção do ICMS sobre o excedente de energia produzido e injetado na distribuidora.

Para ABSOLAR (2018) existem poucas linhas de financiamento com condições competitivas. Assim, torna-se fundamental a necessidade de maior financiamento específico para que o poder público possa se inserir nesta tecnologia e, também reduzir os seus custos nas instalações públicas.

Sobre as sugestões dos incentivos governamentais os entrevistados expuseram opiniões diversas como divulgar e esclarecer a população sobre as normativas e leis, que autorizam as pessoas a produzir a própria energia, oferecer financiamentos com juros baixos e cursos sobre energia solar para a comunidade, redução dos impostos para aquisição de equipamentos e a utilização da energia solar em prédios públicos e na iluminação pública.

7.2.4 Análise dos dados da Categoria 4

Quadro 15 - Categoria 4: Percepção da relação da produção de energia e poluição

Tema: Percepções sobre micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Identificação da fonte de energia elétrica consumida.	Energia elétrica proveniente de hidrelétrica, termoelétrica e nuclear; Desconhece a fonte ou matriz de energia consumida.	“[...] a energia elétrica vem de hidrelétrica”; “[...] uma parte vem da termoelétrica”; “[...] é nuclear”; “[...] não sei da onde vem”.
Conhecimento se a fonte é poluidora ou não.	A fonte hidrelétrica gera poluição, pois causa desmatamento, degradação; A fonte hidrelétrica não polui; A fonte termoelétrica é poluidora; A fonte nuclear é poluidora; Desconhecimento se a fonte hidrelétrica polui.	“[...] vem de hidrelétrica e gera poluição, desmatamento, degradação e deslocamento de pessoas”; “[...] a hidrelétrica é livre de poluição”; “[...] termoelétrica é poluidora”; “[...] energia nuclear que é poluidora por conta do urânio que emite radiação”; “[...] não sei se é poluidora”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Percepção da relação da produção de energia e poluição’ (quadro 15), apresentam-se as seguintes informações:

- a) doze (12) entrevistados identificaram a fonte hidrelétrica, como a origem de sua energia elétrica consumida. Dois entrevistados citaram a fonte termoelétrica e um entrevistado a fonte nuclear. Os demais não sabem qual fonte origina sua energia elétrica consumida. Os entrevistados revelaram ter um conhecimento parcial das fontes. Apesar das fontes citadas existirem, elas foram respondidas individualmente e não visualizou-se uma citação conjunta das fontes. Além de, que não foi citada a fonte eólica e solar. Assim, a origem da fonte de energia elétrica consumida é uma informação difícil, pois o sistema

nacional é interligado. Todavia, a produção de energia no Ceará é, principalmente, termoelétrica e eólica;

- b) as informações coletadas sobre se a fonte é poluidora ou não gerou respostas variadas. Alguns citaram a fonte hidrelétrica como poluidora, em função da degradação do desmatamento para criar uma represa. Outros citaram a fonte hidrelétrica como limpa e com ausência de poluição e os demais não souberam responder se é poluidora. Vale ressaltar, que a fonte hidrelétrica é considerada uma fonte livre de poluição na geração de energia. Entretanto, durante seu ciclo de vida, existe impacto na construção;
- c) as outras energias citadas como a termoelétrica e a nuclear foram consideradas poluidoras. De fato, a energia elétrica proveniente de termoelétrica de combustíveis fósseis gera dióxido de carbono, dentre outros gases.

Para Frontin *et al.* (2017) os métodos atuais de geração a partir de energia térmica emitem CO₂. E, a energia elétrica proveniente de usina nuclear possui risco potencial com contaminação de elemento radioativo.

7.2.5 Análise dos dados da Categoria 5

Quadro 16 - Categoria 5: Gasto e consumo mensal na conta de energia

Tema: Percepções sobre micro e minigeração de energia solar		
Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Gasto mensal em reais de energia elétrica.	O gasto varia de 60 a 300 reais por mês com alguns valores se repetindo.	“[...] a energia elétrica é cara, eu tenho um gasto mensal de “60 reais” “70 reais”; 80,00”; “90 reais”; “95 reais”; “100 reais”; “130 reais”; “150 reais”; “180 reais” “200 reais” “300 reais”.
Consumo mensal em kW de energia elétrica.	Os entrevistados citaram o consumo mensal de energia em kw; A maioria desconhece o consumo mensal de energia em kw.	“100kw por mês; “160kw por mês; “200kw por mês; “Não sei o consumo de energia”.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Sobre a categoria ‘Gasto e consumo mensal na conta de energia’ (quadro 16), apresentam-se as seguintes informações:

- a) todos os entrevistados responderam sobre o gasto mensal em reais. A variação ficou entre R\$ 60,00 a R\$ 300,00. Mesmo aqueles com gasto mensal menor, afirmaram que a energia que consome atualmente é cara e tem impacto no orçamento doméstico;
- b) sobre o consumo mensal em KWh, apenas três entrevistados responderam esta informação. Os demais não sabiam responder o consumo e, isso pode indicar que não existe acompanhamento regular ou algum tipo de controle sobre o consumo.

7.3 CONCLUSÃO

O enorme potencial solar e de redução das emissões de gases poluidores foram demonstrados nos capítulos 4 e 5. Comparando com outros países, foi percebida a necessidade de avançar nas políticas de incentivo. As entrevistas realizadas com os dois grupos distintos, conforme estratégia metodológica delineada na pesquisa, foi importante para captar a percepção dos atores sobre a geração distribuída solar. E, verificar se os fatores culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais atuam como obstáculos ao desenvolvimento da micro e minigeração solar.

O primeiro grupo de entrevistados, formado por gestores públicos e privados e, especialistas na área de energia solar, apontam como principal vantagem da energia solar a economia em relação aos custos atuais e os aumentos sucessivos da energia elétrica fornecida, tradicionalmente, pelas distribuidoras de energia. Outras vantagens foram citadas como: a energia limpa e renovável; a importância da diversificação da matriz energética elétrica; o aproveitamento da irradiação do semiárido; a segurança ao sistema elétrico e o potencial gerador de emprego da matriz solar. No entanto, a vantagem econômica obteve mais respostas e foram mais lembradas, do que as dimensões voltadas ao meio ambiente e a questão social que revelou ter maiores consequências da vantagem econômica.

Sobre a percepção das políticas públicas atuais para micro e minigeração de energia, os entrevistados do grupo 1 relataram variadas políticas e incentivos, porém demonstraram conhecimento parcial ao citarem exemplos isolados, ou seja, não citaram mais que duas políticas ou incentivos. Sobre as sugestões de política para o setor, inúmeras sugestões foram apresentadas e algumas delas inclusive estão na pauta de alguns projetos de lei no Congresso Nacional. As sugestões mais citadas foram: redução de impostos nas esferas federal, estadual e municipal; maior financiamento para pessoas física e jurídica; utilização do FGTS e abatimento do imposto de renda para instalação de placas solares; criação de fundo oriundo da receita do pré-sal e incentivo para implantação na energia solar em prédios públicos.

No que se refere à percepção sobre obstáculos para o setor fotovoltaico foi citado o fator cultural, pois na opinião dos entrevistados a falta de informação e a desconfiança sobre os benefícios, bem como a percepção que é um investimento alto que ainda estão presentes. Outros obstáculos dizem respeito ao fator financeiro, pela necessidade de redução de juros e a maior oferta para financiamento; o obstáculo setorial em função de interesses contrários aos das distribuidoras de energia e burocracia dos bancos na liberação dos financiamentos e o obstáculo legal em função dos incentivos tributários serem insuficientes para alavancar o setor. Estes atores do grupo 1 apontaram inúmeras vantagens da geração distribuída solar e várias políticas de incentivo. Porém, vários obstáculos também foram citados o que impediria o avanço da matriz solar.

Sobre as sugestões para que a comunidade carente tenha acesso à energia solar foram citados: os juros subsidiados, a instalação nos programas 'Minha Casa Minha Vida', isenção do custo de disponibilidade para comunidade carente, que hoje é pago à distribuidora, a possibilidade de vender a energia produzida. E, a oferta de cursos de qualificação para que a comunidade possa trabalhar no mercado de trabalho do setor fotovoltaico.

Para que a comunidade carente tenha acesso à energia solar e, se motive para tal feito, muito precisa ser feito em termos de incentivos. Pois, nas condições atuais não há vantagem para que esta comunidade produza sua própria energia. Posteriormente, o grupo 2, formado por consumidores de energia elétrica de Juazeiro do Norte, foram entrevistados e foram coletadas informações a respeito de suas percepções.

Este grupo demonstrou conhecimento parcial sobre a energia solar distribuída. Foi citada a vantagem econômica e o grupo apresentou uma percepção de que o investimento é alto para instalar as placas fotovoltaicas, que não há financiamento para pessoa física e nem incentivos por parte dos governos federal, estadual e municipal. Estes dados estão de acordo com o resultado apresentado do grupo 1 sobre obstáculos culturais, financeiros e legais. Mas, um fato positivo foi relatado: se houvesse incentivos como o financiamento e a redução do investimento, os consumidores se mostraram favoráveis à implantação da energia solar. Inclusive, como forte opção para também carregar as baterias de algum veículo elétrico (principalmente moto ou bicicleta elétrica).

Referente à percepção sobre as fontes geradoras de energia elétrica e se elas são poluidoras ou não, os consumidores mostraram conhecimento parcial. Não citaram a fonte eólica que é muito expressiva na geração de energia no Ceará e, a própria geração térmica foi pouco citada. Destaca-se também que estes consumidores não recordam de seu consumo em

KWh, apenas do seu gasto mensal em reais. Como os reajustes anuais estão ocorrendo acima da inflação, isso pode demonstrar a falta de acompanhamento e controle do seu consumo.

O sentimento coletado na pesquisa é que, de uma forma geral, a amostra entrevistada de consumidores de Juazeiro do Norte tem conhecimento parcial sobre energia solar e suas vantagens (principalmente econômicas), porém apresenta uma percepção que é algo inacessível pelos altos custos de instalação. Assim, para incluir a população no papel de ator, que poderá ajudar a mitigar as emissões CO₂, incentivos e esclarecimentos precisam ser realizados.

No próximo capítulo será apresentado o resultado do último objetivo específico da tese, o modelo para implementação da geração solar distribuída.

8 MODELO PARA O DESENVOLVIMENTO DA GERAÇÃO SOLAR DISTRIBUIDA

Este capítulo, portanto, responde ao quinto e último objetivo específico proposto para esta tese: formular um modelo ou diretrizes, para o desenvolvimento da energia solar distribuída. A ideia é fornecer subsídios por meio de informações, atividade e iniciativas ordenadas por eixos temáticos.

Segundo Sayão (2001) um modelo é uma criação cultural destinada a representar uma realidade, a fim de torná-la descritiva. Ele deriva da necessidade humana de entender a realidade, aparentemente, complexa do objeto estudado. Chorley e Haggett (1975) declaravam que um modelo é uma disposição simples da realidade, que aponta relações de forma generalizada. Para Skilling (1964) o modelo pode ser composto por ideias ordenadas interligando fundamentos, que apresentam capacidade de esclarecimento. Assim, o modelo apresentado neste capítulo foi concebido e estruturado seguindo estas orientações.

Para a formulação do modelo foram utilizadas, particularmente, as descobertas e observações do pesquisador durante o desenvolvimento dos capítulos da tese, que abrangeram a pesquisa de campo com entrevistas com os atores envolvidos, as análises do consumo de combustíveis e energia e suas contribuições com as emissões de CO₂. Além, da análise da área predial com seu potencial de geração de energia elétrica a partir das células fotovoltaicas. Estas observações foram associadas com as experiências internacionais como, o marco legal nacional e do Ceará sobre energia distribuída solar, além da análise dos projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional.

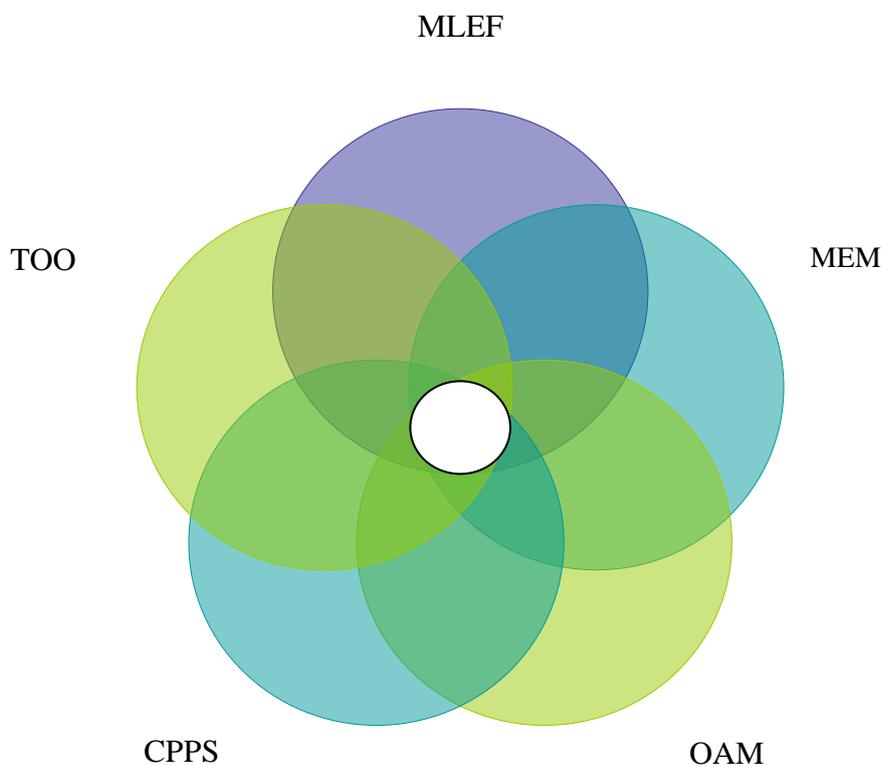
8.1 CONCEPÇÃO DO MODELO

O modelo contempla iniciativas e fornece recomendações para outras práticas, que poderão contribuir para o desenvolvimento da energia solar distribuída tanto em Juazeiro do Norte, que serviu de referência para o modelo, quanto em qualquer outra cidade que reúna condições favoráveis, sobretudo no semiárido nordestino.

As iniciativas estão agrupadas em cinco eixos temáticos: 1) Marco Legal Estadual e Federal (MLEF); 2) Transformar Obstáculos em Oportunidades (TOO); 3) Matriz Energética do Município e Emissões de CO₂ (MEM); 4) Cobertura Predial do Município e seu Potencial Solar (CPPS); e 5) Outras Ações do Município (OAM). O detalhamento de cada dos eixos temáticos está destacado nos quadros 17, 18, 19, 20, 21 e 22. Cada eixo temático possui suas

próprias iniciativas. Todavia, existe uma forte relação de interdependência entre os eixos representados na figura 12 e sinergia nas iniciativas e recomendações propostas.

Figura 12 - Diagrama de identificação dos eixos



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

8.1.1 Eixo 1 - Marco legal estadual e federal

Identificação das principais políticas dos marcos legal estadual e nacional, que devem permanecer vigentes. Além, dos incentivos internacionais que poderiam ser implantados no Brasil, fundos de financiamento para o clima e os Projetos de Lei no Congresso ainda não aprovados. E, que seriam importantes ao desenvolvimento da geração solar distribuída. Os quadros 17 e 18 demonstram estas atividades e iniciativas.

Quadro 17 - Atividades e iniciativas do Eixo 1 marco Estadual

Atividade	Iniciativa
Marco Legal Estadual	<ul style="list-style-type: none"> - Permanência à adesão ao Convênio CONFAZ ICMS nº16 (concede isenção do ICMS nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica); - Permanência à adesão ao Convênio CONFAZ ICMS nº156 (concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica); - Continuidade do Fundo de Incentivo à Energia Solar; - Continuidade do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Quadro 18 - Atividades e iniciativas do Eixo 1 marco federal e incentivos

Atividade	Iniciativa
Marco Legal Federal	<ul style="list-style-type: none"> - Continuidade das Resoluções Normativas nº 482 e nº 687 com proposta para incluir tarifas <i>feed-in</i> em nova resolução; - Permanência da Portaria MME nº 538, de 15 de dezembro de 2015, que lançou o Programa de Geração Distribuída (ProGD); - Permanência da Lei nº 13.169, de 06 de outubro de 2015, trata da isenção do PIS/PASEP/COFINS; - Permanência da Lei nº 13.203, de 08 de dezembro de 2015 (financiamento do BNDES para edifícios públicos); - Continuidade do Fundo Clima do BNDES que passa a permitir financiamento pessoas físicas implantarem instalações de geração de energia solar; - Continuidade da Portaria nº 643/2017, dispõe sobre as condições gerais para provisão de sistemas alternativos de geração de energia, incluindo energia solar fotovoltaico no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).
Incentivos adotados em outros países e fundos nacionais e internacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Adoção de tarifas <i>feed-in</i> como ocorre na Alemanha e demais países da Europa, além da maioria dos estados americanos e China e Japão; - Acesso aos fundos (<i>Global Climate Funds - GCF, AF and LDCE, Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund - GEEREF, Global Environment Facility - GEF, Green Climate Fund - GCG</i>, o Fundo de Investimento Climático, dentre outros) oferecidos pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e outras instituições.
Projetos de Lei em Tramitação para geração distribuída solar	<ul style="list-style-type: none"> - PL 833/2015 Acrescenta dispositivo ao artigo 20 da Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para permitir a movimentação da conta vinculada do FGTS para aquisição e instalação de equipamentos para micro e minigeração distribuída; - PL 1800/2015 Dispõe sobre incentivos ao aproveitamento da energia solar e altera a Lei nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995, para permitir a dedução das despesas de aquisição e instalação de sistemas de aproveitamento da energia solar da base de cálculo do imposto de renda IRPF das pessoas físicas; - PL 161/2015 Dispõe sobre a obrigatoriedade do Poder Público Federal, Estadual e Municipal, utilizar energia solar fotovoltaica e/ou energia eólica em todas as edificações pertencentes à administração pública;

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Recomendações:

- a) promulgar o mesmo incentivo que ocorreu no Estado de Minas Gerais. O Decreto nº 47210/2017 com nova extensão da Lei 22.549/17, Art. 8 parágrafo 1º e 2º, que permite a isenção do ICMS até 5MW de todos os modelos de geração compartilhada. Portanto, unidades de múltiplos consumidores como condomínios, consórcios e cooperativas e

- unidades de autoconsumo remoto - quando a unidade geradora não é a consumidora -, poderão aderir ao sistema de compensação e garantir a isenção do tributo;
- b) permitir a implantação de tarifas *feed-in* e, assim, possibilitar a venda do excedente de energia solar gerada pelo micro e miniprodutor (rural ou urbano), de energia fotovoltaica distribuída;
 - c) isentar, até o ano de 2030, a cobrança na utilização da rede de distribuição com o TUSD fio A e fio B. A Aneel pode regulamentar esta cobrança a partir de 2020;
 - d) aprovação dos projetos de lei que estão em tramitação no congresso, que dispõe sobre uso de recursos do FGTS para instalação fotovoltaica distribuída solar. E, sobre os incentivos para a dedução do imposto de renda para pessoas físicas que investirem em energia solar;
 - e) aprovação dos projetos de lei que estão em tramitação no congresso e dispõem sobre a obrigatoriedade do Poder Público Federal, Estadual e Municipal em utilizar energia solar fotovoltaica em todas as edificações pertencentes à administração pública;
 - f) tornar imperativo a instalação, no âmbito do Programa ‘Minha Casa, Minha Vida’, sem ônus para os beneficiários, de equipamentos destinados à geração de energia elétrica própria com base em fonte solar fotovoltaica;
 - g) isentar a comunidade carente da cobrança do custo de disponibilidade para energia solar ou permitir que a cobrança seja descontada do excedente de energia solar produzido;
 - h) avaliar a possibilidade, elegibilidade e estrutura necessárias para a elaboração de projetos de acesso aos fundos globais disponíveis para o clima e, para uma intervenção maciça nas áreas urbanas e rurais.

8.1.2 Eixo 2 - Transformar obstáculos em oportunidades

Identificação dos principais obstáculos (cultural, tecnológico, setorial, financeiro e legal), para o desenvolvimento da energia solar distribuída. E, com isso, propor as recomendações para transformar estas barreiras em oportunidades (quadro 19).

Quadro 19 - Atividades e iniciativas do Eixo 2

Atividade	Iniciativa
Obstáculo cultural (Falta de informação e desconfiança da população dos benefícios da geração distribuída solar).	- Necessidade de palestras informativas e mídias na divulgação das vantagens da geração distribuída, como forma de esclarecer a população dos benefícios; - Montagem de unidades piloto demonstrativas para vencer as barreiras culturais e treinamento básico.
Obstáculo tecnológico (Necessidade de avanço na autonomia das baterias).	- Investimento em pesquisas para produção nacional e para baterias com maior autonomia de armazenamento de energia, por causa da intermitência nos projetos <i>off-grid</i> .
Obstáculo setorial (Pressão das distribuidoras de energia para redução dos incentivos, burocracia dos bancos na liberação dos financiamentos, má qualidade de serviços prestados pela distribuidora, descumprimento de prazos nas emissões de pareceres e lentidão no Congresso na aprovação dos projetos de lei do setor).	- Maior simplificação dos processos de liberação de financiamentos dos bancos; - Certificação exigida para garantir a qualidade dos serviços prestados por empresas instaladoras de placas; - Suspender a criação de uma nova resolução, que passe a cobrar das pessoas físicas a utilização da rede de distribuição com o TUSD fio A e fio B; - Maior fiscalização da ANEEL no respeito aos prazos e qualidade dos serviços prestados pelas distribuidoras; - Maior conscientização da sociedade civil, para exigir dos congressistas leis favoráveis para aqueles que optem por produzir a própria energia.
Obstáculo financeiro (Investimento inicial alto e baixa opção de financiamento para pessoas físicas).	- Bancos públicos ofereçam opções de financiamento e taxas de juros mais favoráveis, sobretudo para a comunidade carente.
Obstáculo legal (A atual legislação impede a venda do excedente de energia do micro e miniprodutor e, não permite a utilização do FGTS e incentivo do IRPS).	- Alteração da legislação para que esta possa permitir a venda do excedente de energia produzido. A aprovação de leis para que a utilização do FGTS, como forma de aquisição e instalação de placas e incentivo, com o objetivo de reduzir o imposto de renda para pessoa física que instale projetos de geração distribuída solar.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Recomendações:

- a) sugestão para que instituições de diversos setores (governamentais, privados e organizações não governamentais), promovam cursos gratuitos para qualificar comunidade carente;
- b) oferecer financiamento para aquisição e instalação fotovoltaica, com a mesma taxa de juros oferecida para casa própria. E, com subsídio nos juros de financiamento para comunidade carente;
- c) a cadeia produtiva do setor em parceria com o estado deve estimular a realização de palestras informativas e mídias na divulgação das vantagens da geração distribuída, como forma de esclarecer a população dos benefícios. Utilizar o Programa Goiás Solar de comunicação e educação como exemplo para instalar unidades piloto demonstrativa e pedagógica;

- d) criação de um selo de qualidade dos serviços prestados pelas empresas instaladoras de placas;
- e) destinação de um fundo do pré-sal para pesquisa e desenvolvimento nas universidades públicas, para o avanço tecnológico da cadeia fotovoltaica;
- f) maior fiscalização para o descumprimento de prazos na emissão de pareceres pelas distribuidoras;
- g) permitir a venda do excedente de energia produzido (benefício para comunidade carente rural e urbana) e a aprovação de leis, que permitam a utilização do FGTS para aquisição e instalação de placas. Além, do incentivo para o imposto de renda para pessoa física que instale projetos de geração distribuída solar.

8.1.3 Eixo 3 - Matriz energética do município e emissões de CO₂

Identificação do consumo de combustíveis, energia elétrica e as contribuições nas emissões de CO₂ propondo iniciativas e recomendações, para uma transição energética. Além, da mitigação dos efeitos das referidas emissões de gases (quadro 20):

Quadro 20 - Atividades e iniciativas do Eixo 3

Atividade	Iniciativa
Consumo de combustíveis Como a gasolina, diesel e GLP (Em Juazeiro do Norte, por exemplo, as emissões foram de 212.675 toneladas de CO ₂ , em 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a mobilidade urbana, com transporte público mais eficiente e menos poluidor; - Aumentar a malha de ciclovias em toda a cidade; - Incentivar o uso de veículos elétricos, sobretudo de baixo custo como bicicletas e <i>scooters</i>, que podem ser carregados nas tomadas de residências e possuem instalação fotovoltaica ou em postos de recarga; - Incentivar o compartilhamento de carros elétricos com postos de recarga com placas fotovoltaicas.
Alta participação das termoeletricas por combustíveis fósseis (No estudo em Juazeiro do Norte foram avaliadas as emissões das térmicas em 198.847,58 toneladas de CO ₂ em 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Não renovar os contratos existentes das termoeletricas por combustíveis fósseis e incentivar a transição para energia solar e eólica; - Estimular o aumento da participação das fontes eólica e solar e, assim, diminuir a participação das termoeletricas na geração de eletricidade que atualmente é a principal fonte de energia elétrica no Ceará, por exemplo; - Criação de barreiras legais para as termoeletricas por combustíveis fósseis.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Recomendações:

- a) criar ou aumentar as estações e rotas do Veículo Leve sobre Trilhos;
- b) criação de frotas de ônibus elétricos ou utilizando biodiesel;
- c) expandir a malha de ciclovias em toda a cidade;
- d) divulgação de campanhas de estímulo ao uso de bicicletas e scooters elétricas, assim como o uso de equipamentos de segurança;

- e) criar um programa de compartilhamento de veículos elétricos utilizando como, por exemplo, o programa VAMO da cidade de Fortaleza;
- f) estímulo para energia solar e eólica;
- g) promulgação de leis que inibam ou dificultem a criação de novas usinas termoeletricas por combustíveis fósseis e a extinção de incentivos tributários, que por ventura fomente a presença das termoeletricas alimentadas por combustíveis fósseis na matriz energética elétrica.

8.1.4 Eixo 4 - Cobertura predial do município e seu potencial solar

Identificação da área de telhados disponível no município e seu potencial para a produção de energia elétrica fotovoltaica distribuída. E, assim, propor iniciativas e recomendações para o aproveitamento desses espaços (quadro 21):

Quadro 21 - Atividades e iniciativas do Eixo 4

Atividade	Iniciativa
Exemplo do Estudo de Caso de Juazeiro do Norte (Área de cobertura de telhados de Juazeiro do Norte em 29,46 Km ²)	- Propor a Prefeitura que faça um inventário de área de telhados com atualização anual; - Exigir que os construtores ao planejarem a construção de prédios, galpões ou residências de mais de um piso elaborem um relatório de impacto de sombreamento sobre as demais construções.
Exemplo de Juazeiro do Norte (Aproveitamento de 50% da área de telhados com inclinação de 72,5° para produção de energia elétrica distribuída solar com produção anual de 2.279,86 Gwh)	- Criar mecanismos de proteção para que construções que já possuem energia solar fotovoltaica em seus telhados não sejam prejudicadas por novos empreendimentos, que afetem gravemente a produção de energia; - Exigir que nos projetos de novas casas, galpões e prédios se especifique área livre disponível dos telhados, aptas para uso energético.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Recomendações:

- a) a Prefeitura deve propor a atualização dos dados referentes ao IPTU do imóvel, com informações específicas sobre área de telhados e área útil disponível desses telhados;
- b) criar uma lei que torne imperativo, para novas construções, à exigência de relatório de impacto de sombreamento em demais construções.

8.1.5 Eixo 5 - Outras ações do município

Identificação de outras atividades, iniciativas e recomendações que o município poderia propor para contribuir na implantação da geração solar distribuída (quadro 22):

Quadro 22 - Atividades e iniciativas do Eixo 5

Atividade	Iniciativa
Verificar a experiência de outros municípios no incentivo a geração solar distribuída	- Analisar a experiência do município de Palmas -TO (conforme Lei Complementar Nº 327, de 24 de novembro de 2015) quanto ao desconto no IPTU de imóveis com geração solar distribuída; - Analisar a experiência de outros municípios a respeito do enquadramento do ISS para empresas que prestam serviço de instalação de energia solar.
Inovar nas propostas de incentivo	- Analisar a viabilidade de desconto na liberação de alvarás e habites para projetos com energia solar; - Novas construções com recursos do município com energia solar inclusa.
Captação de recursos e venda de créditos de carbono	- Montar uma comissão para estudar o potencial e os métodos e meios para elaborar Projeto, que financiasse a transformação do município numa cidade Pós-Carbono; - Propor venda de crédito de carbono ao reduzir as emissões CO ₂ por meio da energia solar.

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Recomendações:

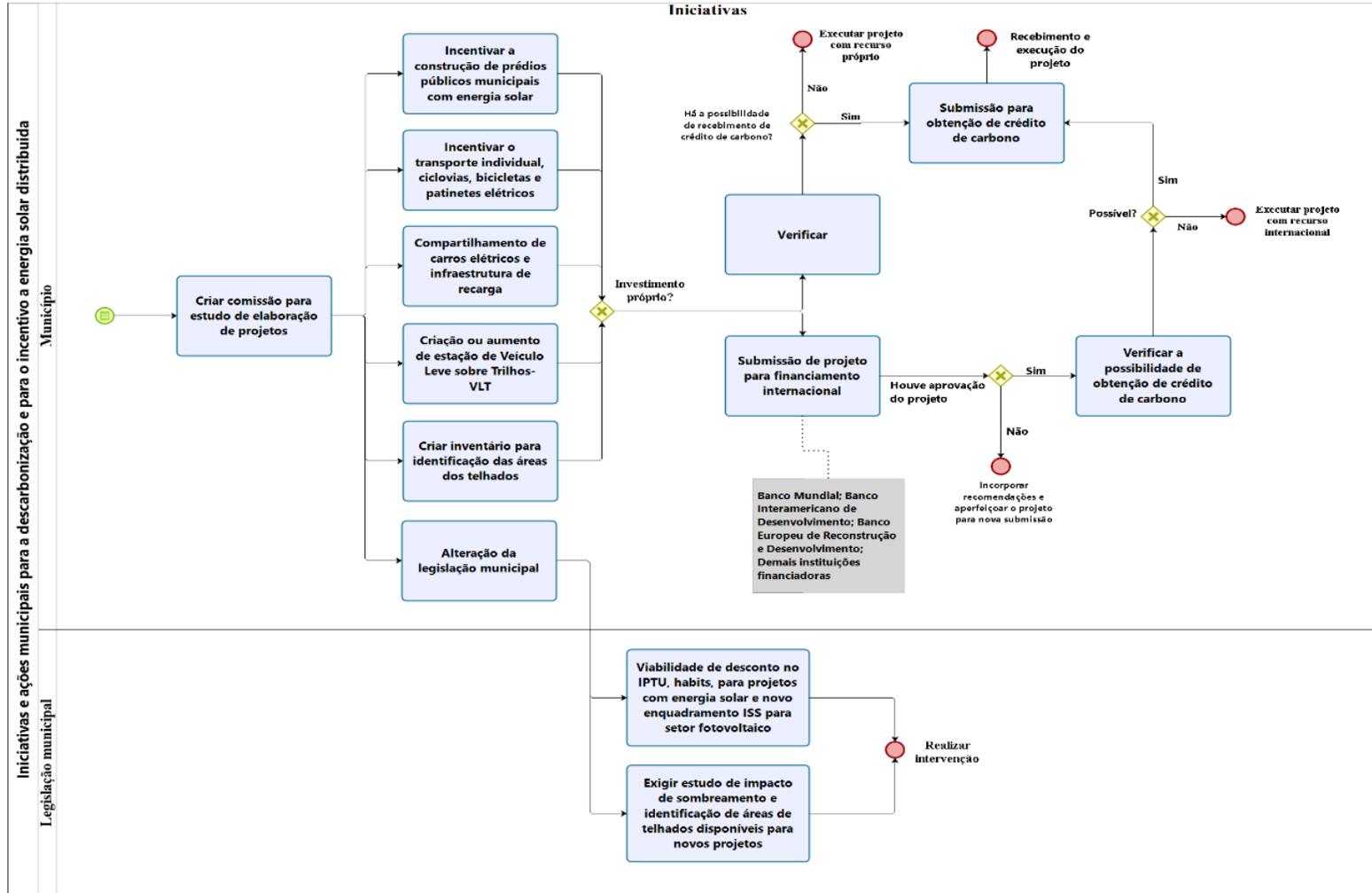
- a) oferecer desconto no IPTU para imóveis com geração distribuída solar;
- b) oferecer um enquadramento do ISS que estimule o setor de serviços de instalação solar;
- c) sugestão de desconto na liberação de alvarás e habites para projetos com energia solar;
- d) criação de lei que obrigue novas construções, com recursos do município com energia solar distribuída inclusa no projeto;
- e) captação de recursos internacionais por meio de financiamento climático, oferecidos pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) do grupo Banco Mundial, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e demais instituições. Watson e Schalteck (2019) afirmam que são recursos financeiros mobilizados para financiar ações de mitigação e, a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. São vários os canais multilaterais de financiamento climático, geridos por bancos multilaterais como: BIRD; *National Development Bank*, BNDES dentre outros bancos. Alguns fundos de financiamento são: *Global Environment Facility*, *Green Climate Fund*, *Global Climate Funds*, *o Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund* dentre outros. Esta captação visa tanto a obtenção dos financiamentos convencionais quanto a implantação de sistemas fotovoltaicos. Fazer um projeto revolucionário para criar um ‘protótipo’ de município verde. Para os dois casos, a prefeitura deveria montar uma comissão para estudar o potencial, os métodos e meios para elaborar Projetos de acesso aos fundos tanto convencional quanto um Projeto ambicioso, que financiasse a transformação do município numa cidade Pós-Carbono, uma Vitrine da Sustentabilidade. Transporte público elétrico, incentivo aos carros e toda espécie de veículos individuais elétricos, sistema de armazenamento de energia. Assim,

Rifikin (2012) propõe um sistema de geração de energia horizontalizado, baseado em energia solar não só fotovoltaico, mas complementado por sistema de geração de maior rendimento controlado pela internet das coisas;

- f) venda de créditos de carbono com uso obrigatório de recursos, para fins de sustentabilidade (potencial de venda de milhões de dólares em créditos de carbono a ser regulamentada na próxima COP na Escócia).

A figura 13 apresenta o fluxograma das iniciativas e ações municipais, para a descarbonização e para o incentivo à energia solar distribuída:

Figura 13 - Fluxograma das iniciativas e ações municipais



Fonte: elaborada pelo autor (2019).

8.1.6 Alguns bancos e fundos internacionais

O Quadro 23 apresenta alguns bancos, em que é possível obter financiamentos para ações voltadas na área ambiental e energética. Vale destacar, que a instituição brasileira Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) oferece também recursos para financiamento de projetos sustentáveis na área energética, que provêm de parcerias com o *National Development Bank* e BIRD.

Quadro 23 - Bancos que oferecem financiamentos para área ambiental e energética

Banco	Montante	Quem é elegível	Onde estão as políticas para o projeto?
<i>National Development Bank</i>	Expectativa anual de 8 a 10 bilhões de dólares em 2020 e nos próximos anos	Projetos públicos ou privados, inclusive tem projetos submetidos de municípios e governos estaduais brasileiros, além do BNDES que faz sub-empréstimos	As políticas para o projeto estão no link: https://www.ndb.int/data-and-documents/ndb-core-documents/
Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento	BIRD oferece aprox. 11 bilhões de dólares	Países membros. A prefeitura de Fortaleza conseguiu a liberação de financiamento de 73 milhões de dólares para ações ambientais. E, precisou de aprovação do senado brasileiro e garantia da União	Exemplo do projeto da Prefeitura de Fortaleza para ações ambientais. Link: https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P153012?lang=en&tab=overview
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social	BNDES Finem – Eficiência energética, a partir de 10 milhões de reais (Não diz o montante total disponível)	Empresas públicas, privadas e órgãos públicos	Enviar a solicitação de financiamento direto, por meio do sistema de Consulta Prévia eletrônica. No site do BNDES encontram-se orientações sobre a submissão de projetos com informações. Link: www.bnDES.gov.br

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

O quadro 24 apresenta os principais fundos internacionais, para as ações voltadas para área ambiental e energética. Estes fundos podem atuar em parceria com outras instituições como o grupo Banco Mundial, que administra os recursos. Entretanto, após aprovados os projetos, normalmente os próprios mutuários fazem a gestão dos recursos, tendo que prestar contas de acordo com as políticas estabelecidas pelos bancos e fundos.

Quadro 24 - Fundos internacionais para área ambiental e energética

Fundo Internacional	Montante	Quem é elegível	Onde estão as políticas para o projeto?
Global Environment Facility	Reabastecimento de 4,1 bilhões de dólares para o período de 2018-2022	Países signatários para receber financiamento do Banco mundial. A GEF possui 18 agências parceiras.	No link tem modelos de projetos https://www.thegef.org/documents/templates
<i>Green Climate Fund</i>	Entre 8 a 10 bilhões de dólares em 2020	Financiamento para projetos do setor público é estendido aos países em desenvolvimento e entidades do setor público, como empresas estatais.	No link tem orientações modelos de projetos https://www.greenclimate.fund/document/funding-proposal-template processo simplificado https://www.greenclimate.fund/projects/sap . Fornecer também assistência técnica na elaboração das propostas.
<i>Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF)</i>	Assessorado pelo Banco Europeu de Investimento com 222 milhões de euros – Totalmente investido em maio de 2019. https://geeref.com/about/what-geeref-is.html	Países em desenvolvimento e mercados emergentes	No link tem orientações sobre projetos https://geeref.com/assets/documents/PT%20-%20FINAL%20GEEREF%20NeXt%20ESMS.pdf

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

8.2 CONCLUSÃO

O modelo proposto para a geração distribuída solar, que foi concebido com um ordenamento de atividades e recomendações abrangente e interligado. Foi construído considerando as peculiaridades de Juazeiro do Norte. Todavia, as iniciativas podem, parcial ou totalmente, serem implementadas em outras localidades do semiárido nordestino. A dificuldade de implantação do total de iniciativas ordenadas no modelo decorre da dependência da resposta de uma complexa rede de instituições e, atores do executivo e legislativo nas esferas municipal, estadual e federal. Além, de outros atores que foram citados nas recomendações.

Contudo, considera-se que mesmo não sendo possível que todas as recomendações sejam na prática executadas, o atendimento parcial das recomendações propostas seja suficiente para surtir efeito positivo no desenvolvimento da geração distribuída solar na região. A avaliação de uma aplicação prática, mesmo que parcial, é necessária para aperfeiçoar, corrigir eventual excesso e testar sua efetividade.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação da presente tese ocorreu a partir da verificação dos desafios da descarbonização da economia no semiárido nordestino. O potencial solar para produção de energia elétrica distribuída no município de Juazeiro do Norte contribui para a redução de emissões de CO₂, no atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU e as metas dos acordos internacionais.

Wiginton, Nguyen e Pearce (2010) afirmam que as tecnologias de energia renovável são vitais para uma transição do uso de energia e redução das emissões. Ostrom (2010) destaca o efeito cumulativo da abordagem policêntrica. Assim, uma maior participação dos municípios pode gerar esforços significativos em escala global. É neste contexto que a hipótese de que a micro e minigeração solar distribuída, pode suprir a demanda energética do município e mitigar os efeitos das emissões de CO₂ descarbonizando a economia é confirmada. Georgescu-Roegen (2012) destaca o uso da energia solar para mitigar as emissões. E, outros municípios do semiárido nordestino poderão contribuir neste processo. A hipótese das existências de obstáculos culturais, financeiros, setoriais e legais também foi confirmada, tanto nas entrevistas com o grupo de gestores públicos e privados como nas entrevistas com o grupo de consumidores residenciais.

O Brasil é um dos países com condições climáticas mais favoráveis para a produção de energia solar centralizada ou distribuída (RIFKIN, 2012), sobretudo na região do semiárido onde está localizada a cidade de Juazeiro do Norte. A vocação da região estimula uma mudança de paradigma, que passa pelo aproveitamento sustentável da energia solar para a geração de eletricidade em uma região castigada pela seca, submetida à constante estresse hídrico e com o potencial hidroelétrico esgotado. Extrair da aridez uma vantagem, pode gerar oportunidades não só do ponto de vista ambiental e econômico, mas na promoção de emprego e renda.

Transformar cada residência de um programa de inclusão social em um produtor de eletricidade pode colaborar para liberdade econômica, porém se choca com os interesses cristalizados no poderoso setor de distribuição de energia. A opção pela geração solar distribuída, em relação à opção solar térmica, se justifica pela dimensão social, econômica e o aspecto cultural tendo em vista as oportunidades de emprego e renda, a redução de custos de energia pela família e o papel de cada cidadão no empoderamento com a responsabilidade ambiental.

As ameaças ao setor podem decorrer do atual modelo voltada à geração solar individual ou distribuída, associadas à burocracia na liberação de financiamento, inviabilidade da atual

legislação para autorizar a venda do excedente da energia produzida e a lentidão de uma postura transformadora, adicionados ao forte interesse contrário das distribuidoras de energia. A atualização de uma nova resolução normativa, que foi objeto de audiências públicas em Fortaleza, São Paulo e Brasília, pode alterar as regras atuais e estabelecer a cobrança do custo do TUSD fio A e fio B (custo do uso da rede de distribuição) do micro e miniprodutor de energia fotovoltaica. E, assim, impactar negativamente no retorno do investimento de toda a instalação fotovoltaica, que são dificuldades objetivas que ameaçam um projeto desta magnitude.

9.1 ATENDIMENTO AO OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

O objetivo geral da pesquisa de avaliar: a) as potencialidades; b) os desafios; c) os obstáculos e; d) as oportunidades de descarbonizar a economia do semiárido por meio da micro e minigeração solar distribuída, tendo a cidade de Juazeiro do Norte como referência foi alcançado com este estudo. Assim, por meio de entrevistas com diversos atores (gestores públicos, privados, especialistas e clientes residenciais), foram colhidas uma série de informações que, concomitantemente relacionados com outros resultados obtidos na pesquisa, forneceram condições para atingir o objetivo geral:

- a) potencialidades: sobre as vantagens da energia solar foram identificadas, a economia em relação aos custos atuais e os aumentos sucessivos da energia elétrica; ser uma energia renovável; a importância da diversificação da matriz energética elétrica; o aproveitamento da irradiação do semiárido nordestino; segurança ao sistema elétrico e potencial gerador de emprego da matriz solar. Os consumidores se mostraram favoráveis à implantação da energia solar, sobretudo se houvessem incentivos como financiamento e a redução do investimento inicial. Outro ponto é o potencial que a energia fotovoltaica tem para atender e exceder a demanda de energia elétrica de Juazeiro do Norte e, compensar as emissões de CO₂ das termoelétricas movidas por combustíveis fósseis;
- b) desafios: os principais desafios estão relacionados à implementação de políticas para o setor. Especialmente, aquelas que façam a inclusão da comunidade carente para usufruir da energia solar fotovoltaica, inclusive para vender o excedente de energia produzida, gerar renda e ofertar cursos de qualificação para que a comunidade possa trabalhar no mercado de trabalho do setor fotovoltaico e na manutenção dos equipamentos. Outras políticas a serem efetivadas são: a redução de impostos nas esferas federal, estadual e municipal; maior financiamento para pessoas física e jurídica; utilização do FGTS e

abatimento do imposto de renda para instalação de placas solares; criação de fundo oriundo da receita do pré-sal para estimular a energia solar e o incentivo para implantação na energia solar em prédios públicos. Assim, muitas destas ações esbarram nos interesses contrários das distribuidoras de energia, que se sentem ameaçadas pelo avanço de iniciativas favoráveis ao setor fotovoltaico;

- c) **obstáculos:** no que se refere à percepção sobre possíveis obstáculos para o setor fotovoltaico foram citados várias barreiras: 1) fator cultural, há uma visão comum da falta de informação ao público e a desconfiança sobre os benefícios e a percepção que é um investimento muito alto; 2) fator financeiro, destacando a necessidade de redução de juros e maior oferta para financiamentos; 3) obstáculo setorial, que há interesses contrários das distribuidoras de energia e burocracia dos bancos na liberação dos financiamentos e; 4) obstáculo legal, incentivos tributários insuficientes para alavancar o setor. O sentimento coletado na pesquisa é que há uma percepção de que a energia solar é algo inacessível pelos altos custos de instalação. Assim, para incluir a população no papel de ator, que poderá ajudar a mitigar as emissões CO₂, é necessário melhorar os incentivos e os esclarecimentos;
- d) **oportunidades:** foram constatadas inúmeras oportunidades para o município, como geração de emprego com mão de obra local; atração de investimentos públicos e privados com consequência no aquecimento da economia local; contribuição para metas de redução de emissões e captação de financiamentos de fundos climáticos internacionais como os dos bancos multilaterais de desenvolvimento. Vale ressaltar, que os projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa como, por exemplo, o investimento em energia solar em detrimento de termoelétrica por combustíveis fósseis são passíveis para a candidatura na obtenção destes financiamentos. O município de Juazeiro do Norte pode pleitear estes financiamentos internacionais, para projetos de mitigação de mudanças climáticas relacionadas à redução de emissões de CO₂, pois os fundos reconhecem nas suas metodologias de financiamento a necessidade de mudanças estruturais para tecnologias de energia renovável e a mudança modal urbana de baixo carbono. Estas atividades, segundo a *European Bank for Reconstruction and Development* - EBRD (2019) no relatório conjunto dos bancos multilaterais de desenvolvimento, são chamadas “atividades positivas” que qualificam para a realização dos projetos. A elegibilidade para o financiamento de mitigação é baseada em atividades que são compatíveis com a redução de emissões de CO₂. A energia solar também é uma atividade elegível na categoria energias renováveis, conforme o relatório do banco

européu. Outras atividades elegíveis são aquelas enquadradas nas atividades de mudança de modal urbano com bicicletas e veículos elétricos. O Brasil está na lista de países cobertos por estes fundos, tendo recebido no ano de 2018 cerca de 1,4 bilhão de dólares de financiamento climático. A prefeitura de Fortaleza conseguiu a liberação de financiamento de 73 milhões de dólares do BIRD para ações ambientais. Deste modo, a pesquisa realizada na presente tese, além de suas sugestões e recomendações, pode contribuir na elaboração de um projeto para pleitear estes recursos. Dois resumos de projetos, apresentado no relatório do EBRD, podem ser visualizados no Anexo I.

9.2 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O primeiro objetivo específico é avaliar o consumo total de cada componente da matriz energética no município de Juazeiro do Norte e, suas contribuições para as emissões de CO₂ (consumo de energia elétrica, combustível e gás). Assim, em relação ao consumo de combustíveis, no ano de 2017, os números são:

- a) Gasolina: 46.061.919 litros;
- b) Diesel: 20.774.000 litros;
- c) GLP: 18.712.765 quilogramas.

Em relação ao consumo de energia elétrica no município em 2017, os números projetados são de 354.058 MWh.

Extraídas as informações das emissões de CO₂ por energia elétrica de térmicas, combustíveis fósseis, combustível veicular (diesel e gasolina) e doméstico (GLP) o resultado estimado foi de um total de 411.522,99 toneladas de emissões de CO₂. Com uma participação equilibrada de 51,68% de emissões por combustíveis (de uso doméstico e veicular) e 48,32% de participação de emissões, por energia elétrica oriunda das térmicas por combustíveis fósseis.

O resultado traz a reflexão de que as estratégias para mitigar os efeitos das altas concentrações das emissões CO₂ devem considerar, além de uma transição energética no Estado do Ceará de fontes térmicas poluidoras para matrizes mais limpas, como a solar, a utilização destas matrizes de energia limpas para conectar veículos elétricos. Assim, concomitantemente, diminuiria as emissões de CO₂ de combustíveis veiculares.

O segundo objetivo específico é identificar a área de cobertura predial do município de Juazeiro do Norte para avaliação do potencial de micro e minigeração solar disponível. Assim, a análise da metragem e o potencial de telhados de Juazeiro do Norte mostrou uma capacidade

de geração anual de energia elétrica baseada na fonte solar distribuída muito superior ao consumo anual do próprio município.

Considerando um cenário de aproveitamento de 50% da área de telhados do município de Juazeiro do Norte, foi determinada uma relação de 540% do potencial de geração de energia elétrica distribuída solar em telhados em relação ao consumo anual do município. Esta relação é superior ao previsto pela pesquisa realizada pela EPE (2014) que foi de 334% para o Estado do Ceará na relação potencial de geração de energia elétrica distribuída solar residencial em relação ao consumo de energia. Estes resultados expressivos de geração anual de energia solar distribuída podem ser devido ao fato do município de Juazeiro do Norte apresentar características específicas, como ter área territorial total de 248,83 Km², densidade demográfica alta, com cerca de, 1.004,45 habitantes por Km² e taxa de urbanização em torno de 96,07%.

É importante na análise que toda esta estimativa de geração de energia elétrica distribuída solar em Juazeiro do Norte tem uma enorme capacidade de reduzir as emissões de CO₂, proveniente da geração de energia elétrica por térmicas abastecidas por combustíveis fósseis. Além disso, possibilita abater as emissões de CO₂ do consumo de combustíveis (diesel, gasolina e GLP), por meio de compensação do consumo de térmicas poluidoras de outros municípios vizinhos.

O objetivo específico de aferir os incentivos, o marco legal nacional e do Estado do Ceará na adoção da geração de energia distribuída solar e, os resultados alcançados na geração distribuída solar também foi alcançado. Os resultados apontaram que em relação ao marco regulatório nacional e estadual, existem iniciativas para o estímulo do setor. A utilização dos créditos para o excedente de energia produzida por um período de 60 meses, o autoconsumo remoto e a isenção de alguns impostos como o ICMS são exemplos de importantes estímulos existentes. Entretanto, estes incentivos ainda são insuficientes para impulsionar a geração distribuída solar. É necessário oferecer fundos de financiamento para pessoas físicas, com maior agilidade no processo de liberação com juros baixos e prazos longos.

A política de incentivo deveria envolver a comunidade carente, com a possibilidade da venda do excedente de energia elétrica solar produzida. No Brasil, para que o pequeno produtor de energia elétrica solar distribuída seja remunerado, é necessária alterar a legislação. Todavia, não há perceptivas para esta alteração. Nesta perspectiva, também considera como importante a eliminação ou redução do custo de disponibilidade (taxa mínima de energia cobrada pela distribuidora por disponibilizar a eletricidade) para este público. A cobrança desta taxa torna inviável o investimento de energia fotovoltaica para a baixa renda, mesmo com o financiamento disponível.

Outras propostas em tramitação são a utilização do FGTS, na aquisição e instalação dos módulos fotovoltaicos e o abatimento do IRPF, que poderia alavancar o investimento na micro e minigeração solar distribuída. Estas propostas estão relacionadas nos Projetos de Lei com Proposições Ativas para Energia Alternativa no Congresso Nacional. Frontin *et al.* (2017) afirmam que apesar do grande potencial solar existente no Brasil muito ainda precisa ser feito em termos de incentivos.

O objetivo específico de compreender os obstáculos culturais, tecnológicos, setoriais, financeiros e legais da micro e minigeração de energia solar foi alcançado após serem realizadas entrevistas com diversos atores (gestores públicos e privados especialistas e clientes residenciais). Os obstáculos culturais estão principalmente relacionados à desconfiança, sobre os benefícios e a percepção de que é um investimento muito caro. Em relação ao fator financeiro o principal obstáculo é a falta de maior oferta de financiamentos e a taxa de juros reduzidos. Na questão setorial o problema está relacionado com os interesses das distribuidoras de energia em detrimento ao mercado fotovoltaico, dificuldade para cumprimento de prazos na aprovação dos projetos e a burocracia dos bancos na liberação dos financiamentos. Já acerca do obstáculo legal, a dificuldade está relacionada ao incentivo tributário insuficiente para alavancar o setor.

Finalmente, o último objetivo específico visa apresentar um modelo para a energia solar distribuída com atividades e recomendações. Com este objetivo aponta-se, principalmente, a necessidade em alterar as legislações municipais, estaduais e federais, e as oportunidades no acesso aos fundos internacionais. Considera-se, que de forma parcial ou total, as recomendações propostas que forem executadas possam ter um impacto positivo no desenvolvimento da geração distribuída no semiárido nordestino. Não obstante, o modelo precisa ser aplicado e analisado na prática para constatar sua eficácia. Desta forma, consideram-se alcançados os objetivos específicos da pesquisa.

Os objetivos específicos propostos apresentam aderência aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (sobretudo os Objetivos 7 e 11), que destacam a ampliação da infraestrutura de energia limpa, transformar as cidades em locais resilientes e sustentáveis com a diminuição do efeito negativo das cidades em reação à qualidade do ar e a adaptação às mudanças climáticas. Adere também aos compromissos do NDC do Brasil no Acordo da COP21, na redução de 43% de gases do efeito estufa até 2030 (BRASIL, 2018). No setor da energia, o Brasil se compromete a alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, o que inclui a expansão do uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive

pelo aumento da participação da energia solar. No Acordo de Paris, um dos objetivos é reduzir as emissões de CO₂ em 37% até 2025 (BRASIL, 2018).

Com esta estrutura, esta Tese além de dar uma contribuição para alcançar as ambiciosas metas do Acordo de Paris e aos Objetivos 7 e 11 da Agenda 2030 da ONU, é aderente à recomendação do Conselho Superior da REALP - Rede de Estudos Ambientais em Países de Língua Portuguesa, na reunião de Aveiro em 2018, que as universidades membras da REALP fizessem estudos e desenvolvessem ações que pudessem contribuir para materialização dos compromisso dos NDC's (Contribuição Nacionalmente Determinadas), aos ODS e ao Acordo de Paris.

9.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Nesta tese foram encontradas algumas dificuldades, que podem afetar outras pesquisas com temas semelhantes. Em função do sistema nacional de energia ser interligado não é possível ter com exatidão o número de quais as fontes de energia elétrica, que atendem à demanda de Juazeiro do Norte ou qualquer outro município brasileiro, bem como os percentuais de participação neste consumo. Entretanto, esta limitação não causa prejuízos à análise, uma vez que a ambição da pesquisa é partir de estimativas globais que conduzam a uma análise consistente.

Assim, adotou-se o percentual de produção de energia elétrica térmica por combustíveis fósseis no Estado do Ceará, no ano de 2017, que representou 69% do total produzido no Estado. E, utilizou-se deste mesmo percentual para a estimativa de consumo desta geração de energia elétrica no município de Juazeiro do Norte. Portanto, esta estimativa foi considerada para o cálculo das emissões de CO₂, no consumo de energia elétrica do município.

Neste sentido, outra limitação da pesquisa se apresenta na inviabilidade da análise de cada área de telhado individualmente, tanto no município de Juazeiro do Norte como no bairro João Cabral. Na qual seria apresentada as suas condições de inclinação, sombreamento, irradiação e temperatura (foram analisados todos os telhados de maneira padrão).

9.4 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que outras pesquisas semelhantes a esta sejam realizadas em municípios no semiárido nordestino. A metodologia utilizada no presente trabalho, assegurado, poderá ser empregada em outros trabalhos guardadas as devidas proporções e especificidades,

que admitam desdobramentos e resultados futuros. Assim, indica-se que o modelo metodológico proposto para o desenvolvimento da energia solar distribuída tenha aplicação real, para que se possa conhecer a sua efetividade no engajamento dos municípios do semiárido aproveitando o potencial solar e contribuindo para mitigar os efeitos das altas concentrações de emissões de CO₂.

Estes municípios podem inclusive captar recursos internacionais, para a implantação de projetos de geração solar distribuída em suas áreas de competência. E, com isso, aproveitar as reduções das emissões de CO₂ para a venda de créditos de carbono. Com isso, salientam-se as pesquisas para avaliar a efetividade de políticas de incentivo a veículos elétricos (moto, bicicletas e carros), combinados com os incentivos de energia fotovoltaica distribuída para abastecer estes veículos. Desse modo, será possível avaliar quanto desta sinergia tem potencial redutor das emissões CO₂ de combustíveis veiculares.

Foi constatado na simulação do potencial fotovoltaico a possibilidade de geração de milhares de empregos em micro e pequenas empresas. As pessoas contratadas com carteira assinada são predominantemente de posições de engenheiros, técnicos em desenho e instalação de projetos e manutenção. A região e os municípios precisam atrair cursos técnicos e superiores, para capacitar estes profissionais para atender a demanda do setor.

Outra recomendação é engajar a comunidade carente, oferecendo incentivos como eliminar o custo de disponibilidade para baixa renda, propor financiamentos com juros subsidiados na instalação das placas e mudar a legislação para permitir a venda do excedente de energia produzido e não consumido. Tornando viável os projetos de geração distribuída solar para este público e que a energia solar ofereça oportunidade de renda, além de diminuição nos custos de energia. Nobre *et al.* (2019) afirmam que o semiárido nordestino, com seu potencial fotovoltaico, pode tornar a região uma fonte de renda para uma população historicamente excluída. Portanto, é necessário alterar a atual legislação brasileira, regulando e permitindo as transações de energia entre concessionárias e pequenos produtores locais.

Contudo, uma mudança na legislação, que permita a venda do excedente da energia produzida (como ocorre em vários países da Europa e EUA), pode beneficiar tanto pessoas de maior poder aquisitivo como agricultores de baixa renda. Sendo que este poderiam produzir energia em áreas específicas de suas terras não próprias, para o cultivo e com isso gerar uma renda suplementar.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **[Dados da geração distribuída no Brasil, Nordeste e Ceará]**. 2019. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 20 fev. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Energia solar**. Brasília - DF, 2017. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf). Acesso em: 28 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Micro e minigeração distribuída**: sistema de compensação de energia elétrica. Brasília - DF: ANEEL, 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigeracao+C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>. Acesso em: 9 mar. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. [Brasília] - DF: ANEEL, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. [Brasília] - DF: ANEEL, 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. [Brasília] - DF: ANEEL, 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **[Dados estatísticos de combustíveis e GLP por município]**. [Brasília] - DF: ANP, 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 6 nov. 2018.

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; ZACK, Michael Brower e Joh; SÁ, Antonio Leite de. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: CRESEB, 2001. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas%20do%20potencial%20eolico%20brasileiro.pdf. Acesso em: 5 nov. 2018.

ARBOIT, Nathana Karina S. *et al.* Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 26, p. 155-168, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/75194/78742>. Acesso em: 5 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). Comissão de Minas e Energia. Câmara dos Deputados. **Energia solar fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios.** Brasília - DF, 13 ago. 2019. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/2019/13-08-2019-distribuicao-de-energia-solar-fotovoltaica/2019.08.13%20ABSOLAR%20-%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20-%20Dr.%20Rodrigo%20Lopes%20Sauaia.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Geração distribuída solar fotovoltaica: benefícios líquidos ao Brasil.** Brasília, 20 ago. 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/16832773/4++ABSOLAR+GD+Solar+Fotovoltaica.pdf/f0d41ea4-4bba-8cf8-fb02-b864dc83c293>. Acesso em: 20 fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Impostos contêm avanço das novas tecnologias.** São Paulo, 15 ago. 2018. Disponível em: <http://www.absolar.com.br/noticia/noticias-externas/impuestos-contem-avanco-das-novas-tecnologias.html>. Acesso em: 20 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Infográfico ABSOLAR.** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.absolar.com.br/infografico-absolar-.html>. Acesso em: 21 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Infográfico ABSOLAR.** São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>. Acesso em: 3 maio 2020.

ASSESSORIA DE IMPRENSA. Leilão de geração de energia “A-4 termina com deságio de 59,07%.” **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).** Brasília - DF, 4 abr. 2018. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-geracao-a-4-termina-com-desagio-de-59-07-/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 30 jul. 2018.

BANCO DO NORDESTE (BNB). **FNE SOL para você.** Fortaleza - CE, 2019. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/voce/fne-sol>. Acesso em: 19 maio 2019.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **BNDES muda regra e pessoas físicas podem investir em energia solar.** Rio de Janeiro, 5 jun. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-muda-regra-e-pessoas-fisicas-podem-investir-em-energia-solar>. Acesso em: 22 maio 2019.

BAUER, Martin; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Petrópolis: Vozes, 2002.

BOSO, Ana Cláudia Marassá Roza; GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos On-Grid e Off-Grid no Brasil. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 8, n. 12, p. 57-66, 2015. Disponível em:

http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/viewFile/1138/1161. Acesso em: 18 mar. 2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília - DF, 21 jan. 2010. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12212-20-janeiro-2010-600945-norma-pl.html>. Acesso em: 13 maio 2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989. Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília - DF, 27 set. 1989. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1989/lei-7827-27-setembro-1989-365476-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 13 maio 2018.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília - DF, 24 jul. 2000. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9991-24-julho-2000-359823-norma-actualizada-pl.html>. Acesso em: 9 jun. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 10.143, de 28 de novembro de 2019. Altera o Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018, que dispõe sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Política Nacional sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília - DF, 28 nov. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10143.htm. Acesso em: 12 dez. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília - DF, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 9 jun. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.925, de 23 de julho de 2004, e 10.438, de 26 de abril de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília - DF, 20 jan. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12212.htm. Acesso em: 9 jun. 2019.

BRASIL. Lei nº 13.169, de 6 de outubro de 2015. Altera a Lei nº 7.689, de 15 de dezembro de 1988, para elevar a alíquota da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido - CSLL em relação às pessoas jurídicas de seguros privados e de capitalização, e às referidas nos incisos I a VII, IX e X do § 1º do art. 1º da Lei Complementar nº 105, de 10 de janeiro de 2001 [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília - DF, 6 out. 2015. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm#:~:text=8%C2%BA%20Ficam%20reduzidas%20a%20zero,ativa%20injetada%20na%20rede%20de. Acesso em: 1 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. [Brasília] - DF: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: ://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 28 ago. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 643, de 13 de novembro de 2017**. Dispõe sobre as condições gerais para provisão de sistemas alternativos de geração de energia para empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. Brasília - DF, 2017. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19410059/do1-2017-11-14-portaria-n-643-de-13-de-novembro-de-2017-19409958. Acesso em: 1 jun. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatística de energia elétrica 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015**. Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - ProGD. Brasília - DF, 2015. Disponível em: <http://www1.satrix.com.br/satrix/arquivos/aneel-portari-538-1-progd-15122015.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 25 jun. 2019.

BROZYNSKI, Max T.; LEIBOWICZ, Benjamin D. Decarbonizing power and transportation at the urban scale: an analysis of the Austin, Texas community climate plan. **Elsevier**, Amsterdam, v. 43, n.1, p.41-54, nov. 2018.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi). **EEG Renewable energy sources Act**. Berlim, 2014. Disponível em: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/renewable-energy-sources-act-eeeg-2014>. Acesso em: 27 out. 2018.

BURSZTYN, Marcel; RODRIGUES FILHO, Saulo. **O clima em transe**: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental**: caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Leilão de energia garante investimento de R\$ 11,2 bilhões**. [São Paulo], 18 out. 2019. Disponível em:

https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opinia/noticias/noticialeitura?contentid=CCEE_650837&_afLoop=1146536024165383&_adf.ctrl-state=tq508mz4s_93#!%40%40%3Fcontentid%3DCCEE_650837%26_afLoop%3D1146536024165383%26_adf.ctrl-state%3Dtq508mz4s_97. Acesso em: 3 maio 2020.

CANEPPELE, Fernando de Lima. **Desenvolvimento de um modelo fuzzy para otimização da energia gerada por um sistema híbrido**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90712/caneppele_fl_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 mar. 2019.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf. Acesso em: 21 mar. 2019.

CARVALHO, Eliana F. A.; CALVETE, Mário José F. Energia solar: um passado, um presente... um futuro auspicioso. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 192-203, dez. 2010.

CEARÁ. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará. **Lei nº 12.670 de 30 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Fortaleza: Assembléia Legislativa do Estado do Ceará, 1996. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/orcamento-financas-e-tributacao/item/6176-lei-n-12-670-de-30-12-96-d-o-de-30-12-96>. Acesso em: 9 mar. 2019.

CEARÁ. **Consolidando o novo Ceará**: Plano de Desenvolvimento Sustentável 1999-2002. Fortaleza: SERPLAN, 2000.

CEARÁ. **Decreto nº 32.688, de 30 de maio de 2018**. Altera dispositivos do Decreto nº 32.438, de 8 de dezembro de 2017, que regulamenta a lei nº 10.367, de 7 de dezembro de 1979, que dispõe acerca do Fundo De Desenvolvimento Industrial Do Ceará (FDI), e dá outras providências. Fortaleza - CE: Governo do Estado do Ceará, 2018. Disponível em: <https://taxpratico.com.br/media/ESTADUAL/INs%2Cdecretos%20-%20atualizados/NORMAS%20ESTADUAIS%20-%20DECRETO2018/Decreto%20n%C2%BA%2032.688%2C%20de%202018.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CEARÁ. Decreto nº 32438, de 08 de dezembro de 2017. Regulamenta a Lei nº 10.367, de 7 de dezembro de 1979, que dispõe acerca do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), e dá outras providências. **LegisWeb**: informação rápida e confiável. [S. l.], 8 dez. 2017. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=353521>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO (CRESESB). **Irradiação solar no plano inclinado do município de Juazeiro do Norte-CE**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade_44867. Acesso em: 28 ago. 2018.

CHORLEY, Richard; Haggett, Peter. Modelos, paradigmas e a nova geografia. *In*: CHORLEY, Richard; HAGGETT, Peter. **Modelos sócios-econômicos em geografia**. Rio de Janeiro: USP, 1975.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (COEMA). Resolução COEMA nº 6 de 06 de setembro de 2018. **LegisWeb**: informação rápida e confiável. [S. l.], 18 set. 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367553>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (COEMA). Resolução nº 06, de 06 de setembro de 2018. **Diário Oficial do Estado**: série 3, Fortaleza - CE, ano 10, n. 175, 18 set. 2018. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/publicacoes/resolucoes-estaduais-2018/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015. Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Normas Brasil**. [S. l.], 1 set. 2015. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/convenio-16-2015_283791.html#:~:text=Autoriza%20a%20conceder%20isen%C3%A7%C3%A3o%20nas,Nacional%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20%2D%20ANEEL. Acesso em: 1 jun. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). **Convênio ICMS 156, de 10 de novembro de 2017**. Prorroga o Convênio ICMS 101/97, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica. Brasília - DF, 2017. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2017/CV156_17. Acesso em: 1 jun. 2019.

COSTA, André. Faculdade de Juazeiro do Norte busca autossuficiência energética. **Diário do Nordeste**. [S. l.], 23 jan. 2017. Disponível em: <http://blogs.diariodoNordeste.com.br/gestaoambiental/energias-renovaveis/faculdade-de-juazeiro-do-norte-busca-autossuficiencia-energetica/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

CURSINO, Arthur. Emissões de CO₂ pela geração de eletricidade no Brasil superam em 2014 a previsão do governo para o ano de 2030. **Mitsidi projetos**. [S. l.], 2 abr. 2015. Disponível em: <https://mitsidi.com/emissoes-de-co2-pela-geracao-de-eletricidade-no-brasil-superam-em-2014-a-previsao-da-epe-para-o-ano-de-2030/>. Acesso em: 13 jul. 2018.

DAMASCENO, Claudionor Almir Soares. **Políticas públicas e o direito à comunicação na América Latina**: os casos do Brasil e Venezuela. 2012. Dissertação (Mestrado em Integração da América Latina) - Universidade de São Paulo - PROLAM/USP, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/84/84131/tde-18122012-094901/pt-br.php>. Acesso em: 15 fev. 2018.

DELUCCHI, Mark A.; JACOBSON, Mark Z. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: reliability, system and transmission costs, and policies. **Elsevier**, Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 1170-1190, mar. 2011.

DIAS, Maria Amélia de Paula. **Sustainable future for biodiesel industry in Brazil: perspectives for 2030**. Brasília: [s. n.], 2016.

ECHEGARAY, Fabián. Understanding stakeholders views and support for solar energy in Brazil. **Elsevier**, Amsterdam, v. 1 n. 63, p. 125-133, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613000668>. Acesso em: 17 jan. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário estatístico de energia elétrica 2018: ano base 2014**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica> . Acesso em: 1 jun. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Nota técnica DEA 26/14 Avaliação da eficiência energética e geração distribuída para os próximos 10 anos (2014-2023)**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-11/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-11/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos[1].pdf). Acesso em: 8 maio 2019.

EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT. **2018 - Joint Report on Multilateral Development Banks' Climate Finance**. London, 2019. Disponível em: www.ebrd.com/2018-joint-report-on-mdb-climate-finance . Acesso em: 2 dez. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC). Observatório da Indústria. **Potência instalada geração distribuída eólica e solar**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://www1.sfiac.org.br/observatorio-da-industria/informacoes-estrategicas/dashboard/1030/energia>. Acesso em: 28 jan. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC). Observatório da Indústria. **Perfil do município de Juazeiro do Norte-Ce por renda**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://www1.sfiac.org.br/observatorio-da-industria/informacoes-estrategicas/dashboard/1023/perfil-dos-municipios-cearenses>. Acesso em: 28 abr. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC). Observatório da Indústria. **Produção energética do Ceará em 2016**. Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://www1.sfiac.org.br/observatorio-da-industria/informacoes-estrategicas/dashboard/1030/energia>. Acesso em: 28 jan. 2019.

FRONTIN, Sérgio de Oliveira *et al.* **Usina fotovoltaica Jaíba Solar: planejamento e engenharia**. Brasília: Teixeira Editora, 2017.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **[Média pluviométrica anual do município de Juazeiro do Norte]**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/anual>. Acesso em: 28 maio 2019.

GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **O decrescimento**. São Paulo: Senac, 2012.

GIDDENS, Anthony. **The politics of climate chance**. New Jersey: John Wiley Trade, 2011.

GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT (GSDR). **The future is now: science for achieving sustainable development**. New York - EUA: Reprinted, 2019. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf. Acesso em: 17 jun. 2019.

GOV.BR. **Com proposta mais ambiciosa, Brasil chega à COP21 como importante negociador do clima**. [Brasília] - DF, 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/com-proposta-mais-ambiciosa-Brasil-chega-a-COP21-como-importante-negociador-mundial-do-clima>. Acesso em: 19 maio 2019.

GOV.BR. **Saiba o que é o acordo de Paris, ratificado pelo governo nesta segunda-feira**. [Brasília] - DF, 2016. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2016/09/saiba-o-que-e-o-acordo-de-paris-ratificado-pelo-governo-nesta-segunda-feira>. Acesso em: 26 mar. 2019.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de pesquisa qualitativa**. Belo Horizonte: Anima educação, 2014.

HART, Daniel. **Eletrônica de potência: análise e projeto de circuitos**. São Paulo: Bookman, 2011.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Ed. Cultrix, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **[Dados do município de Juazeiro do Norte]**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230190&search=ceara>. Acesso em: 2 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **[População brasileira em 2016]**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 7 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas Nacional do Brasil**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv47603_cap4_pt7.pdf. Acesso em: 2 ago. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **[População do Ceará em 2016]**. Fortaleza - CE, 2017. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2017/demografia/populacao.htm>. Acesso em: 7 mar. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Anuário estatístico do Ceará**: consumo de energia elétrica em 2016. Fortaleza - CE, 2017. Disponível em:

<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2017/infraEstrutura/energia/consumo.htm>. Acesso em: 7 nov. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Panorama da produção de energia no Estado do Ceará**: um enfoque para a matriz eólica. Fortaleza - CE: IPECE, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de imagens**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 15 ago. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **CBERS**: usos e aplicações. São Paulo, 6 dez. 2019. Disponível em: http://www.cbears.inpe.br/sobre/usuarios_aplicacoes.php. Acesso em: 27 ago. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR5 climate synthesis report**: climate change 2014. Cambridge - EUA: Cambridge University Press, 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Gráfico de cenários de concentração de CO₂**. [Nova Iorque] - EUA, 2018. Disponível em: http://www.ipcc-data.org/observ/ddc_co2.html. Acesso em: 28 ago. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Key renewables trends, excerpt from: renewables information**. [Paris] - FR, 2016. Disponível em: <https://euagenda.eu/upload/publications/untitled-69169-ea.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Renewable Energy and Jobs Annual Review 2017**. Abu Dhabi - EAU, [2017]. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>. Acesso em: 27 ago. 2019.

KNOB, Daniel. **Geração de hidrogênio por eletrólise da água utilizando energia solar fotovoltaica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-11062014-143621/pt-br.php>. Acesso em: 28 ago. 2017.

KODYSH, Jeffrey B. *et al.* Methodology for estimating solar potential on multiple building rooftops for photovoltaic systems. **Elsevier**, Amsterdam, v. 8, n. 1, p. 31-41, jan. 2013.

KONZEN, Gabriel. **Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil**: uma simulação via modelo de Bass. 2014. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: http://lsf.iee.usp.br/lsf/images/Mestrado/Dissertacao_Gabriel_Konzen.pdf. Acesso em: 24 jun. 2019.

KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (KfW). **Energy efficiency, corporate environmental protection and renewable energies**. Frankfurt - DE, 2017. Disponível em: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/index-2.html>. Acesso em: 29 out. 2018.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LOPEZ, Ricardo Albado. **Energia solar para produção de eletricidade**. São Paulo: Artliber, 2002.

LOURENÇO, Thuany M. de Figueiredo. **Emissão de gases de efeito estufa na produção de energia elétrica gerada por usinas hidroelétricas, eólicas e termoeletricas no Brasil**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCCThuany-Marra-Figueiredo-Louren%C3%A7o.pdf>. Acesso em: 28 out. 2018.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1988.

MARENGO, José A.; CUNHA, Ana P.; ALVES, Lincoln M. A seca de 2012-2015 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, São Paulo, v. 3, n. esp., p. 49-54, 2016. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~reclimanl/revista/pdf/30anos/marengoetal.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2018.

MIRANDA, Mariana Maia de. **Fator de emissão de gases efeito estufa da geração de energia elétrica no Brasil: implicações da aplicação da avaliação do ciclo de vida**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 26 mar. 2019.

NAKABAYASHI, Renny. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. 2014. Dissertação (Mestrado em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-26012015-141237/en.php>. Acesso em: 9 nov. 2018.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2017. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/32259>. Acesso em: 15 jan. 2019.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Global monthly mean CO₂**. Maryland - EUA, 2018. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>. Acesso em: 30 jul. 2018.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Global monthly mean CO₂**. Maryland - EUA, 2019. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>. Acesso em: 12 ago. 2019.

NOBRE, Paulo *et al.* Solar smart grid as a path to economic inclusion and adaptation to climate change in the Brazilian Semiarid Northeast. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, Bingley, v. 11, n. 4, p. 499-517, aug. 2019.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **[Dados de geração de energia do Estado do Ceará em 2017]**. Brasília, 2017. Disponível em: http://ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx. Acesso em: 1 jun. 2019.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **[Dados de geração de energia fotovoltaica no Brasil em 2018]**. Brasília, 2018. Disponível em: http://ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx. Acesso em: 11 mar. 2019.

OSTROM, Elinor. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. **Elsevier**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 550-557, oct. 2010.

PEREIRA, Carlos António. **Estudo de controladores Fuzzy aplicados a um sistema fotovoltaico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUAZEIRO DO NORTE. **[Dados do município]**. Juazeiro do Norte - CE, 2019. Disponível em: <https://www.juazeirodonorte.ce.gov.br/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

QGISBRASIL. **Classificação supervisionada de imagens orbitais com o semi-automatic classification plugin**. [S. l.], 2015 Disponível em: http://qgisbrasil.org/blog/wp-content/uploads/2015/08/tutorial_scp_01.pdf. Acesso em: 12 ago. 2019.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN21). **Renewables 2011: global status report**. Paris - FR: REN21 Secretariat, 2011. Disponível em: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2011_FINAL.pdf. Acesso em: 16 jan. 2018.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN21). **Renewables Now 2019: global overview**. Paris - FR, 2019. Disponível em: https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/. Acesso em: 29 jan. 2020.

RENNY, Alexander *et al.* Luminescent solar concentrator paintings: connecting Art and Energy. **Journal of Chemical Education**, [s. l.], n. 95, p. 1161-1166, 2018. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.7b00742>. Acesso em: 15 maio 2019.

RIFKIN, Jeremy. **A terceira revolução industrial**: como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo. São Paulo: M. Books, 2012.

RIPPLE, William J. *et al.* World scientists' warning of a climate emergency. **BioScience**, [s. l.], v. 70, n. 1, jan. 2020. Disponível em:

<https://academic.oup.com/bioscience/article/70/1/8/5610806>. Acesso em: 25 fev. 2020.

RODRIGUES, Marta M. Assunção. **Políticas públicas**. São Paulo: Publifolha, 2010.

RUA, Maria das Graças. **Políticas públicas**. Florianópolis: CAPES/UAB, 2009.

RUPP, Ricardo Forgiarini; LAMBERTS, Roberto. **Relatório**: fatores de conversão de energia elétrica e térmica em energia primária e em emissões de dióxido de carbono a serem usados na etiquetagem de nível de eficiência energética de edificações. Florianópolis - SC: UFSC, 2017.

Disponível em:

http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/RI_61_2017_RelatorioFatoresDeConversaoEnergiaEletricaTermica_EnergiaPrimaria_EmissoesCO2_paraPBEEdifica%20%28corrigido%29_0.pdf.

Acesso em: 21 mar. 2019.

SABATIER, Paul A. Policy Change over a Decade or More. *In*: SABATIER, Paul A.; JENKINS-SMITH, Hank C. **Policy change and learning**: an advocacy coalition approach. Boulder: Westview Press, 1993. p.13-39.

SAYÃO, Luis Fernando. Modelos teóricos em Ciência da Informação: abstração e método científico. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./abr. 2001. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/941/978>. Acesso em: 29 nov. 2019.

SCARDUELLI, Neto; MADRUGA, Kátia Cilene Rodrigues; GEREMIAS, Reginaldo. A micro e minigeração de energia fotovoltaica distribuída como política pública para sustentabilidade. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 18., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: FEAUSP, 2016. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/151.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2019.

SCHMITTER, Philippe C. Reflexões sobre o conceito de política. **Rev. Dir. e Ciência Política**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, maio/ago. 1965. Disponível em:

<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rdpcp/article/viewFile/59651/57996>. Acesso em: 4 maio 2020.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. New York: Currency, 2017.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, Rutelly Marques de. **Energia solar no Brasil**: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/507212/TD166-RutellyMSilva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 mar. 2019.

SKILLING, H. An operational view. **American Scientist**, [s. l.], v. 52, p. 388-396, 1964.

SOUZA, Maria Tereza Saraiva; RIBEIRO, Henrique César Melo. Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 17, n.3, art. 6, p. 368-396, maio/jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rac/v17n3/a07v17n3>. Acesso em: 22 out. 2018.

STOKES, Leah C.; BREETZ, Hanna L. Politics in the U.S. energy transition: case studies of solar, wind, biofuels and electric vehicles policy. **Elsevier**, Amsterdam, v. 113, n. 1, p. 76-86, jan. 2018.

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL (SEforALL). **Sustainable energy for all: a global action agenda**. New York - EUA, 2014. Disponível em: <http://www.se4all.org/sites/default/files/1/2014/01/SEFA-Action-Agenda-Final.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

TASSARA Eda Terezinha de Oliveira. Educação ambiental crítica: pesquisa - ação, participação, silêncios e “silenciamentos”. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 59-71, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/download/6113/4486/0>. Acesso em: 13 jul. 2018.

TAVARES, Wagner Marques. **Projeto de lei sobre fontes alternativas em tramitação no Congresso**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015.

TECNOVERITAS. **Gráfico de evolução das concentrações de CO₂**. [20--]. Disponível em: <https://www.tecnoveritas.net/pt/multimedia/newsletters-pt/industria-naval/emissoes-o2-um-problema-real-para-sociedade/>. Acesso em: 13 jul. 2018.

THOMAS, Bruckner *et al.* **Annex III: Technology-specific cost and performance parameters**. Cambridge - EUA: IPCC, Steffen Schlömer, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf. Acesso em: 27 ago. 2019.

TIEPOLO, Gerson Máximo *et al.* Comparação entre o potencial de geração fotovoltaica no Estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR*, 5., 2014, Recife. **Anais [...]**. Recife - PE: [CHESF/CDSH], 2014. Disponível em: <http://labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/06/Tiepolo-et-al-CBENS-2014.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

TIMMONS, David *et al.* Decarbonizing residential building energy: a cost-effective approach. **Elsevier**, Amsterdam, v. 92, p. 382-392, 2016.

TRENNEPOHL, Natascha. Modelos de negócios para a energia fotovoltaica na Europa. *In: SEMINÁRIO ENERGIA+LIMPA*, 2014, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: [UFSC], 2014. Disponível em: <https://institutoideal.org/wp-content/uploads/2014/05/BSW.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC). **[Esquemático de modulador PWM genérico e sinais referentes ao comparador]**. Santa Catarina, [20--]. Disponível em:

http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/mezaroba/materiais/Modulacao_PWM.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins.; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao; SILVA, Ennio Peres da. Energia solar fotovoltaica no Brasil: incentivos regulatórios. **Revista Brasileira de Energia**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 9-22, 2008.

VILELA, O. C.; ROLIM, M. M.; FRAIDENRAICH, N. Energia solar na produção de gesso. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR*, 4., 2012, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABENS, 2012. Disponível em: <https://araripesolarsustentavel.files.wordpress.com/2012/07/262revisado1.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019.

WALKER, Eliana. **Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí - RS, 2009. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/220/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Eliana%20Walker.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 nov. 2018.

WATSON, Charlene; SCHALATEK, Liane. Architecture du financement climatique mondial. **Heinrich Boll Stiftung and ODI**, Washington, p. 1-6, fév. 2019.

WIGINTON, L. K.; NGUYEN, Ha T.; PEARCE, Joshua M. Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy. **Elsevier**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 345-357, jan. 2010.

APÊNDICE A - Roteiro de perguntas dos gestores

Público-alvo: gestores públicos, gestores privados e opinião de especialistas.

- 1) Quais as vantagens da implantação da micro e minigeração de solar?**
- 2) Tem conhecimento das políticas públicas voltadas para a energia solar nas esferas federal, estadual e municipal? Quais?**
- 3) Quais sugestões de novas políticas poderiam ser indicadas nas esferas federal, estadual e municipal?**
- 4) Em relação à micro e minigeração de energia solar, existem obstáculos culturais, tecnológicos, institucionais, financeiros e legais? Quais os obstáculos culturais (há pleno conhecimento da população sobre a micro e minigeração distribuída, existe desconfiança dos benefícios e vantagens, falta de cultura para planejar sua própria produção de energia, etc.), tecnológicos (outras fontes mais rentáveis, dificuldade de armazenar energia solar a noite por ser energia intermitente, etc.), institucionais (interesse contrário das distribuidoras de energia, indústria dos combustíveis fósseis, lobby, dos governos, etc.) financeiros (juros, financiamento, etc.) e legais (política, incentivo, etc.)?**
- 5) O que fazer para que a comunidade carente tenha acesso a produzir sua energia por meio da geração distribuída solar?**

APÊNDICE B - Transcrição das entrevistas com os gestores

1) Quais as vantagens da implantação da micro e minigeração de solar?

Entrevistado a) “Redução dos custos de energia é a principal vantagem”.

Entrevistado b) “Evitar os constantes aumentos de tarifas de energia acima da inflação que pesam nos custos”.

Entrevistado c) “Economia dos custos de energia, além da questão da sustentabilidade da energia renovável e serve como diferencial para as empresas que instalam a energia solar”.

Entrevistado d) “Disseminar o conceito de energia limpa, sustentabilidade e o enorme potencial do município de Juazeiro do Norte em virtude do altos índices de insolação”.

Entrevistado e) “As maiores vantagens são a financeira (diminuição dos custos para a geração de energia elétrica fotovoltaicos com redução do retorno do investimento para algo em 4 ou 5 anos) e ambiental em virtude de gerar uma energia limpa ao aproveitar as altas incidências solares do estado do Ceará”.

Entrevistado f) “Vantagem econômica para produzir sua energia em virtude do preço de energia pago a distribuidora. Outro ponto é o fato de ser mais ecológica”.

Entrevistado g) “Descentralizar a matriz energética que é muito dependente da hidrelétrica e esta diversificação diminui perdas e sobrecarga no sistema”.

Entrevistado h) “Redução dos custos de energia e oferecimento de uma energia mais limpa ambientalmente”.

Entrevistado i) “Diminuição dos custos de energia”.

Entrevistado j) “Vantagem financeira pela redução dos custos com viés ecológico com uma fonte de energia limpa”.

Entrevistado k) “Vantagem de produzir sua própria energia com diminuição dos custos. Outro ponto importante é diversificar a matriz energética e o aproveitamento da irradiação no nosso semiárido que é uma das melhores do mundo”.

Entrevistado l) “Economia, redução de custos com apelo ambiental”.

Entrevistado m) “Vantagem financeira com redução de custos, vantagem sistêmica com produção de energia próxima ao sistema e matriz que mais gera empregos”.

Entrevistado n) “Melhora a eficiência da energia dentro da área de produção. Outra vantagem é a questão econômica com menor custo de energia. O investimento tem retorno de 4 a 5 anos e as placas produzem por mais de 25 anos”.

Entrevistado o) “Importante para diversificação da matriz energética e para dar segurança para o sistema”.

Entrevistado p) “A energia solar assim como outras fontes renováveis tem grande importância pela sua abundância e potencial de produção no país. Vale ressaltar que o país assumiu compromissos para redução de gases de efeito estufa e o estímulo as fontes alternativas pode contribuir para a diversificação da matriz energética garantindo maior segurança ao sistema”.

Entrevistado q) “A grande vantagem da energia solar é que ela gera eletricidade sem implicar emissões diretas de gases de efeito estufa, o que a diferencia das principais fontes energéticas usadas no mundo (como carvão, petróleo e gás natural). Isso permite fazer uma transição para uma matriz energética de baixo carbono, preservando o padrão de vida e sem prejudicar o meio ambiente (ao menos não tanto gravemente quanto os combustíveis fósseis”.

Entrevistado r) “A grande vantagem da energia solar é que ela gera eletricidade sem implicar emissões diretas de gases de efeito estufa, o que a diferencia das principais fontes energéticas usadas no mundo (como carvão, petróleo e gás natural). Isso permite fazer uma transição para uma matriz energética de baixo carbono, preservando o padrão de vida e sem prejudicar o meio ambiente (ao menos não tanto gravemente quanto os combustíveis fósseis”.

Entrevistado s) “As regulamentações federais e estaduais estão permitindo que pessoas e empresas passem a sua própria energia e a principal vantagem é a redução de custos”.

Entrevistado t) “Redução de custos com energia e a promoção de uma energia limpa”.

Entrevistado u) “Tem grande benefício ecológico para o meio ambiente, por ser uma energia limpa e renovável, eliminando o carbono das termoelétricas. É uma energia fácil de produção pela abundância de incidências solares na nossa região. Outra vantagem é a redução de custos na conta de energia”.

2) Tem conhecimento das políticas públicas voltadas para a energia solar nas esferas federal, estadual e municipal? Quais?

Entrevistado a) “Existe o convênio da Confaz para isenção do ICMS para a geração de energia que é direcionada para a distribuidora. Praticamente todos os Estados do Brasil assinaram o convênio. Outro ponto importante são os financiamentos do BNDES e Banco do Nordeste - BNB para pessoas físicas e jurídica”.

Entrevistado b) “As linhas de financiamento para pessoa jurídica oferecida pelo BNDES”.

Entrevistado c) “Algumas prefeituras oferecem um IPTU com desconto, chamado IPTU verde”.

Entrevistado d) “A redução da carga tributária em alguns estado para aquisição das placas solares”.

Entrevistado e) “Isenção do ICMS para o excedente injetado na rede de distribuição. Isenção do ICMS e IPI para importação de painéis solares. Desconto do IPTU em algumas cidades do Brasil”.

Entrevistado f) “Sim o principal é a isenção do ICMS até 1Megawatt”.

Entrevistado g) “Isenção do ICMS por meio do convênio da Confaz”.

Entrevistado h) “Programa de eficiência energética que determina que 0,5% da receita operacional Líquida das distribuidoras sejam destinadas a projetos de eficiência energética que podem contemplar o uso de energia solar”.

Entrevistado i) “Isenção de ICMS convênio Confaz e PRONAF ECO (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), destinado a produtores familiares para o investimento em tecnologias de energia renovável para financiamento”.

Entrevistado j) “Isenção do ICMS para importação do kit de painéis solares e a adesão ao convênio da Confaz que isenta do ICMS a energia excedente que é direcionada a distribuidora”.

Entrevistado k) “A própria resolução n° 482 que possibilitou a micro e minigeração de energia e isenção do ICMS para importação de placas fotovoltaicas”.

Entrevistado l) “A própria resolução n°482 e a isenção do ICMS para o excedente que é produzido e injetado na rede. Financiamento para microagricultores INOVAGRO do Banco do Brasil”.

Entrevistado m) “Incentivos federais com isenção de PIS e IPI e Incentivos regionais e estaduais com financiamento FNE SOL do Banco do Nordeste isenção do ICMS”.

Entrevistado n) “Na esfera federal importante destacar as resoluções n°482 e n°687. Na esfera estadual a redução do IPI e ICMS do kit fotovoltaico”.

Entrevistado o) “Além do convênio da Confaz para isenção de ICMS, a própria resolução da anel para microgeração e percentual do faturamento das concessionárias para projetos de Pesquisa e Desenvolvimento -P&D, lei federal n° 9991”.

Entrevistado p) “Existem iniciativas federais para redução de IPI, a oferta de leilões, assim como isenção de ICMS em governos estaduais e redução de IPTU em alguns municípios brasileiro”.

Entrevistado q) “Há várias medidas no Brasil para estimular a energia solar, merecendo destaque a possibilidade de uso de medidores bidirecionais nas residências (o chamado net metering), a isenção tributária aplicável para boa parte dos produtos utilizados na fabricação dos painéis solares e mesmo os leilões de energia da Aneel com foco em energia solar”.

Entrevistado r) “A própria instrução normativa nº 482 que possibilitou a micro e minigeração de energia solar, a redução do tempo para retirar licenças ambientais de usinas fotovoltaicas e também o autoconsumo remoto e a isenção do ICMS com o convênio da Confaz”.

Entrevistado s) “O financiamento para pessoa jurídica com a linha de crédito do FNE SOL”.

Entrevistado t) “No governo federal, os editais de leilão de energia e os recursos de longo prazo com juros subsidiados pelo BNB para pessoa física e jurídica com recursos do FNE. O financiamento para pessoa física é recente com juros de 0,33% ao mês. Sobre incentivo estadual creio que há incentivo do ICMS do convênio da Confaz. Sobre incentivo municipal creio que tem alguma instalação de energia solar para iluminação pública”.

3) Quais sugestões de novas políticas e incentivos voltadas para energia solar poderiam ser indicadas nas esferas federal, estadual e municipal?

Entrevistado a) “Diminuição dos impostos federais e estaduais para o produtor nacional, que estão fechando as portas, pois hoje não tem como competir com a fabricação de placas chinesas. Na questão municipal estudar a viabilidade de implantação de redução do ISS para empresas instaladoras de placas e desconto no IPTU para empreendimentos com energia renovável”.

Entrevistado b) “Obrigatoriedade na liberação de alvarás para que novos empreendimentos tenham um percentual de energia renovável nos seu projetos. Outro ponto é financiamento de projetos de energia solar com juros subsidiado e com possível utilização de recursos do FGTS”.

Entrevistado c) “Estudar a viabilidade de desconto no IPTU para imóveis com energia renovável instalada”.

Entrevistado d) “Redução da carga tributária na aquisição de equipamentos, incentivos a produção nacional e financiamento ao consumidor final. Outro ponto importante são políticas de conscientização e educação”.

Entrevistado e) “Financiamento para pessoas físicas com taxa de juros abaixo do mercado e diminuição da burocracia para os financiamentos”.

Entrevistado f) “Mais incentivos fiscais para pessoas físicas e jurídicas”.

Entrevistado g) “Isentar ICMS de projetos de consórcios de empresas e incentivos para consumidores carentes como isenção de taxa de iluminação pública”.

Entrevistado h) “Cursos gratuitos oferecidos para qualificar mão-de-obra e estímulo tributário na aquisição de kits residenciais fotovoltaicos”.

Entrevistado i) “MEC, prefeituras e Ministério da Indústria e Comércio deveria oferecer treinamento e curso gratuito para massificar a certificação de mão de obra carente. Outro ponto

oferecer linhas de financiamento subsidiado para centrais de cooperativas. O painel deve ser entendido como um ativo como um trator em uma cooperativa”.

Entrevistado j) “Desconto no IPTU e fazer como o Estado de Minas Gerais isentando o ICMS os projetos envolvendo consórcios”.

Entrevistado k) “Políticas que permitam que a comunidade carente na zona rural ou urbana possam produzir e vender energia”.

Entrevistado l) “Isenção ou desconto temporário do PIS e Cofins para estimular a fabricação de placas solares no território nacional. Facilidade e desconto na liberação de alvarás e habits para projetos com produção de energia solar. Financiamento de bancos públicos para geração compartilhada”.

Entrevistado m) “Desconto do IPTU como incentivo municipal”.

Entrevistado n) “Isenção do Imposto sobre Serviços para prestação de serviços fotovoltaicos e rever a cobrança da taxa de disponibilidade cobrada pela distribuidora para pequenos consumidores fotovoltaicos”.

Entrevistado o) “Utilização do FGTS e IRRF. Destinar percentual do faturamento do pré-sal para um fundo destinado a investimentos e pesquisas de energia solar”.

Entrevistado p) “Nos EUA existem incentivos para abatimento de parte do IRRF para quem produz energia solar residencial. Na Alemanha existe a contrapartida monetária para o excedente que é produzido e direcionado para a rede. O principal são financiamentos com juros abaixo do mercado para pessoas físicas”.

Entrevistado q) “Há várias medidas que poderiam ser tomadas, com destaque para a fixação de leilões rotineiros para o setor e políticas de pesquisa e desenvolvimento focadas em solar fotovoltaica e armazenamento de energia”.

Entrevistado r) “Facilidade de financiamento para pessoa física para adquirir o equipamento fotovoltaico. Desconto no IPTU para empresas e residências que gerem a própria energia e desconto no ISS para empresas do setor fotovoltaico”.

Entrevistado s) “Crédito subsidiado para investir pois o empresário não vai usar seu capital de giro para fazer um investimento sem um financiamento bancário que seja vantajoso”.

Entrevistado t) “Deveria incentivar o máximo possível a implantação da energia solar em prédios públicos, escolas, hospitais. Devemos pensar na possibilidade das prefeituras utilizarem recursos para financiarem a instalação nos seus prédios. Isso iria gerar economia de recursos com energia e a possibilidade de investir estes recursos em outras áreas”.

4) Quais os obstáculos culturais (há pleno conhecimento da população sobre a micro e minigeração distribuída, existe desconfiança dos benefícios e vantagens, falta de cultura para planejar sua própria produção de energia...), tecnológicos (outras fontes mais rentáveis, dificuldade de armazenar energia solar a noite por ser energia intermitente), institucionais (interesse contrário das distribuidoras de energia, indústria dos combustíveis fósseis, lobby, dos governos) financeiros (juros, financiamento...) e legais (política, incentivo...) para micro e minigeração de energia? Para micro e minigeração de energia?

Entrevistado a) “No aspecto cultural não vejo obstáculo tendo em vista que a sociedade de forma geral tem conhecimento das vantagens da micro e minigeração de energia. Em relação ao aspecto tecnológico o que ocorre é um risco para o consumidor, tendo em vista que nos últimos anos abriram muitas empresas instaladoras sem experiência que muitas vezes não realiza o serviço de maneira mais eficiente, o que pode prejudicar a imagem do setor. Existe financiamento, isso não é obstáculo, a informação que tenho de outras pessoas é a burocracia para a solicitação destes financiamentos. No que se refere aos aspectos legais, vejo como obstáculos ainda a questão de falta de incentivos tributários para alavancar a indústria nacional”.

Entrevistado b) “Na questão cultural existe necessidade de investir na educação básica e fundamental para esclarecer a população, além de investimento na mídia com intuito de divulgar as vantagens das energias renováveis. Outro aspecto importante voltado a questão tecnológica é a necessidade de avanço com baterias com maior autonomia de armazenamento, tendo em vista que a energia solar é intermitente. Não vejo obstáculo legal, apenas a necessidade de oferecermos juros de financiamento mais em conta para pessoas físicas e jurídicas”.

Entrevistado c) “Em relação ao aspecto cultural existe falta de conhecimento dos benefícios necessitando maior divulgação por meio de seminários e publicidade. Em relação aos aspectos institucionais e legais importante verificar a equação dos incentivos e arrecadação para que não acarretem perda de receita para o município, que os incentivos sejam compensados pelo aquecimento do setor. As distribuidoras de energia podem dificultar ou fazer pressão para que não ocorra incentivo para micro e minigeração. Obstáculo financeiro ainda ocorre e é necessário redução dos juros e aumento do financiamento”.

Entrevistado d) “Obstáculo cultural está relacionado a percepção da população que o investimento é muito alto. No que tange o aspecto institucional as distribuidoras de energia não devem apoiar iniciativas que estimulem as pessoas a produzirem sua própria energia. Sim existe

obstáculo financeiro em virtude da necessidade de redução da carga tributária dos equipamentos e a necessidade de financiamento para pessoas físicas. Necessário políticas e novos incentivos para pessoas físicas”.

Entrevistado e) “Não há obstáculo cultural, as pessoas estão informadas e possuem interesse em gerar a própria energia. No aspecto tecnológico a intermitência ainda é um problema e para isso é necessário investir em novas tecnologias para baterias. Na dimensão financeira a falta de financiamento para pessoas físicas ainda é um obstáculo importante além do aspecto legal em função da possibilidade de ser cobrada a tarifa de uso da rede de distribuição e encargos que podem aumentar os custos e retorno do investimento para projetos de energia elétrica solar distribuída. Em relação ao obstáculo institucional existem interesses contrários e lobby do setor de distribuição de energia elétrica e da indústria de combustíveis fósseis que podem encarar o setor fotovoltaico como ameaça”.

Entrevistado f) “Na questão cultural muitos, mesmo pessoas esclarecidas, não sabem e não entendem, os benefícios e muitos não acreditam. Mas isso está melhorando, é uma questão de tempo. Sobre a questão tecnológica o beneficiamento do silício deveria ser feito no Brasil, tendo em vista a abundância da matéria prima. Como obstáculo institucional existe uma enorme burocracia e dificuldade para autorização dos financiamentos. A questão financeira é outro ponto as pessoas físicas deveriam ter juros subsidiados e isenção de impostos. No aspecto legal as distribuidoras não estão cumprindo prazos estipulados na ligação dos projetos e a liberação dos financiamentos dos bancos deveria ser mais eficiente”.

Entrevistado g) “Muitas pessoas tem medo, receio, desconfiança e isso se agrava com empresas que não prestam um bom serviço. Não há obstáculo tecnológico e institucional. Na questão financeira precisa de financiamento para pessoas físicas, necessidade de juros subsidiados. No aspecto legal precisa de mais incentivos na esfera municipal e estadual”.

Entrevistado h) “Ainda existe falta de informação, muitas pessoas não conhecem como funciona a microgeração solar e o investimento inicial é alto e as pessoas não possuem a cultura de financiar sua própria geração de energia. Não há obstáculo tecnológico, institucional e legal. Como obstáculo financeiro os juros altos cobrados pelos bancos privados e a burocracia dos bancos públicos que oferecem juros mais baixos”.

Entrevistado i) “A população financia um carro em 60 meses mas não financia painéis solares. Existe obstáculo cultural e também necessita de maior divulgação na mídia. Precisa ter certificação para as empresas para diminuir também a desconfiança na qualidade dos serviços prestados. Não há obstáculo tecnológico, institucional e legal. Na questão financeira existe necessidade de financiamento com baixas taxas de juros para pessoas físicas”.

Entrevistado j) “Falta de conhecimento é um entrave com necessidade de melhor divulgação de todos os atores envolvidos e a falta de uma cultura de investimento de médio prazo. Não há obstáculo tecnológico. Na questão institucional existe interesse contrário das distribuidoras que vem como ameaça, inclusive não estão cumprindo os prazos de liberação dos projetos. No aspecto financeiro necessidade de financiamento com juros subsidiados. Outro entrave é a burocracia na liberação do financiamento do BNB inclusive a demora está irritando clientes e as vezes para não perder o projeto a própria empresa está financiando”.

Entrevistado k) “Obstáculo cultural existe pela desinformação. Não há obstáculo tecnológico. Existe obstáculo financeiro pela necessidade de oferecer juros com subsídios. Existe obstáculo institucional com dificuldade com distribuidoras de energia que veem o setor como ameaça. Existe obstáculo legal que impede que a comunidade carente possa ter uma renda com a venda de energia solar caso pudesse ser instalado com incentivo nas áreas rurais com intensa irradiação solar”.

Entrevistado l) “Obstáculo cultural está presente por falta de informação, muitos desconfiam se as vantagens são reais e para resolver é necessário palestras informativas, mídias concentradas e participação de atores como CDL, Sindindústria, FIEC, etc. Não há obstáculo tecnológico. Em relação ao obstáculo institucional existe o interesse econômico das distribuidoras de energia que se sentem ameaçadas. No aspecto legal, necessidade de incentivos para a produção nacional e falta de fiscalização do não cumprimento dos prazos para liberação dos pareceres de acesso das distribuidoras. Existe obstáculo financeiro com a alta tributação na fabricação nacional e a necessidade de maior subsídio do governo para financiamento”.

Entrevistado m) “Existe obstáculo cultural pelo baixo conhecimento das vantagens em gerar sua própria energia. Não há obstáculo tecnológico. Em relação ao obstáculo financeiro há necessidade de maior facilidade na liberação do financiamento. No aspecto legal as concessionárias de distribuição de energia estão trabalhando fortemente para mudar as regras na próxima revisão da resolução normativa n°482. O que coloca as concessionárias como ameaça institucional para o setor de micro e minigeração distribuída”.

Entrevistado n) “Existe obstáculo cultural em virtude da falta de informação da população no que diz respeito aos benefícios da micro e minigeração fotovoltaica, além do brasileiro só pensar no curtíssimo prazo. Um retorno do investimento de 4 ou 5 anos para muitos ainda é um muito”. Em relação ao obstáculo institucional existe falta de qualificação e conhecimento da concessionária de distribuição de energia nas emissões de pareceres, além de trabalhar para alterar a legislação com o intuito de cobrar os serviços da utilização da rede de distribuição. Outro ponto é que há muito despreparo e serviço de má qualidade de muitos concorrentes que

acaba contaminando e trazendo desgaste ao setor. Não há obstáculo tecnológico. No aspecto legal não há uma vinculação das resoluções normativas nº482 e nº 687 em vincular a exigência de certificação da empresa e mão de obra, além de exigir o cumprimento das normas técnicas para os projetos. Na questão financeira, o obstáculo está na necessidade de desoneração de impostos para empresas que prestam serviço de instalação fotovoltaico”.

Entrevistado o) “Vejo dois obstáculos, o financeiro e o legal. O financiamento para pessoa física com juros baixos para o consumidor é incipiente e vale a pena ressaltar a dificuldade política na tramitação dos projetos, normalmente só projetos de interesse do executivo são votados e não há muito interesse nesta pauta”.

Entrevistado p) “Obstáculos são financiamentos para pessoas físicas com juros atraentes como os que já existem para pessoas jurídicas. Outro ponto a destacar é a necessidade de desenvolver tecnologias de armazenamento da energia produzida, tendo em vista ser uma fonte de energia intermitente”.

Entrevistado q) “O grande desafio ainda é o preço (que vem caindo, mas ainda é elevado) e o custo de capital inicial elevado (a taxa de juros elevada dificulta a compensação do investimento em prazo razoável). Também se soma a questão da intermitência da fonte solar, que no longo prazo tende a exigir maior capacidade de armazenamento”.

Entrevistado r) “Não há obstáculo tecnológico, institucional ou legal. Ao meu ver existem dois obstáculos, o aspecto cultural com a falta de conhecimento da população em relação aos benefícios e o aspecto financeiro por conta do alto valor inicial investido”.

Entrevistado s) “Para mim os únicos obstáculos são o financeiro pois só acho viável o investimento com juros subsidiados e carência. Creio que existe obstáculo cultural em função do desconhecimento de boa parte da população dos benefícios, creio que falta divulgação e no aspecto institucional acho que as empresas que fazem parte da cadeia produtiva seja bancos, distribuidora, empresas instaladoras atuam de forma ainda amadora, vejo muito despreparo e isso trás falta de confiança”.

Entrevistado t) “Existe obstáculo cultural pois as pessoas são naturalmente desconfiadas e com dúvidas. Será que funciona? Será que reduz os custos? Será que tem durabilidade? Mas aos poucos esta mentalidade vai mudando e em dois anos no máximo a população terá total conhecimento das vantagens. Na questão tecnológica não há obstáculo em relação aos equipamentos, apenas creio que alguns galpões de empresas precisaram fazer adaptações para receber o peso das placas fotovoltaicas. Em relação ao obstáculo institucional o governo é favorável, apenas as distribuidoras estão receosas, pois podem se sentir ameaçadas. Obstáculo financeiro ocorre pelo investimento alto, mas já existem juros subsidiados para pessoas físicas.

E no aspecto legal vejo com um possível problema com a transferência do imóvel ou aluguel com unidades fotovoltaicas, pois a concessionária cobra pelo CPF de quem instalou”.

5) O que poderia ser feito para que as classes mais carentes tenham acesso a produzir energia solar?

Entrevistado a) “Políticas específicas para este público com financiamentos diferenciados”.

Entrevistado b) “Analisar a possibilidade da população carente utilizar o FGTS para investir em placas solares, tendo em vista que são imóveis pequenos e seriam necessárias poucas placas e juros zero”.

Entrevistado c) “Subsídio de juros com carência para a população carente”.

Entrevistado d) “Juros diferenciados de financiamento”.

Entrevistado e) “linhas de crédito do governo com juros de financiamento diferenciados e inclusão de 3 a 5 painéis no financiamento do programa social, Minha Casa Minha Vida”.

Entrevistado f) “Apoio governamental com financiamento com juro baixos”.

Entrevistado g) “Redução do IPTU e juros para financiamento”.

Entrevistado h) “Incluir sistemas fotovoltaicos no Programa Minha casa Minha Vida”.

Entrevistado i) “Cada condomínio de baixa renda poderia virar uma cooperativa de energia e assim por meio de uma associação a uma empresa que tenha autorização para vender energia no mercado livre, geraria renda aos moradores. Para isso é necessário juros subsidiados”.

Entrevistado j) “Linhas de crédito mais facilitada com juros subsidiados e utilização do FGTS para gerar a própria energia, entretanto famílias carentes com baixo consumo acaba não compensando pois existe subsidio para baixa renda na própria conta de energia”.

Entrevistado k) “Oferecer uma política social que permita incentivos para que a comunidade carente instale placas na zona rural, use a energia e venda o excedente. Temos áreas no Ceará que sofrem ainda com a seca, entretanto existe um potencial da irradiação que pode gerar muita energia solar e trazer dignidade ao sertanejo, inclusive que ele possa ter renda da energia. Pode se reduzir incentivos para a conta de luz e transformar o agricultor em também produtor de energia solar. Aliado a isso capacitação de mão de obra oferecida pelas esferas municipal, estadual e federal. Claro que a legislação precisa mudar porque não permite ao micro e minigerador distribuída vender energia, mas isso precisa mudar, a inteligência artificial deverá reduzir a oferta de emprego e a mudança pode ser umas das soluções para oferecer renda”.

Entrevistado l) “Estimular o empreendedorismo para a comunidade carente e que seja oferecido condições de financiamento para a aquisição de equipamentos fotovoltaicos”.

Entrevistado m) “O subsídio deveria sair da conta de luz da comunidade carente para a compra de equipamentos fotovoltaicos para a própria comunidade”.

Entrevistado n) “Retirar o subsídio da conta de energia para quem consome até 100kw que nem sempre são carentes e colocar o subsídio para a aquisição de placas para a comunidade carente e treinar a comunidade carente com cursos gratuitos para trabalhar no setor”.

Entrevistado o) “criação de um fundo do pré-sal para ser direcionado as famílias de baixa renda”.

Entrevistado p) “Incluir as placas fotovoltaicas no programa minha casa minha vida”.

Entrevistado q) “Liberação do FGTS para famílias carentes”.

Entrevistado r) “O governo poderia subsidiar os kits fotovoltaicos e incluir no programa Minha Casa Minha Vida, além de liberar o FGTS e linhas de financiamento específicas para baixa renda. Outra ideia é permitir a venda da energia fotovoltaica como na Europa, mas aí precisava mudar a legislação”.

Entrevistado s) “Acho que mesmo com a tarifa social as classes mais pobres pagam caro pela energia, minha empregada, por exemplo paga 80 reais por mês na casa dela, acho muito estranho este valor todo, fico até suspeitando de fraude na conta de luz. Creio que o governo deveria financiar as placas solares para a baixa renda e permitir também que se faça projetos em conjunto com a vizinhança”.

Entrevistado t) “O governo já deveria incluir as placas fotovoltaicas no programa Minha Casa Minha Vida e financiar com o kit instalado”.

APÊNDICE C - Roteiro de perguntas dos clientes residenciais

Público-alvo: consumidores residenciais de Juazeiro do Norte

- 1) Comente sobre seu conhecimento a respeito da micro e minigeração de energia solar e suas vantagens e/ou desvantagens.**

- 2) Qual sua percepção sobre esta fonte de energia no que diz respeito aos investimentos de implantação? É ou não vantajoso? Tem financiamento disponível? Você teria interesse em produzir sua própria energia elétrica solar em casa?**

- 3) Na sua opinião os governos, federal, estadual e municipal incentivam ou deveriam incentivar a energia solar para empresas e residências? Por que?**

- 4) Na sua opinião a energia elétrica que você consome atualmente em casa é livre de poluição na sua geração? Comente sua percepção a respeito.**

- 5) Quanto você gasta por mês em energia elétrica e qual o seu consumo?**

APÊNDICE D - Transcrição das entrevistas dos clientes residenciais

1) Comente sobre seu conhecimento a respeito da micro e minigeração de energia solar e suas vantagens e/ou desvantagens.

Entrevistado a) “Sei que posso gerar minha própria energia, é uma energia limpa e renovável. Seu custo de implantação é menor do que há tempos atrás. E sei que posso vender a energia agregando uma fonte de renda”.

Entrevistado b) “Conheço o básico, como vantagem tem-se a economia na conta de luz e a desvantagem é o preço que é muito caro”.

Entrevistado c) “Sei que já existe. Tem como vantagem a economia de luz, não tem desvantagem. Se fosse acessível eu teria”.

Entrevistado d) “Conheço pouco, mas vejo como tendência. Reduz custos de energia com retorno do investimento no médio e longo prazo, mas ainda é muito caro para implantar”.

Entrevistado e) “Ouvi falar que o custo de energia pode ser reduzido e também ajuda no meio ambiente. Principal vantagem é o custo reduzido e não há desvantagem”.

Entrevistado f) “Tenho pouco conhecimento, acredito que a disponibilidade de sol no Ceará é a principal vantagem e acho que não tem desvantagem”.

Entrevistado g) “Já ouvi falar, é uma energia limpa para o meio ambiente. Acho que a vantagem é que a energia passa a ter um custo reduzido e a desvantagem é o custo inicial alto”.

Entrevistado h) “Acho bem útil, ainda mais porque o Nordeste tem sol em abundância. A vantagem é um gasto menor de energia mas a desvantagem é o custo inicial alto”.

Entrevistado i) “A energia solar trás coisas boas. Vejo como vantagem a redução dos custos de energia e reio que não há desvantagem”.

Entrevistado j) “Energia solar economia. Sua vantagem é a redução dos custos e sua desvantagem é o alto investimento”.

Entrevistado k) “Muito bom a energia solar, além de mais barata o retorno é imediato, além disso. Vantagem é a economia e acho que não tem desvantagem”.

Entrevistado l) “Sei muito pouco, que é uma energia limpa e que reduz custos com o tempo. A vantagem é ser uma sustentável e ter vantagem financeira. Não vejo desvantagem”.

Entrevistado m) “Forte alternativa de energia, com a vantagem de ficar livre da conta de energia por um período longo. Desvantagem o investimento alto”.

Entrevistado n) “Já ouvi falar mas não sei como funciona. Ouvi dizer que diminui custos de energia e que faz bem ao meio ambiente. Não conheço desvantagem”.

Entrevistado o) “Esta fonte é propícia para o Nordeste por conta do calor com bom impacto ao meio ambiente. As empresas que estão investindo devem estar tendo retorno. A vantagem é a redução de custos para empresas e residências, já que a energia que se paga atualmente é muito cara. Não vejo desvantagem”.

Entrevistado p) “Sei o básico, teoricamente é vantajoso porque a região é favorável por conta do clima. A vantagem é o retorno a médio prazo e bom para o meio ambiente. Não sei se tem desvantagem”.

Entrevistado q) “Ouvi dizer que a partir do momento que você coloca as placas reduz os custos de energia. A vantagem é a redução de custos e melhoria para o meio ambiente. Não conheço desvantagem”.

Entrevistado r) “É uma energia limpa, com ela poderia ter um ar condicionado. Vantagem é a redução da conta de energia. Pra mim não há desvantagem”.

Entrevistado s) “Ótima opção de economia de energia em relação as distribuidoras. A vantagem é ser limpa e gerar economia de energia. Desvantagem é ser um investimento alto”.

Entrevistado t) “Conheço pouco, ouvi dizer que diminui a conta de energia. Sua vantagem deve ser a economia na conta de luz e não conheço desvantagem”.

2) Qual sua percepção sobre esta fonte de energia no que diz respeito aos investimentos de implantação? Tem financiamento disponível? Você teria interesse em produzir sua própria energia elétrica solar em casa e ainda abastecer uma bicicleta elétrica ou moto elétrica?

Entrevistado a) “Existe financiamento para pessoa jurídica, não sei se existe para pessoa física. Acho que é vantajoso mesmo sem financiamento, entretanto no meu caso não compensa pois meu consumo de energia elétrica é baixo. A ideia do veículo elétrico e abastecer em casa é muito boa”.

Entrevistado b) “É caro o investimento. Nunca ouvi falar de financiamento para pessoa física, mas teria interesse se não fosse caro o investimento e se tivesse financiamento. Tenho interesse em adquirir um veículo elétrico no futuro próximo”.

Entrevistado c) “Acho que é muito caro o investimento e não sei se tem financiamento disponível. O futuro é ter uma bicicleta ou moto elétrica, mas precisa de incentivo para abastecer com energia solar”.

Entrevistado d) “É vantajoso, mas o investimento inicial é alto. Existe financiamento para pessoa física, até tenho interesse mas o investimento é alto agora, talvez no futuro atrelando ao uso para carregar uma bicicleta ou moto elétrica”.

Entrevistado e) “O custo é alto, mas o retorno virá no curto prazo. Não sei se tem financiamento para pessoa física. Tenho interesse mas tem que ver orçamento e seria ótimo ter uma bicicleta ou moto elétrica e carregar em casa”.

Entrevistado f) “Acho que seria caro. Não sei se tem financiamento disponível. Tenho interesse, mas o fato de ser caro impediria. Se tivesse incentivo do governo além da energia solar iria adquirir bicicleta ou moto elétrica”.

Entrevistado g) “O investimento é caro. Sei que existe financiamento para pessoa física. Teria interesse caso o investimento fosse menor e as taxas de juros fossem mais baixas e seria ótimo a médio e longo prazo carregar um veículo elétrico em casa”.

Entrevistado h) “O custo é alto mais se torna vantajoso. Não sei se tem financiamento para pessoa física. No futuro teria interesse e seria legal carregar um veículo elétrico em casa”.

Entrevistado i) “Apesar de ser caro é vantajoso. Não sei se tem financiamento para pessoa física. Eu tentaria ter em casa e não descarto ter um veículo elétrico para carregar em casa, é uma boa ideia”.

Entrevistado j) “O investimento inicial é alto, mas acho que é vantajoso. Não sei se tem financiamento para pessoa física, acho que só para empresas. Tenho interesse de produzir minha própria energia e ter um veículo elétrico”.

Entrevistado k) “É um investimento alto, mas vantajoso. Não sei se tem financiamento para pessoa física. Poderia pensar em instalar a energia solar e possuir uma moto elétrica”.

Entrevistado l) “O investimento inicial é alto, mas você tem retorno. Não é acessível a todos. Nunca ouvi falar de financiamento para pessoas. Vejo com uma necessidade um dia ter energia solar e adquirir um veículo elétrico”.

Entrevistado m) “Tem um custo alto do investimento, mas é vantajoso depois. Não sei se tem financiamento de bancos públicos para pessoa física, mas bancos privados devem oferecer. Teria interesse em produzir minha energia se fosse mais em conta e acho excelente a ideia de ter um veículo elétrico e carregar em casa”.

Entrevistado n) “Acho que não é barato para instalar, mas acho que vale a pena depois de um tempo. Não sei se tem financiamento. Acho importante se fosse acessível, faria na minha casa e teria interesse em ter uma moto ou bicicleta elétrica e carregar em casa”.

Entrevistado o) “Investimento alto com retorno a longo prazo, mas vantajoso principalmente para as empresas. Acredito que aja financiamento para a população. Penso na possibilidade em

produzir minha própria energia, se for viável financeiramente e a tendência é que os transportes sejam elétricos”.

Entrevistado p) “Sei que no início a instalação é cara, mas é vantajoso. Não sei se tem financiamento para pessoa física ou jurídica. Teria interesse a longo prazo, seria perfeito carregar um veículo elétrico e ótimo para o meio ambiente”.

Entrevistado q) “Acho que deve ser caro, mas mesmo assim vantajoso. Não tenho conhecimento sobre financiamento. Acho uma boa ideia e teria interesse em ter energia solar e aproveitar para carregar uma moto elétrica”.

Entrevistado r) “O investimento não é muito alto. Não sei se tem financiamento para pessoa física. É uma boa opção ter energia solar e carregar um veículo elétrico”.

Entrevistado s) “O investimento é alto. Existe financiamento para pessoa física pelo BNB. Ideal ter placa solar e abastecer uma moto elétrica”.

Entrevistado t) “Alto investimento, mas deve ser vantajoso. Não sei se existe financiamento para pessoa física. Não sei se colocaria em casa, mas a ideia de carregar um veículo elétrico em casa com energia solar é bem interessante”.

3) Na sua opinião, os governos, federal, estadual e municipal incentivam ou deveriam incentivar a energia solar para empresas e residências? Por que?

Entrevistado a) “Não vejo incentivos do governo federal e estadual. Sei que no programa minha casa minha vida no Nordeste alguns imóveis vinham com aquecedores solares, que não tem sentido. Falta esclarecer e educar a população sobre os benefícios. Deve haver incentivos como financiamento para famílias adquirirem a energia solar”.

Entrevistado b) “Deveriam incentivar, mas creio que não incentivam hoje. Nunca ouvi divulgação, como palestras e na minha opinião poucas pessoas sabem sobre energia solar e da possibilidade de gerar a própria energia. Os governos deveriam oferecer cursos para a comunidade sobre energia solar”.

Entrevistado c) “Hoje nunca ouvi falar em incentivos, acho que deveriam incentivar”.

Entrevistado d) “Deveriam incentivar, hoje os governos não incentivam, não vejo nenhuma movimentação, divulgação ou propaganda. Quem está incentivando são as próprias empresas privadas que promovem seus serviços”.

Entrevistado e) “Acho que hoje os governos não incentivam, deveriam passar a incentivar”.

Entrevistado f) “Os governos incentivam, eu vi algumas reportagens que o governo incentiva, só não lembro exatamente qual o incentivo”.

Entrevistado g) “Acho que não há incentivos dos governos, deveriam incentivar como subsídio na compra de equipamento e diminuição dos impostos na aquisição destes equipamentos”.

Entrevistado h) “Os governos não incentivam. Deveriam incentivar a energia solar inclusive nos próprios prédios públicos e na iluminação pública”.

Entrevistado i) “Creio que os governos não incentivam e deveriam incentivar divulgando os benefícios”.

Entrevistado j) “Acho que os governos não incentivam e deveriam incentivar, mas não sei qual incentivo seria importante”.

Entrevistado k) “Os governos não incentivam e deveriam incentivar e explicar as vantagens por meio de divulgação”.

Entrevistado l) “Nunca ouvi incentivo dos governos, acho que é interesse deles que sejamos atrelados as distribuidoras de energia. Acho que deveriam incentivar por questão ambiental e oferecer linha de crédito com juros mais baixos”.

Entrevistado m) “Não, os governos não incentivam, deveriam incentivar, mas creio que a energia solar é uma ameaça a distribuidora. Deveria ter mais acesso a informação, maior divulgação”.

Entrevistado n) “Eu acho que não incentivam, deveriam incentivar, mas não sei no momento qual incentivo”.

Entrevistado o) “Infelizmente não vejo incentivo dos órgãos públicos, eles não buscam pelo bem estar da população que não tem retorno dos impostos. Os governos deveriam incentivar, mas não sei descrever quais incentivos”.

Entrevistado p) “Nunca ouvi do governo incentivo para pessoa física, mas deve ter algum incentivo para pessoa jurídica. O governo deveria fazer algum projeto para facilitar a compra para pessoas físicas”.

Entrevistado q) “Acho muito pouco divulgado pelo governo, acho que deveria incentivar diminuindo impostos para que as empresas instalem as placas, reduzam seus custos de energia e assim terem condições para aumentar o emprego”.

Entrevistado r) “Os governos não incentivam, mas deveriam incentivar com financiamentos”.

Entrevistado s) “De forma alguma existe incentivo dos governos. Deveria ter incentivos como financiamento e outras políticas de incentivo”.

Entrevistado t) “Acho que não tem incentivo, acho que deveriam incentivar com financiamento”.

4) Na sua opinião a energia elétrica que você consome atualmente em casa é livre de poluição na sua geração? Comente sua percepção a respeito.

Entrevistado a) “A energia elétrica que eu consumo vem de hidrelétrica e gera poluição, degradação, desmatamento e deslocamento de pessoas”.

Entrevistado b) “A energia elétrica que eu consumo vem de hidrelétrica que desmata área verde, não se preocupa com as pessoas ao redor, são locais distantes”.

Entrevistado c) “É livre de poluição, não sei explicar o porque”.

Entrevistado d) “Ela é poluidora com instabilidade de tensão com risco de queima de equipamentos e assim com geração de lixo eletrônico”.

Entrevistado e) “Acho que ela polui mesmo sendo de hidrelétrica”.

Entrevistado f) “Ela polui, mas não sei porque”.

Entrevistado g) “Acho que polui porque uma parte vem de termoelétrica”.

Entrevistado h) “A energia que consumo é a nuclear que é poluidora porque é a partir do urânio que emite radiação”.

Entrevistado i) “Não sei explicar”.

Entrevistado j) “Não sei da onde vem e não sei se é poluidora”.

Entrevistado k) “A energia vem da hidrelétrica mas não sei se é poluidora”.

Entrevistado l) “Nunca ouvi incentivo dos governos, acho que é interesse deles que sejamos atrelados as distribuidoras de energia. Acho que deveriam incentivar por questão ambiental e oferecer linha de crédito com juros mais baixos. A energia vem de hidrelétrica com desvios de rios com impacto negativo ao meio ambiente”.

Entrevistado m) “Ela vem da hidrelétrica, mas não sei se é poluidora”.

Entrevistado n) “Não sei a fonte e não se é poluidora”.

Entrevistado o) “As distribuidoras de energia fornecem energia proveniente das hidrelétricas e acaba prejudicando a natureza e poluindo indiretamente”.

Entrevistado p) “A energia vem da hidrelétrica e acredito que não seja poluidora”.

Entrevistado q) “A minha energia vem da hidrelétrica que causa desmatamento”.

Entrevistado r) “Vem da hidrelétrica e não é poluidora”.

Entrevistado s) “De Vem da hidrelétrica, que não é poluidora, mas tem impacto na natureza como desmatamento”.

Entrevistado t) “Vem da termoelétrica e é poluidora”.

5) Quanto você gasta por mês em energia elétrica?

Entrevistado a) “A energia elétrica é cara, eu tenho um gasto médio mensal de R\$ 80,00 com energia é uma despesa média para mim”.

Entrevistado b) “Não sei o consumo, mas a média de gasto fica em 90 reais”.

Entrevistado c) “100 reais e tem um forte impacto no meu orçamento”.

Entrevistado d) “Meu consumo está em 200 reais por mês”.

Entrevistado e) “Pago 130 reais por mês”.

Entrevistado f) “Em torno de 80 reais por mês”.

Entrevistado g) “Meu gasto médio é em torno de 300 reais”.

Entrevistado h) “Em torno de 70 reais com 100kw”.

Entrevistado i) “Gasto 100 reais por mês com energia”.

Entrevistado j) “130 reais em média”.

Entrevistado k) “Gasto 80 reais”.

Entrevistado l) “200 reais em média”.

Entrevistado m) “Gasto 160 reais com energia”.

Entrevistado n) “Gasto 60 reais”.

Entrevistado o) “Meu gasto médio é 150 reais”.

Entrevistado p) 180 reais em média e 160 kw”.

Entrevistado q) “Gasto 80 reais por mês com energia”.

Entrevistado r) “Meu gasto é em torno de 80 reais”.

Entrevistado s) “Em média gasto 180 reais com 200 kw”.

Entrevistado t) “Gasto 95 reais com energia”.

APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**Centro de Desenvolvimento
Sustentável****Universidade de Brasília**

Prezado Sr. (a).

João Nildo de Souza Vianna inscrito no CPF: 014.182.892-72 , Doutor e Professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB) e Cristiano Viana Cavalcanti Castellão Tavares, inscrito no CPF: 513.569.533-87, aluno do curso de Doutorado de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília estão realizando a pesquisa de tese intitulada “Juazeiro do Norte - CE no Caminho de uma Revolução Energética Sustentável”, que tem como objetivo investigar as variáveis, os obstáculos e as potencialidades de Juazeiro do Norte - CE para se enquadrar como uma “cidade verde” no aspecto energético, descarbonizando sua economia por meio da micro e mini-geração solar. Para isso, está desenvolvendo um estudo que consta das seguintes etapas: (Introdução, problemática, objetivos, justificativa, referencial teórico, metodologia da pesquisa, orçamento, cronograma, resultados esperados e referências).

Por essa razão, o (a) convidamos a participar da pesquisa. Sua participação consistirá em responder alguns questionamentos feitos através de uma entrevista semiestruturada, tais respostas virão de questões relacionadas ao tema especificado.

Os procedimentos utilizados poderão trazer algum desconforto, como por exemplo, algum constrangimento durante o diálogo na entrevista. O tipo de procedimento apresenta um risco MÍNIMO. Os riscos serão minimizados desta forma: o pesquisador não será invasivo, irá procurar não deixar os entrevistados em situação desconfortante, nem constrangidos. Será oferecido o mínimo de esclarecimento das perguntas frente às dúvidas surgidas por parte dos entrevistados para que assim não haja interpretações de dados errados. Em qualquer momento os sujeitos poderão se ausentar da responsabilidade de responder aos questionamentos uma vez que os sujeitos optam de forma voluntária a participar do estudo. Importante salientar que as informações serão tratadas com imparcialidade evitando-se o viés político partidário. Toda informação que o (a) Sr. (a) nos fornecer será utilizada somente para esta pesquisa. As respostas e dados pessoais serão confidenciais e seu nome não aparecerá em roteiro, inclusive quando os resultados forem apresentados.

Os benefícios esperados com este estudo estão relacionados à construção de um modelo de descarbonização da economia do município de Juazeiro do Norte que possa ser utilizado em outros aglomerados urbanos do Nordeste brasileiro. Espera-se também contribuições dos atores entrevistados, com sugestões de políticas públicas para o setor, que poderá proporcionar um crescimento maior da fonte de energia renovável solar na matriz energética do país. O estudo poderá auxiliar os governantes do executivo e legislativo municipal e estadual, e sociedade civil, a identificar e planejar que mudanças necessitam ser implantadas, com a finalidade de tornar esta fonte alternativa de energia mais disseminada, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Caso aceite participar, não receberá nenhuma compensação financeira. Também não sofrerá qualquer prejuízo se não aceitar ou se desistir após ter iniciado a entrevista. Se tiver alguma dúvida a respeito dos objetivos da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, pode procurar Cristiano Viana Cavalcanti Castellão Tavares pelo telefone (88) 98833-4286. Se desejar obter informações sobre os seus direitos e os aspectos éticos envolvidos na pesquisa poderá consultar qualquer Comitê de Ética em Pesquisa - CEP. Caso esteja de acordo em participar da pesquisa, deve preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-Esclarecido que se segue, recebendo uma cópia do mesmo.

_____, ____/____/____

Assinatura do Participante da Pesquisa ou Responsável Legal

APÊNDICE F - Projetos de Lei

Quadro 25 - Projetos de Lei com Proposições Ativas para Energia Alternativa no Congresso Nacional até 2015

Proposição	Ementa	Apresentação
PL 3021/2015	Altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, para que os planos diretores municipais passem a exigir que os novos edifícios comerciais urbanos incorporem na maior parte de seus telhados, uma área de cobertura vegetal ou, de forma não excludente, sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica.	16/9/2015
PLS 371/2015	Altera a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para permitir o uso de recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) na aquisição e na instalação de equipamentos destinados à geração própria de energia elétrica em residências.	17/6/2015
PL 833/2015	Acrescenta dispositivo ao artigo 20 da Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para permitir a movimentação da conta vinculada do FGTS para aquisição e instalação de equipamentos para geração de energia elétrica pela minigeração distribuída, pela microgeração distribuída, e pela geração fotovoltaica.	19/03/2015
PL 2776/2015	Obrigatoriedade de instalação de painéis para captação de energia solar em todas as novas edificações executadas com recursos da União.	26/08/2015
PL 1800/2015	Dispõe sobre incentivos ao aproveitamento da energia solar e altera a Lei nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995, para permitir a dedução das despesas de aquisição e instalação de sistemas de aproveitamento da energia solar da base de cálculo do imposto de renda IRPF das pessoas físicas.	03/6/2015
PL 161/2015	Dispõe sobre a obrigatoriedade do Poder Público Federal, Estadual e Municipal, utilizar energia solar fotovoltaica e/ou energia eólica em todas as edificações pertencentes à administração pública.	03/2/2015
PLS 696/2015	Para determinar o uso obrigatório de recursos em pesquisa e desenvolvimento pela Indústria do Petróleo em fontes alternativas.	21/10/2015
PL 7436/2014	Institui mecanismo para promover a geração renovável descentralizada de energia elétrica e altera a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004.	22/04/2014
PL 2335/2015	Dispõe acerca de incentivos para a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis pelos consumidores da classe rural.	09/07/2015
PL 5823/2013	Estabelece incentivo à geração de energia elétrica a partir da fonte solar, altera a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, e dá outras providências.	25/06/2013
PL 3243/2015	Institui o Programa Nacional de Incentivo à Microgeração e Minigeração Distribuída Solar Fotovoltaica (PROSOLAR GD).	07/10/2015

PL 2923/2015	Institui o Programa de Incentivo à Geração Distribuída Renovável - PGDIS e dá outras providências.	09/09/2015
PL 2456/2015	Cria o Programa de Incentivo à Geração de Energia Elétrica a partir de Fonte Solar - PIES.	20/07/2015
PL 2058/2015	Dispõe sobre medidas de incentivo à geração de energia elétrica a partir da fonte solar.	24/06/2015
PL 830/2015	Dispõe sobre medidas de incentivo à produção de energia elétrica e térmica a partir da fonte solar.	19/03/2015
PLS 224/2015	Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, para obrigar a instalação, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida, sem ônus para os beneficiários, de equipamentos destinados à geração de energia elétrica própria com base em fonte solar fotovoltaica para injeção na rede elétrica das concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica.	15/4/2015
PL 2870/2015	Altera a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para possibilitar o uso de recursos da conta vinculada do trabalhador no FGTS para a instalação de sistemas de mini ou microgeração de energia fotovoltaica.	02/09/2015
PL 3140/2015	Determina que os custos de sistemas de aproveitamento da energia solar e reaproveitamento de água sejam incluídos nos financiamentos imobiliários concedidos com recursos da União ou por ela administrados.	29/09/2015
PL 1198/2015	Altera a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, e a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005, para assegurar a adoção de sistemas de captação de energia solar e de redução do consumo de água nas moradias populares financiadas com recursos federais, e dá outras providências.	16/04/2015
PL 242/2011	Dispõe sobre a utilização de energia solar e reaproveitamento da água da chuva na construção de habitações populares.	08/02/2011

Fonte: baseado em Tavares (2015).

ANEXO A - Resposta do Detran - CE sobre pedido de informação da frota de veículos de Juazeiro do Norte por tipo e ano

Nome completo

CRISTIANO VIANA C.CASTELLÃO TAVARES

Forma de resposta

E-mail

Criado em

Em 29/11/2018 às 12:43

Você recebeu 1 de 1 resposta(s)



Resposta final enviada pelo comitê setorial SIC DETRAN

Em 21/12/2018 às 18:50 Resposta à solicitação

[Resposta enviada ao cidadão](#)

“

Prezado Cristiano Viana, Com os nossos cumprimentos, estamos enviando em anexo cópia da planilha com a frota de veículos por tipo em circulação no município de Juazeiro do Norte. Permanecemos ao dispor e gratos pela participação.

[DETRAN - Operador setorial SOU] LIANA OLIVEIRA MENA BARRETO

OBS.: A planilha só consta o tipo de veículo, não consta ano de fabricação.

ANEXO B - Fatores de emissão de CO₂ por queima de combustíveis



CB3E - Centro Brasileiro de
Eficiência Energética em Edificações
www.cb3e.ufsc.br
Fones: (48) 3721-5184 / 3721-5185



UFSC – Universidade Federal de
Santa Catarina
Dep. de Engenharia Civil
www.ecv.ufsc.br

A Tabela II.1 apresenta os fatores de emissão de dióxido de carbono para queima direta em kg.CO₂ por unidade de combustível (m³, kg ou L). A Tabela II.2 apresenta o poder calorífico inferior dos combustíveis. Os fatores de emissão de dióxido de carbono para queima direta em kg.CO₂ por kWh de energia térmica (Tabela 2) é obtido por meio da divisão dos valores da Tabela II.1 pelos valores da coluna 5 - Poder Calorífico Inferior (kWh/unidade) da Tabela II.2.

Tabela II.1: Fatores de emissão de CO₂ para queima direta - Brasil

Combustível	Fatores de Emissão de CO ₂ por Queima de Combustível	Unidade
Gás natural	2,067	kg.CO ₂ /m ³ _{gás}
Óleo diesel	2,632	kg.CO ₂ /L _{óleo}
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)*	2,932	kg.CO ₂ /kg _{GLP}
Madeira	1,917	kg.CO ₂ /kg _{madeira}
Gasolina	2,239	kg.CO ₂ /L _{gasolina}
Etanol	1,471	kg.CO ₂ /L _{etanol}

*O fator de emissão para consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é referente ao consumo de GLP em kg. O GLP em seu estado líquido possui densidade igual a 550 kg/m³. Algumas organizações podem obter o dado de consumo de GLP em m³, porém, relativo ao volume do GLP em seu estado gasoso, que possui densidade igual a 2,2 kg/m³. Ao converter os dados de consumo de GLP, deve-se atentar para essas conversões e para a característica do combustível (em estado líquido ou gasoso) que está sendo reportado.

Fonte: MCTI, 2010.

ANEXO C - Consumo de energia elétrica e número de consumidores no Ceará segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2018, ano base 2017) do Ministério de Minas e Energia

Tabela 4.11 Ceará - Consumo e número de consumidores

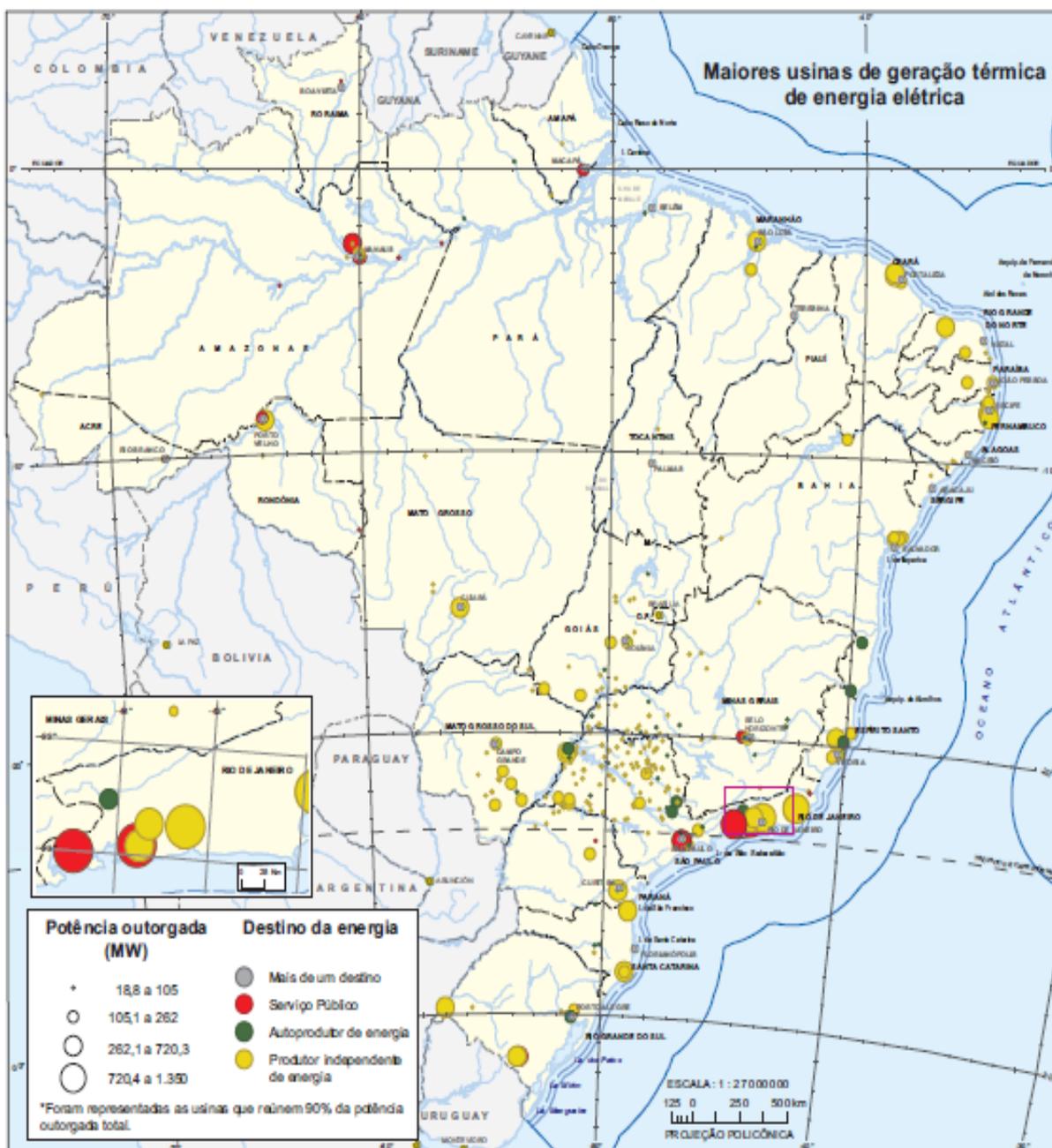
Ceará - Consumption and Number of consumers

	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\%$ (2017/2016)	Part. % (2017)	
Consumo (GWh)	10.809	11.357	11.326	11.914	11.424	-4,1	100,0	Consumption (GWh)
Residencial	3.751	4.021	3.933	4.129	4.075	-1,3	35,7	Residential
Industrial	2.498	2.456	2.407	2.698	2.383	-11,7	20,9	Industrial
Comercial	2.043	2.183	2.254	2.318	2.260	-2,5	19,8	Commercial
Rural	1.191	1.299	1.316	1.296	1.205	-7,1	10,5	Rural
Poder público	569	621	610	651	650	-0,2	5,7	Public Sector
Iluminação pública	444	458	475	497	526	5,8	4,6	Public lighting
Serviço público	289	295	306	301	301	0,1	2,6	Public service
Consumo próprio	24	23	24	24	25	2,9	0,2	Own use
Consumidores (unidades)	3.184.556	3.294.860	3.378.427	3.416.986	3.477.473	1,8	100,0	Consumers (units)
Residencial	2.516.776	2.590.354	2.610.573	2.630.687	2.693.590	2,4	77,5	Residential
Industrial	6.075	6.104	5.948	5.949	5.971	0,4	0,2	Industrial
Comercial	173.382	176.549	176.671	174.418	175.254	0,5	5,0	Commercial
Rural	447.988	476.276	538.147	558.013	554.899	-0,6	16,0	Rural
Poder público	28.573	33.554	33.995	34.249	33.487	-2,2	1,0	Public Sector
Iluminação pública	9.323	9.507	10.161	10.370	10.603	2,2	0,3	Public lighting
Serviço público	2.060	2.129	2.530	2.899	3.279	13,1	0,1	Public service
Consumo próprio	379	387	402	401	390	-2,7	0,0	Own use

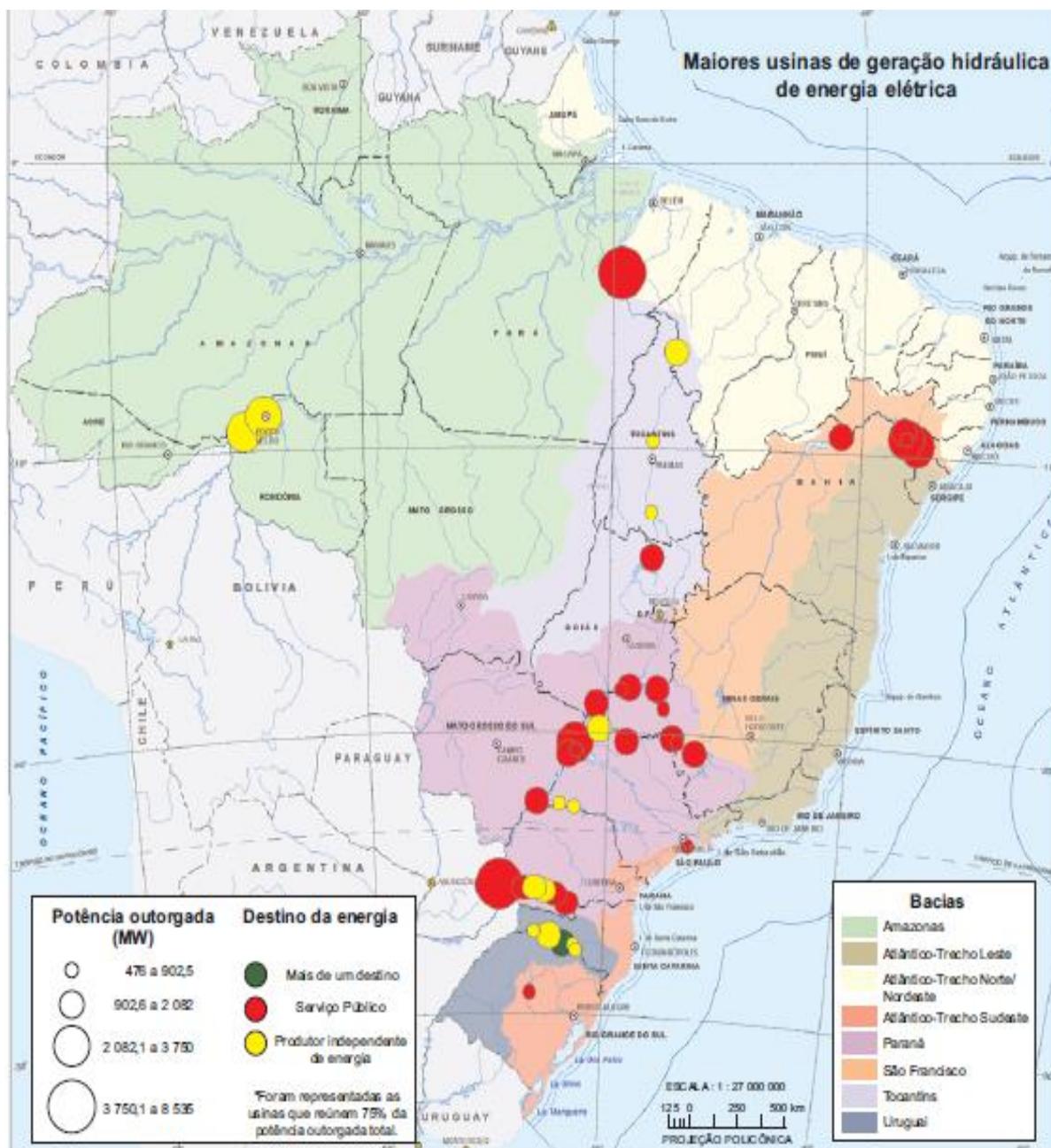
ANEXO D - Resposta do serviço de informações ao cidadão

Resposta	
Data da Resposta	28/01/2019 17:23
Classificação do Tipo de Resposta	
Resposta	<p>Prezado Senhor,</p> <p>Os registros da efetiva produção das usinas elétricas são de responsabilidade da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, que administra e faz a liquidação financeira dos contratos de fornecimento de energia elétrica, e/ou do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, que define o despacho (geração) das usinas em tempo real. Para a atividade de planejamento de médio e longo prazo, de responsabilidade institucional da EPE, tais informações não são essenciais, daí não mantermos registro e, portanto, competência para atendê-lo.</p> <p>Pelo exposto, sugerimos que sua solicitação seja endereçada às duas instituições citadas nesta correspondência.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p>Serviço de Informações ao Cidadão - SIC Empresa de Pesquisa Energética - EPE</p>
Anexos	Não existem anexos.
Solicitante	CRISTIANO VIANA CAVALCANTI CASTELLÃO TAVARES Ver Dados
Data de Abertura	24/01/2019 19:32
Orgão Superior	EPE – Empresa de Pesquisa Energética
Orgão Vinculado	
Prazo de Atendimento	18/02/2019
Situação	Respondido
Forma de recebimento da resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo da Solicitação	Quantitativo de geração de energia das termoeletricas do estado do Ceará em 2018, geração de energia especifica da U
Detalhamento da Solicitação	<p>Meu nome é Cristiano Viana C. C. Tavares, servidor da Universidade Federal do Cariri e doutorando da Universidade de Brasília, meu projeto de doutorado trata de energias renováveis e descarbonização da economia e necessito das seguintes informações: Quantitativo da geração de energia das termoeletricas do Estado do Ceará em 2018, quantitativo da geração de energia especifica da UTE Enguia Juazeiro do Norte em 2018 e percentual da geração elétrica consumida no Ceará proveniente das termoeletricas em relação ao total de energia elétrica consumida no Estado do Ceará.</p>

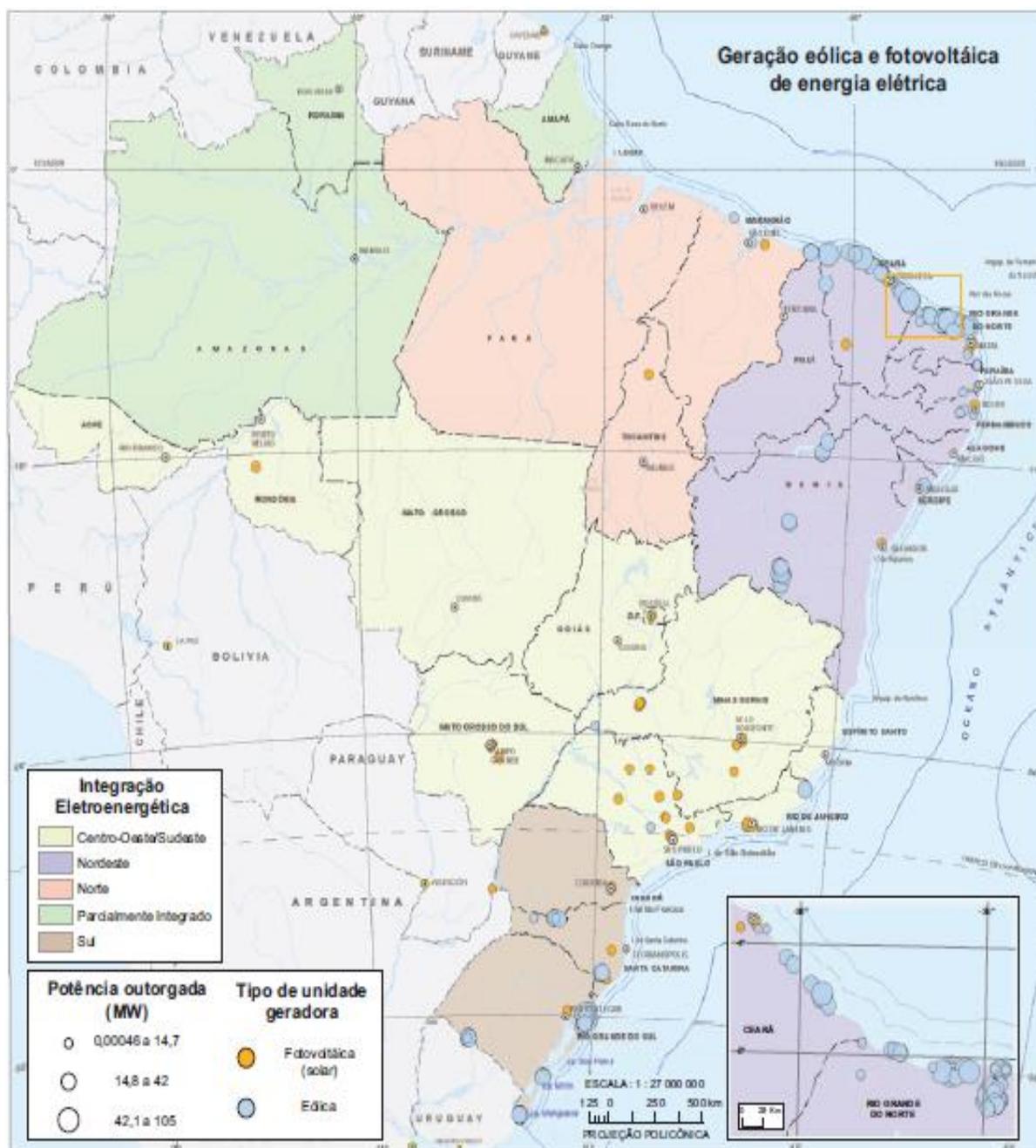
ANEXO E - Mapa das maiores usinas de geração térmica de energia elétrica do IBGE, ano 2018



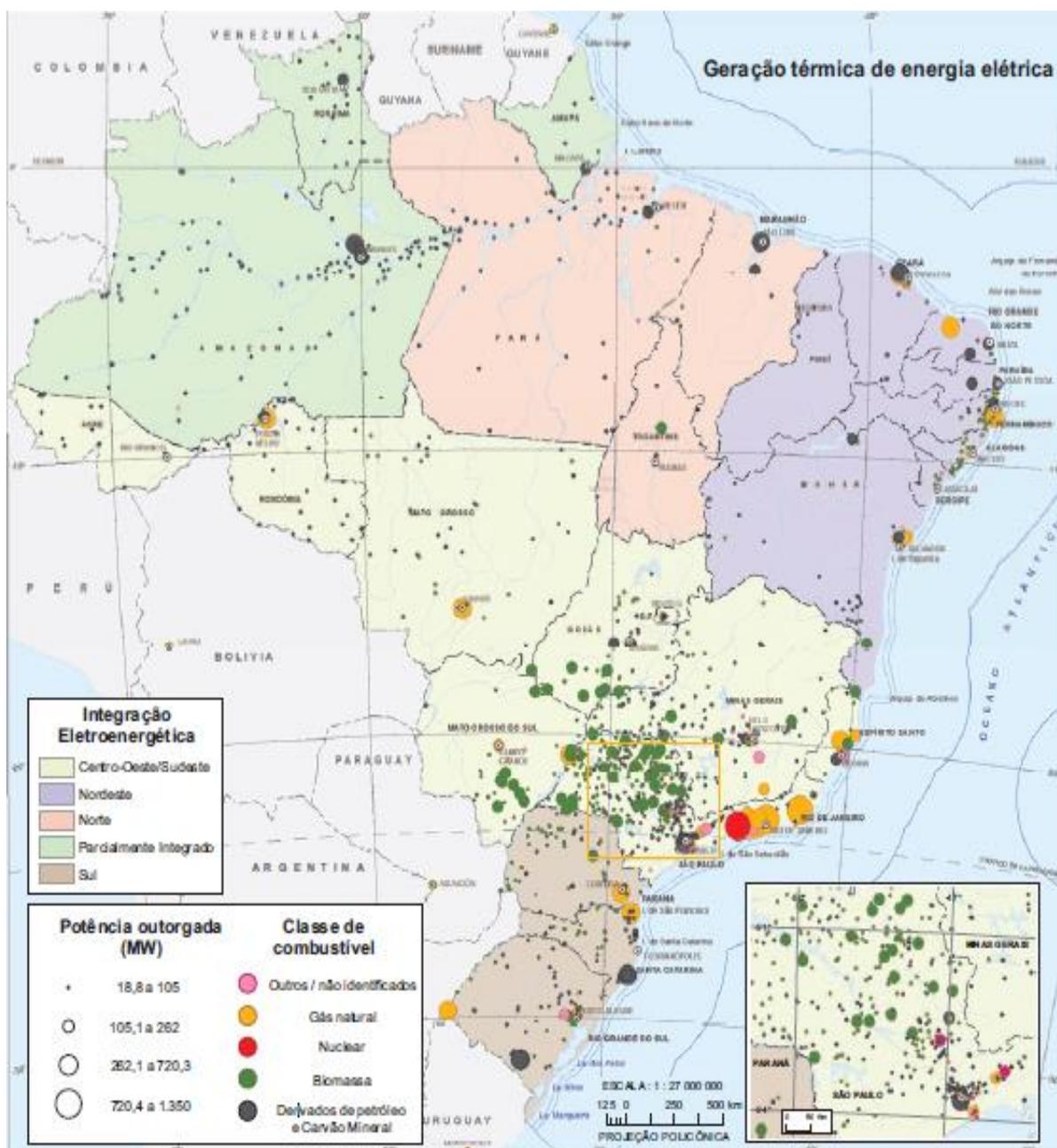
ANEXO F - Mapa das maiores usinas de geração hidráulica de energia elétrica do IBGE, ano 2018



ANEXO G - Mapa de geração eólica e fotovoltaica de energia elétrica do IBGE, ano 2018



ANEXO H - Mapa da geração térmica de energia elétrica do IBGE, ano 2018



ANEXO I - Resumos de projetos do relatório EBRD

Project focus: RENEWABLE ENERGY SECTOR DEVELOPMENT	Project focus: INTERMEDIATED LENDING FOR LOW-CARBON TRANSPORT
Sector: Renewable energy	Sector: Transport
Brief description of project:	Brief description of project:
<p>The project will help develop a 40.5 MW distributed renewable-energy system using solar photovoltaic and wind power with advanced battery storage technology and energy management systems to supply clean, reliable electricity to a geographically scattered local town in the western portion of the beneficiary country. The town relies on high-cost and highly carbon-intensive electricity imports from neighboring countries. The project will also showcase a 500 kW thermal shallow-ground heat-pump system, which will supply pollutant-free space heating in public buildings. This system could be scaled up in the future and, ultimately, help mitigate local air pollution in winter.</p>	<p>Intermediated loan to a financial intermediary specialised in leasing. The funds are intended for use by multiple end-beneficiaries, in line with the borrower's current business orientation and the growing demand for activities that qualify as climate action, in particular the leasing of cleaner public transport. A contractually defined "climate window" was negotiated in the form of a commitment to dedicate a minimum of 70 per cent of the loan amount to such activities.</p>
Classification (as in Annex C, Table A.C.1):	<p>The review of the initial pipeline and business plan has indicated that the borrower will finance zero-carbon or low-carbon transport modes, including municipal bike-sharing schemes, electric or hydrogen public buses, electric passenger cars and vans for commercial use, as well as investments in railway infrastructure that support a modal shift away from road transport.</p>
(1) Category – (2) Sub-Category – and (3) Eligible activity:	Classification (as in Annex C, Table A.C.1):
<p>(1) 1. Renewable energy</p> <p>(2) 1.1. Electricity generation 1.2. Heat production or other renewable energy application 1.3. Measures to facilitate integration of renewable energy into grids</p> <p>(3) Wind power; solar power; thermal applications of geothermal power in all sectors; and storage systems (battery, mechanical, pumped storage) that facilitate the integration of renewables or increase the production of renewable energy</p>	(1) Category – (2) Sub-Category – and (3) Eligible activity:
Type of financial instrument:	(1) 7. Transport
The MDB provided an investment loan. The project will also be supported by a grant from MDB-administered funding.	(2) 7.1. Urban transport modal change
Calculation of mitigation finance, including basis (for example, eligible components):	(3) Urban mass transit, non-motorised transport (bicycles and pedestrian mobility)
<p>The full amount of the loan (US\$ 4 million) and grants (US\$ 20.6 million) provided to this project was reported as mitigation finance. All of the project components were classified as "renewable energy", based on the MDB's list of activities eligible for classification as climate mitigation finance.</p>	and
Type of mitigation finance (own resources, co-finance):	(1) 7. Transport
Investment loan (MDB resource)	(2) 7.3. Inter-urban transport
Grant (MDB-administered or managed)	(3) Railway transport ensuring a modal shift of freight and/or passenger transport from road to rail (improvement of existing lines or construction of new lines)
	Type of financial instrument:
	Line of credit
	Calculation of mitigation finance, including basis (for example, eligible components):
	<p>The MDB will provide a €180 million line of credit to the financial intermediary to fund loans to eligible beneficiaries. The finance contract with the borrower includes a contractual undertaking to allocate a minimum of 70 per cent of the overall line of credit to investments eligible for classification as "climate action", as defined in the climate action eligibility list annexed to the side letter to the contract. The eligible categories depend on the pipeline review and business plan of the borrower as described above. Of the €126 million climate window, 100 per cent is counted as climate mitigation.</p>
	Type of mitigation finance (own resources, co-finance):
	MDB's own resources
	Specific features:
	<p>The case study is part of a wider initiative to create climate windows within the MDB's intermediated loans in a more systematic way, in order to increase the volume of intermediated lending that can be classified as "climate action".</p>

ANEXO J - Lei Complementar nº 170, de 28/12/16

ALTERA A LEI COMPLEMENTAR N.º 81, DE 2 DE SETEMBRO DE 2009.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ.

Faço saber que a Assembleia Legislativa decretou e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º O Fundo de Incentivo à Energia Solar - FIES, criado pela Lei Complementar nº. 81, de 2 de setembro de 2009, passa a se denominar Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, tendo por objetivo o incentivo ao desenvolvimento e financiamento da Eficiência Energética e da Micro e Minigeração Distribuída de energia elétrica como estímulo à geração de energia, com base nas fontes renováveis, bem como no apoio a modernização das instalações elétricas do Governo do Estado do Ceará, com foco na eficiência do uso de energia.

Art. 2º Constituem receitas do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE:

- I** - dotações orçamentárias consignadas no orçamento fiscal do Estado;
- II** - recursos de encargos específicos cobrados das empresas beneficiárias do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará - FDI;
- III** - recursos obtidos da economia promovida pelas ações técnicas de Eficiência Energética e/ou implantação da Micro e Minigeração Distribuída de energia elétrica, no percentual de 20% (vinte por cento) do valor economizado da conta de energia elétrica;
- IV** - recursos decorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos e entidades da Administração Pública Federal ou Municipal;
- V** - convênios, contratos e doações realizadas por entidades nacionais ou internacionais, públicas ou privadas;
- VI** - doações, auxílios, subvenções e legados, de qualquer natureza, de pessoas físicas e jurídicas do País ou do exterior;
- VII** - retorno de operações de crédito, encargos e amortizações, concedidas com recursos do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE;
- VIII** - rendimentos de aplicação financeira dos seus recursos;
- IX** - outras receitas que vierem a ser destinadas ao Fundo.

Parágrafo único. O cálculo do valor previsto no inciso III será apurado conforme Decreto do Poder Executivo.

Art. 3º O Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, será gerido financeiramente pela Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará - SEINFRA, segundo programação e diretrizes estabelecidas pelo Conselho Gestor do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, do Estado do Ceará.

Art. 4º Fica criado o Conselho Gestor do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, presidido pelo Secretário de Infraestrutura do Estado do Ceará, sendo composto por:

I - 1 (um) representante da Secretaria do Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará - SDE;

II - 1 (um) representante da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará - SEFAZ;

III - 1 (um) representante da Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado do Ceará - SEPLAG;

IV - 1 (um) representante da Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC;

V - 3 (três) representantes de entidades da sociedade civil, a serem eleitos em fórum específico para tal;

VI - 1 (um) representante do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará - CREA-CE;

VII - 1 (um) representante das Universidades Públicas Estaduais e Federais no âmbito do Estado do Ceará.

Parágrafo único. O Conselho Gestor do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, terá as seguintes finalidades:

I - definir as diretrizes de aplicação dos seus recursos financeiros;

II - definir as políticas de Eficiência Energética do Estado do Ceará;

III - definir as políticas de incentivo à Micro e Minigeração de energia elétrica do Estado do Ceará;

IV - coordenar e estabelecer, em articulação com os órgãos responsáveis pela execução dos projetos, a programação a ser financiada com recursos provenientes do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE;

V - definir os critérios e cronograma para a apresentação de projetos de eficiência energética junto ao Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE;

VI - analisar e escolher os projetos que receberão os recursos do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE.

Art. 5º Fica o Chefe do Poder Executivo autorizado a abrir crédito adicional especial ao orçamento de 2016, na importância de R\$10.000.000,00 (dez milhões de reais), para destinar ao Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE.

Art. 6º O Conselho Gestor do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, do Estado do Ceará deverá apresentar, semestralmente, relatório à Câmara Setorial das Energias Renováveis.

Art. 7º O Conselho Gestor do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, do Estado do Ceará deverá encaminhar relatório semestral à Assembleia Legislativa do Estado do Ceará sobre todas as atividades e programas desenvolvidos pelo Fundo de Incentivo à Eficiência Energética.

Art. 8º Esta Lei Complementar entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 9º Revogam-se as disposições em contrário, especialmente os arts. 2º, 3º, 4º e 5º da Lei Complementar de nº. 81, de 2 de setembro de 2009.

PALÁCIO DA ABOLIÇÃO, DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, em Fortaleza, 28 de dezembro de 2016.

Camilo Sobreira de Santana

GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

Iniciativa: **PODER EXECUTIVO**

ANEXO K - Resposta da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará sobre pedido de informação a respeito do marco regulatório que trata de energia

Você recebeu 1 de 1 resposta(s)



Resposta final enviada pelo comitê setorial SIC SEINFRA

Em 19/12/2018 às 17:57 Resposta à solicitação

[Resposta enviada ao cidadão](#)

//

Prezado Cristiano, cumprimentando-o cordialmente, em resposta à sua solicitação de informação, a Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará informa que os marcos regulatórios que tratam de energias renováveis, âmbito do Estado do Ceará, estão discriminados abaixo:

1. O FUNDO DE INCENTIVO À ENERGIA SOLAR - FIES

O Fundo de Incentivo à Energia Solar – FIES, criado pela Lei Complementar nº 81, de 2 de setembro de 2009, e regulamentado pelo Decreto Nº 29.993, de 09 de dezembro de 2009, com o objetivo de incentivar a instalação e manutenção das usinas destinadas à produção de energia solar, assim como fabricantes de equipamentos solares no território cearense, vinculado ao Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará – CEDE

2. O FUNDO DE INCENTIVO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - FIEE

O FIES passou a se denominar Fundo de Incentivo à Eficiência Energética - FIEE, alterado pela Lei Complementar Nº 170, de 28 de Dezembro de 2016, tendo por objetivo o incentivo ao desenvolvimento e financiamento da Eficiência Energética e da Micro e Minigeração Distribuída de energia elétrica como estímulo à geração de energia, com base nas fontes renováveis, bem como no apoio a modernização das instalações elétricas do Governo do Estado do Ceará, com foco na eficiência do uso de energia, vinculado a Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará – SEINFRA.