



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

LUIZ WALTER HOLANDA CRUZ

ANÁLISE HISTÓRICA DA EXPANSÃO DAS CONEXÕES DE GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA:
DISTRIBUIÇÃO POR BAIRROS DA CAPITAL E MUNICÍPIOS

FORTALEZA
2022

LUIZ WALTER HOLANDA CRUZ

ANÁLISE HISTÓRICA DA EXPANSÃO DAS CONEXÕES DE GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA:
DISTRIBUIÇÃO POR BAIRROS DA CAPITAL E MUNICÍPIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de
Carvalho

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C962a Cruz, Luiz Walter Holanda.

Análise histórica da expansão das conexões de geração distribuída na Região Metropolitana de Fortaleza : distribuição por bairros da capital e municípios / Luiz Walter Holanda Cruz. – 2022.
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho.

Coorientação: Profa. Ma. Leonarda Feitosa Cajuaz Castro.

1. Fortaleza. 2. Região Metropolitana de Fortaleza. 3. Geração distribuída. 4. Energia solar fotovoltaica. I. Título.

CDD 621.3

LUIZ WALTER HOLANDA CRUZ

ANÁLISE HISTÓRICA DA EXPANSÃO DAS CONEXÕES DE GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA:
DISTRIBUIÇÃO POR BAIRROS DA CAPITAL E MUNICÍPIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Aprovada em: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. MSc Leonarda Feitosa Cajuaz Castro (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria do Carmo e ao meu pai Francisco Cruz, que me deram os fundamentos necessários para a construção do meu caráter e para a conquista dos meus objetivos.

À toda minha família por ter me dado a força para seguir em frente, em especial à minha avó Maria Aracy, que sempre me apoiou incondicionalmente.

Aos meus amigos e irmãos não consanguíneos Filipe, Anderson, Livia e Jadilo por estarem sempre ao meu lado nos momentos de dificuldade e de alegria.

Aos meus amigos do grupo Sukita Breno BF, Jhony Rutherford, Taamyris, Kelly Mineiroc, Dr. Pingas Hand, Nicholson, Yuri (*in memorium*) e Italo Xablau pelas inúmeras horas de descontração no campus do Pici e pela amizade que carregarei sempre comigo.

Aos meus amigos e artistas do Condado Otania, Rachel, Duillys, Stelamaris, Italo Freire e, em especial, ao amigo Cleomon que me ajudou incontáveis vezes ao longo do curso.

Aos amigos e companheiros de curso Eduardo Ciarlini, que me acompanha desde o início dessa jornada e Diego Arimatéia, com quem enfrentei diversos desafios na graduação.

Aos Biscoitos Cringe Indira, Julianas, Vitors, Dalton, Tiago e Caio pelos julgamentos sempre pertinentes e precisos.

Ao meu mestre de Taekwon-do Sabum nim Joselino Júnior pela sua amizade e pelas lições que me acompanharão por toda a vida.

Aos colegas da Enel Iranildo Júnior, Júlio César, Vinícius Maciel e Vinícius Patrício pelos ensinamentos e vivências que a cada dia incrementam a minha formação profissional.

Aos professores Paulo Carvalho e Leonarda que tanto me apoiaram na escolha e desenvolvimento do tema desse trabalho.

Ao professor Raphael pelo seu apoio e pela sua gestão diferenciada e acessível como coordenador do curso de Engenharia Elétrica.

À secretária do curso Adely Ribeiro pela sua disponibilidade e total apoio para me ajudar com as múltiplas dificuldades nos trâmites da graduação.

“Esteja disposto a ir onde as condições possam ser duras e fazer coisas que valem a pena serem feitas embora sejam difíceis.” (Gal. Choi Hong Hi)

“The trick is to keep breathing.” (Garbage)

RESUMO

Neste trabalho é feito o levantamento quantitativo de novos clientes de Geração Distribuída (GD) na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) com o objetivo de verificar a variação do fluxo de novos pontos de conexão e avaliar seu crescimento entre os anos de 2012 e maio de 2021. A análise é feita com dois focos: em Fortaleza e na região composta pelas outras cidades da área delimitada, denominada Zona dos Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (ZOMRMF). É realizado o detalhamento da entrada de novos clientes de GD em um âmbito sub-regional (bairros ou municípios) para que sejam identificadas as regiões com maior crescimento, no qual se destacou o bairro Cidade dos Funcionários com 186 pontos de conexão e, na ZOMRMF, o município Eusébio, com 944 conexões até maio de 2021. São identificadas as proporções entre as modalidades adotadas pelos clientes ao longo dos anos, sendo observada a predominância da categoria Geração na Própria Unidade Consumidora, seguida da categoria Autoconsumo Remoto, que aparece em menor escala na RMF. É percebida a ausência da modalidade Empreendimento de Múltiplas Unidades Consumidoras e a baixa utilização da Geração Compartilhada. São contemplados no estudo os tipos de geração adotados pelos clientes de GD e o tipo de projeto, sendo observada em Fortaleza uma grande inclinação para a microgeração e na ZOMRMF uma distribuição mais equilibrada entre a potência instalada em minigeração e microgeração. Também é apresentada a cronologia dos eventos normativos e socioeconômicos transcorridos no período em estudo que possam ter influenciado o fluxo de novos pontos de conexão GD na região, se destacando o Projeto de Lei nº 5829 e a Implementação das Bandeiras Tarifárias.

Palavras-chave: Fortaleza. Região Metropolitana de Fortaleza. Geração Distribuída. Energia Solar Fotovoltaica.

ABSTRACT

This paper carries out a quantitative survey of the new Distributed Generation connection points in the Metropolitan Region of Fortaleza (RMF). This study was made in order to verify the flow of new Distributed Generation connection points and evaluate its growth along the years of 2012 and 2021. The survey is split into two territories: The city of Fortaleza (with its neighborhoods) and the Zone of The Other Municipalities from the Metropolitan Region of Fortaleza. The entry of new Distributed Generation customers is displayed at a sub-regional level (neighborhoods and municipalities) having as a goal the identification of the regions with higher growth and the ones with the greatest potential for the entry of new Distributed Generation connection points. The identification of the proportion rates between the modalities adopted by customers over the years follows through as a mean to observe the variation of these values. It is also done to verify the growth trend and to point out the expansion capacity of the less utilized modalities. Lastly, a timeline with normative, social and economic events that may have affected the flow of new Distributed Generation connection points in Fortaleza and its metropolitan region during the showcased period is presented. These events are then linked with the analyzed data as basis to justify the pattern of the flow of new Distributed Generation customers.

Keywords: Fortaleza. Distributed Generation. Photovoltaic Solar Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fontes Eólica <i>Onshore</i> e Solar FV no Mundo: Potência Acumulada Instalada <i>On-grid</i>	17
Figura 2- Fonte Solar FV no Brasil: Evolução da GD e da GC (MW)	20
Figura 3- Ranking Estadual GD: Potência Instalada	21
Figura 4- Ranking Municipal GD: Potência Instalada	22
Figura 5- Cronologia dos Eventos com Potencial de Impacto na GD da RMF	28
Figura 6- 15 Bairros com Maior Número de Habitantes em Fortaleza	33
Figura 7- Fortaleza e suas Regionais	33
Figura 8- Regionais de Fortaleza: SER I, SER II, SER III e SERCEFOR	34
Figura 9- Regionais Fortaleza: SER IV e SER V	35
Figura 10- Regionais de Fortaleza: SER VI	36
Figura 11- Novos Pontos de Conexão de GD em Fortaleza	37
Figura 12- Novos Pontos de Conexão de GD em Fortaleza – Valor Acumulado	37
Figura 13- Fortaleza: 10 Bairros com Maior Número de Conexões de GD e suas Regionais ..	41
Figura 14- 10 Bairros com Mais Pontos de Conexão: Percentual de Pontos em Relação a Fortaleza	42
Figura 15- Comparação Entre os 10 Bairros com Mais Pontos de Conexão e os Demais Bairros de Fortaleza Entre 2018 e maio de 2021	43
Figura 16- Percentual de Pontos de Conexão do Top 10 em Relação a Fortaleza Entre 2018 e maio de 2021	43
Figura 17- 10 Bairros com Maior Número de Novos Pontos de Conexão de GD em 2021	44
Figura 18- 10 Bairros com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão entre os anos de 2020 e 2021	45
Figura 19- 10 Bairros com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão entre os anos de 2020 e 2021 – Crescimento Percentual	46
Figura 20- Fortaleza: Modalidades de GD	47
Figura 21- Fortaleza: Modalidades de GD Entre os 10 Bairros com Mais Pontos de GD	48
Figura 22- Fortaleza: Panorama do Tipo de Geração	49
Figura 23- Fortaleza: Panorama da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração	50
Figura 24- Região Considerada para o Estudo - ZOMRMF	51
Figura 25- ZOMRMF: Panorama dos 10 Municípios com Maior População	52
Figura 26- ZOMRMF: Novos Pontos de Conexão de GD	52

Figura 27- ZOMRMF: Novos Pontos de Conexão de GD – Valor Acumulado	53
Figura 28- 10 Municípios com Mais Pontos de Conexão: Percentual de Pontos em Relação a ZOMRMF.....	55
Figura 29- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão Entre os Anos de 2020 e 2021	56
Figura 30- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão Entre 2020 e 2021 – Crescimento Percentual.....	57
Figura 31- ZOMRMF: Modalidades de GD.....	58
Figura 32- ZOMRMF: Modalidades de GD Entre os Municípios com Mais Pontos de conexão em GD	59
Figura 33- ZOMRMF: Panorama do Tipo de Geração	61
Figura 34- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Potência Instalada (kW) – Tipo de Geração	62
Figura 35- ZOMRMF: Panorama da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração.....	63
Figura 36- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Potência de GD Instalada (kW) – Microgeração e Minigeração	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- 10 Maiores Capacidades (GW) FV Instaladas <i>On-grid</i> entre 2017 e 2020.....	18
Tabela 2- Tipos de Fontes em GD – Panorama Brasileiro até maio de 2021.....	19
Tabela 3- Pontos de Conexão de GD por Bairros de Fortaleza.....	38
Tabela 4- ZOMRMF: Pontos de Conexão de GD por Município	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CER	Comunidades Energéticas Renováveis
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CNPJ	Cadastro de Pessoa Jurídica
CPF	Cadastro de Pessoa Física
EMUC	Empreendimento de Múltiplas Unidades Consumidoras
EO	Eólica <i>Onshore</i>
EOL	Central Geradora Eólica
FIEE	Fundo de Incentivo à Eficiência Energética
FIES	Fundo de Incentivo à Energia Solar
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FV	Fotovoltaica
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
GDFV	Geração Distribuída Solar Fotovoltaica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
OMRMF	Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza
PL	Projeto de Lei
PMUC	Prédio de Múltiplas Unidades Consumidoras
ProGD	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RN	Resolução Normativa
SER I	Regional I
SER II	Regional II
SER III	Regional III
SER IV	Regional IV

SER V	Regional V
SER VI	Regional VI
SERCEFOP	Regional Centro
SIN	Sistema Interligado Nacional
UC	Unidade Consumidora
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFV	Central Geradora Fotovoltaica
UTC	Central Geradora Termoelétrica
ZOMRMF	Zona dos Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	No Mundo	17
1.2	No Brasil.....	19
1.3	No Ceará	22
1.4	Justificativa.....	23
1.5	Objetivos	23
<i>1.5.1</i>	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>23</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>24</i>
1.6	Estrutura do Trabalho.....	24
2	ESTADO DA ARTE	25
3	CRONOLOGIA DOS EVENTOS NORMATIVOS E LEGISLATIVOS	28
3.1	Resoluções Normativas	28
<i>3.1.1</i>	<i>RN N° 482/2012 e RN N° 517/2012</i>	<i>28</i>
<i>3.1.2</i>	<i>RN N° 687/2015</i>	<i>29</i>
<i>3.1.3</i>	<i>RN N° 786/2017.....</i>	<i>30</i>
3.2	Leis, Incentivos e Mudanças Tarifárias	30
<i>3.2.1</i>	<i>Lei Nª 15.892/205 e Decreto 31.853/2015.....</i>	<i>30</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Bandeiras Tarifárias</i>	<i>30</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Lei Complementar Nª 170/16.....</i>	<i>31</i>
<i>3.2.4</i>	<i>FNE Sol (2016).....</i>	<i>31</i>
<i>3.2.5</i>	<i>Projeto de Lei Nª 5829/2019 e Lei N° 14.300/2022</i>	<i>31</i>
4	LEVANTAMENTO DE DADOS E ANÁLISE HISTÓRICA	32
4.1	Fortaleza.....	32
<i>4.1.1</i>	<i>Análise do Crescimento do Número de Pontos de Conexão GD.....</i>	<i>36</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Análise das Modalidades Adotadas</i>	<i>46</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Análise do Tipo de Geração</i>	<i>49</i>
<i>4.1.4</i>	<i>Análise da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração</i>	<i>50</i>
4.2	Zona dos Outros Municípios da RMF.....	51
<i>4.2.1</i>	<i>Análise do Crescimento do Número de Pontos de Conexão GD.....</i>	<i>52</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Análise das Modalidades Adotadas</i>	<i>57</i>
<i>4.2.3</i>	<i>Análise do Tipo de Geração</i>	<i>60</i>
<i>4.2.4</i>	<i>Análise da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração</i>	<i>62</i>

5	CONCLUSÃO	65
	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	68
	REFERÊNCIAS	69

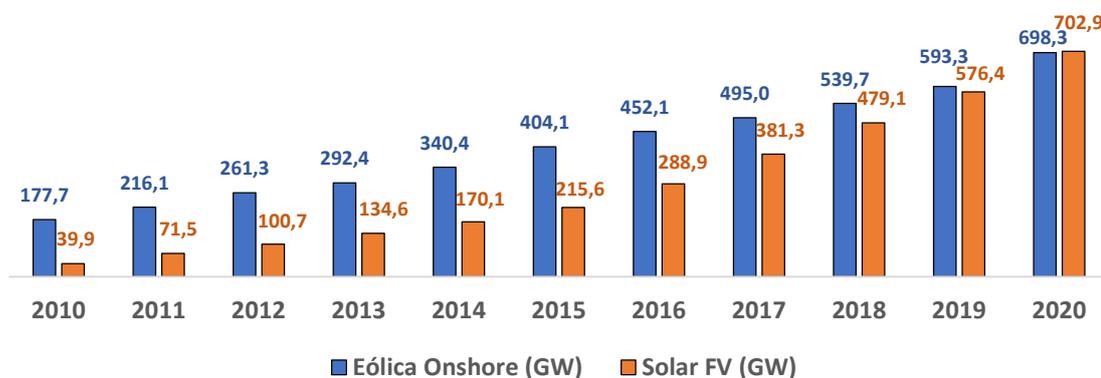
1 INTRODUÇÃO

Geração distribuída (GD) é uma forma descentralizada de produção de energia elétrica (INSOL, 2021). Neste modelo, um consumidor pode gerar sua própria energia, se tornando um prosumidor, ou seja: além de consumir energia da rede, o usuário também participa na geração (CBIE, 2019). A GD é caracterizada pela geração junto ou próximo à carga, porém aplicável entre conjuntos gerador-consumidor situados dentro de uma mesma área de concessão (INSOL, 2021). É majoritariamente associada a fontes renováveis de energia, dentre as quais a geração fotovoltaica (FV) se destaca como líder no mercado.

1.1 No Mundo

O uso de fontes renováveis intermitentes de energia teve uma taxa de crescimento acelerada nos últimos anos. De acordo com os dados da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA) apresentados na Figura 1, entre 2010 e 2020 a capacidade instalada da fonte eólica *onshore* (EO) no globo cresceu em uma taxa de aproximadamente 292%, chegando a 698,3 GW instalados em 2020. Já a capacidade solar FV conectada *on-grid* teve um crescimento ainda mais acentuado que a fonte EO, com um aumento aproximado de 1660% em relação a 2010, alcançando 702,9 GW instalados em 2020 (IRENA, 2021).

Figura 1- Fontes Eólica *Onshore* e Solar FV no Mundo: Potência Acumulada Instalada *On-grid*



Fonte: IRENA (2021) – Adaptado.

Apesar da tendência de crescimento do setor, a China, maior mercado de energia solar FV no mundo, apresentou consecutivas quedas em sua capacidade FV instalada, conforme

mostrado na Tabela 1. No ano de 2019 foi instalada uma potência 33,1% menor que no ano de 2018 e 44,24% menor que no ano de 2017. Essa queda se deu principalmente pela repentina mudança nos incentivos às conexões FV na China, realizada com o objetivo de reduzir os custos e contornar os desafios de integração da rede, alcançando assim uma expansão FV mais sustentável. No ano de 2020, entretanto, a China instalou 49,25 GW de potência FV, um valor 66,6% superior ao do ano de 2019, retornando à sua tendência de crescimento. A União Europeia (com destaque para a Alemanha e a Holanda) e os Estados Unidos também foram expressivos no crescimento do potencial FV nos últimos anos, apresentando um crescimento anual uniforme. O Vietnã aparece como destaque após seu crescimento de 0,1 GW em 2018 para 4,79 GW FV no ano de 2019 e para 11,61 GW em 2020, posicionando o país como 3º maior mercado solar FV neste ano (IRENA, 2021). Já na América Latina, o Brasil lidera a expansão de capacidade FV, tendo instalado 2,17 GW no ano de 2019 e 3,27 GW em 2020, apresentando uma taxa de crescimento constante (IRENA, 2021).

Tabela 1- 10 Maiores Capacidades (GW) FV Instaladas *On-grid* entre 2017 e 2020

País	2017	2018	2019	2020
China	53,00	44,21	29,55	49,25
Estados Unidos	8,40	10,07	7,50	14,89
Vietnã	0,00	0,10	4,79	11,61
Japão	5,79	11,27	6,03	5,47
Alemanha	1,61	2,87	3,89	4,74
Austrália	0,67	1,27	4,63	4,38
Índia	8,04	8,97	7,70	4,12
Coréia do Sul	1,33	1,29	3,38	4,07
Brasil	1,08	1,23	2,18	3,27
Holanda	0,78	1,70	2,57	3,04

Fonte: IRENA, 2021 – Adaptado.

Na União Europeia há o incentivo do uso de fontes renováveis de energia, constatado pela inclusão à sua legislação do conceito de Comunidades Energéticas Renováveis (CER) no ano de 2019 por meio do *Clean energy for all Europeans package* (EUROPEAN COMMISSION, 2021). As CER são definidas pela união e participação voluntária de membros em projetos de energia renovável localizados em suas proximidades, com um objetivo direcionado aos benefícios ambientais, econômicos e sociais (DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA, 2019).

O mercado de energias renováveis foi afetado em 2020 pelo advento da pandemia de Covid-19. A crise mundial resultou no atraso de obras influenciado pelo distanciamento social

e regimes de *lockdown*, em interrupções na cadeia de fornecimento de materiais e na insegurança econômica generalizada. Mesmo com esse cenário, alguns países apresentaram um aumento da capacidade instalada no ano de 2020 em relação ao ano anterior. A tendência é que a aceleração do aumento da capacidade instalada das fontes EO e solar FV tenha continuidade à médio prazo, dependendo da recuperação econômica e das políticas adotadas pelos governos (IEA, 2020).

1.2 No Brasil

O Brasil é um país que apresenta um grande potencial para a exploração das fontes solar FV e eólica, possuindo condições climáticas favoráveis e uma vasta área para implantação de novas usinas geradoras. A percepção desse potencial aliada ao suporte normativo e ao surgimento de incentivos governamentais proporcionaram um aumento na busca por empreendimentos de GD ao longo dos anos.

Ao final de maio de 2021 existiam 540.951 pontos de conexão de GD conectados à malha elétrica brasileira (ANEEL, 2021). 99,9% dessas unidades fazem uso de Central Geradora Fotovoltaica (UFV), conforme mostrado na Tabela 2. Aproximadamente 97,22% da potência instalada em minigeração e microgeração distribuída é proveniente da fonte solar FV. Já os 2,78% restantes se referem à potência conectada de Centrais Geradoras Eólicas (EOL), Centrais Geradoras Termoelétricas (UTE) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH). Esses dados nos mostram a absoluta liderança das UFV no segmento de GD brasileiro, conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2- Tipos de Fontes em GD – Panorama Brasileiro até maio de 2021

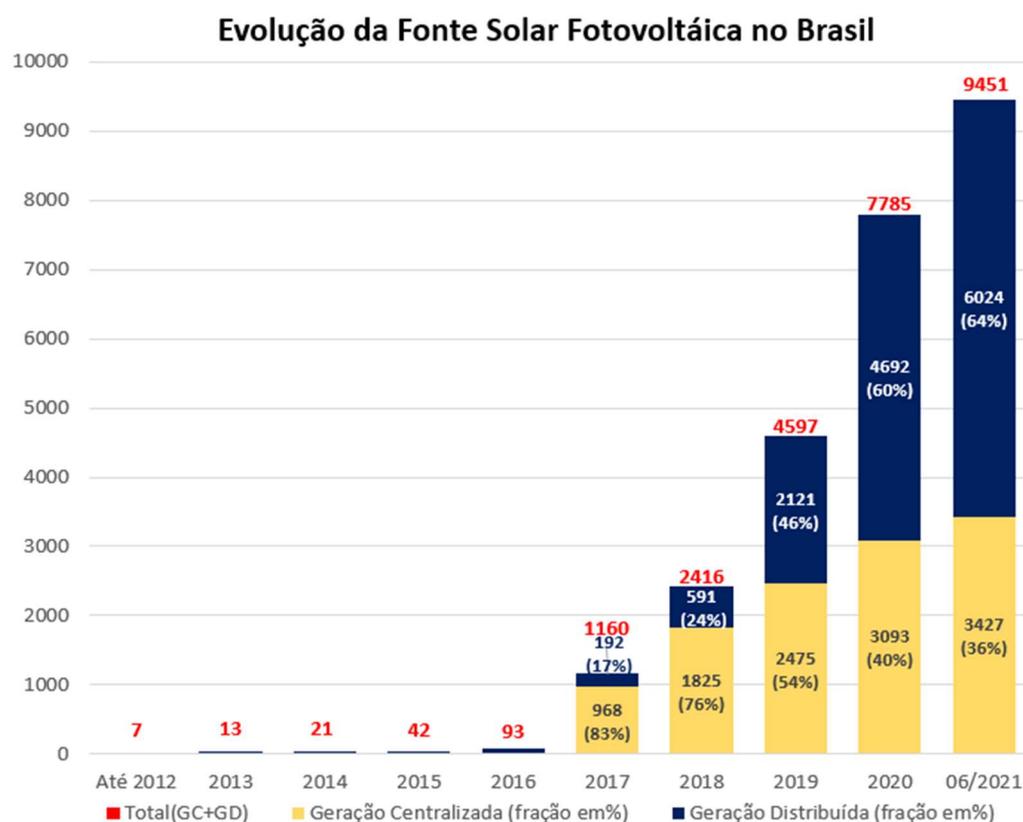
Tipo	Pontos de Conexão GD	UCs com Créditos	Potência Instalada (kW)
CGH	66	14.193	60.225
EOL	69	132	14.930
UFV	540.492	680.740	6.241.121
UTE	324	6.097	103.448
Total	540.951	701.162	6.419.724

Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Desde 2012, a modalidade solar FV instalou cerca de 6,2 gigawatts (GW) de potência operacional no Brasil. Este processo foi responsável por movimentar de mais de R\$ 29 bilhões em novos investimentos no País e por gerar mais de 174 mil empregos no período, entre as cinco regiões (ABSOLAR, 2021). Nota-se que dentre os mais de 84,1 milhões de consumidores

cativos brasileiros, menos de 110 mil possuíam GD no ano de 2019, representando um percentual aproximado de 0,1 (ABSOLAR, 2019). Na Figura 2, observa-se que a partir de 2020 a potência FV instalada em GD ultrapassou o percentual instalado em Geração Centralizada (GC) no País, sendo esta diferença de 20% em 2020 e de 28% em 2021. Isso mostra o avanço da GD nos últimos anos e seu crescente potencial de disseminação no mercado brasileiro.

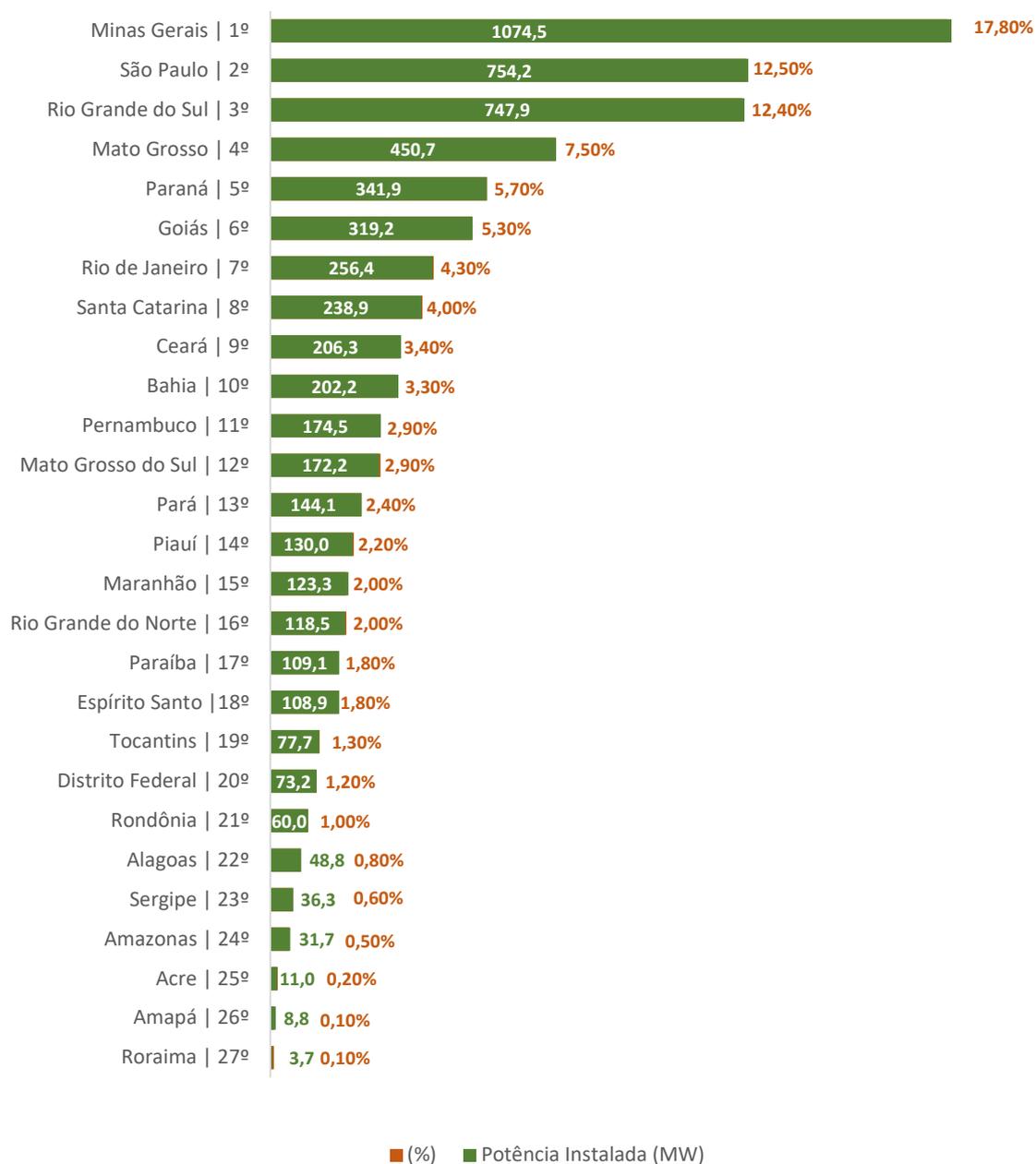
Figura 2- Fonte Solar FV no Brasil: Evolução da GD e da GC (MW)



Fonte: ABSOLAR, 2021 – Adaptado.

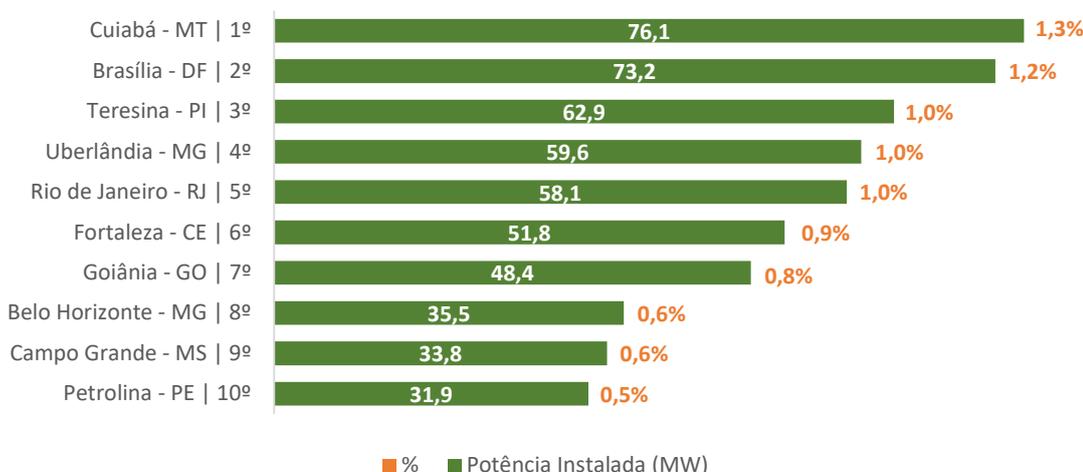
Na Figura 3 temos o ranking estadual brasileiro por potência GD FV instalada, no qual o estado de Minas Gerais lidera com 1.074,5 MW instalados (17,8% da carga nacional) seguido de São Paulo (12,5%) e Rio Grande do Sul (12,4%). Já na Figura 4, temos o ranking municipal que destaca Cuiabá-MT, Brasília-DF e Teresina-PI como as 3 maiores potências FV instaladas, com 76,1 MW, 73,2 MW e 62,9 MW respectivamente.

Figura 3- Ranking Estadual GD: Potência Instalada



Fonte: ABSOLAR, 2021 – Adaptado.

Figura 4- Ranking Municipal GD: Potência Instalada



Fonte: ABSOLAR, 2021 – Adaptado.

A crescente demanda de novas conexões de GD tem instigado constantes adaptações normativas para viabilizar sua expansão e, ao mesmo tempo, incentivar o ingresso de novos usuários. Desde a consolidação da GD no Brasil por meio da RN nº 482/2012, foram estabelecidos diversos conceitos e regras que introduziram novos elementos no cenário nacional. Dentre estes, destaca-se a divisão da GD de acordo com a potência instalada, sendo denominada microgeração para uma potência de até 75 kW e minigeração para uma faixa superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW (ANEEL, 2017). Fica evidente também a criação de múltiplas modalidades de geração e consumo, que facilitaram a adesão de novos clientes de GD (ANEEL, 2015).

O País enfrenta as consequências desencadeadas pela pandemia de Covid-19, que abala o cenário socioeconômico mundial desde o final de 2019. Os impactos também se fazem presentes no setor FV brasileiro. Constam relatos de reduções entre 60% e 90% no volume de pedidos e faturamento em março de 2020, mês no qual se deu início às políticas de isolamento social no Brasil (ABSOLAR, 2020).

1.3 No Ceará

O estado possui mais de 13.600 conexões GD operacionais, espalhadas por 181 cidades, representando 98,4% dos 184 municípios da região e se posicionando em 9º lugar no ranking estadual brasileiro até julho de 2021 (ABSOLAR, 2021). Destaca-se o município de Fortaleza, que não apenas lidera a geração FV no estado com aproximadamente 51,8 MW operacionais

como também se mostra como destaque nacional, sendo o 6º município brasileiro com maior carga instalada GD FV até julho de 2021 (ABSOLAR, 2021). Com esta potência, Fortaleza representa 0,9% de toda a produção brasileira na modalidade. (ABSOLAR, 2021)

1.4 Justificativa

Muitas mudanças ocorreram nos quadros normativos, sociais, econômicos e políticos mundiais desde a introdução da RN nº 482/2012, de modo a afetar diretamente o cenário da GD em um âmbito nacional e regional. A avaliação de como esses eventos interagiram com o setor e impactaram no mercado de GD é essencial para a compreensão do cenário atual e para projeções futuras. A análise em uma região delimitada permite uma avaliação menos suscetível à influência de variações sazonais, climáticas e sociais, considerando que o objeto de estudo está situado em uma área de proximidade relativa. A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) está situada em uma zona de alto potencial para a instalação de projetos de fontes renováveis devido às suas características climáticas favoráveis, sendo a capital Fortaleza uma das potências nacionais em termos de conexões de GD. Portanto, no presente trabalho é realizada uma análise histórica considerando o fluxo de entrada de novos consumidores de GD na RMF, região delimitada que compreende Fortaleza e o aglomerado de municípios que circundam a Metrópole, sendo avaliado o comportamento em suas subdivisões regionais (bairros e municípios).

1.5 Objetivos

Neste tópico são relacionados os objetivos que guiaram o desenvolvimento do estudo em um âmbito geral e específico.

1.5.1 Objetivo Geral

Apresentar o crescimento no número de pontos de conexão de Geração Distribuída (GD) na RMF entre 2012 e maio de 2021, realizando distinção entre a Capital e a área composta pelos Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (OMRMF), realizando uma análise à luz da regulação.

1.5.2 *Objetivos Específicos*

Foram considerados os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o crescimento anual de pontos de conexão de GD na RMF entre 2012 e maio de 2021;
- Associar o comportamento do fluxo de novos pontos de conexão de GD com os eventos relevantes à GD transcorridos;
- Verificar porcentagem relativa das modalidades adotadas pelos novos clientes de GD em Fortaleza e na área dos OMRMF;
- Identificar os bairros de Fortaleza e cidades da área dos OMRMF que apresentaram maior índice de crescimento relativo no período proposto.
- Identificar os bairros e municípios avaliados com maior potencial para o surgimento de Comunidades de Energia Renovável (CER).

1.6 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos, numerados de 2 a 5.

No capítulo 2 é situado o contexto do tema em outros trabalhos desenvolvidos no estado da arte.

No capítulo 3 é apresentada uma linha do tempo dos acontecimentos que apresentaram potencial de impacto no fluxo de novas conexões em GD na RMF.

No capítulo 4 é feita uma análise histórica das novas conexões de GD na RMF entre o ano de 2012 e maio de 2021, mostrando: a curva de crescimento entre os anos, a proporção entre as modalidades adotadas pelos novos clientes, o tipo de geração, a potência de geração instalada e a divisão por sub-regiões (bairros de Fortaleza e cidades da área da OMRMF).

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões sobre o estudo.

2 ESTADO DA ARTE

Para o desenvolvimento desse projeto foram consideradas as publicações de artigos científicos com objetivos e temas referentes às mudanças que de algum modo influenciaram no cenário da geração distribuída (GD), com destaque para alterações de cunho normativo no território brasileiro, relevantes para a construção das ideias apresentadas ao longo do trabalho.

Em Andrade *et al.* (2020) são mostrados os mecanismos constitucionais que incentivaram o desenvolvimento da GD no Brasil. Dentre estes, enquadram-se as mudanças regulatórias incluídas na RN nº 482/2012 ao longo dos anos e as políticas de incentivos governamentais como a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e a isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) com o intuito de atrair fornecedores. Os autores apresentam um histórico das alterações na RN nº 482/2012 e citam as mudanças implementadas que impactaram no mercado de GD, como a expansão das modalidades na RN nº 687/2015, que incluiu as categorias de empreendimentos de condomínios, geração compartilhada e autoconsumo remoto. Os autores destacam o potencial da GD para alavancar o desenvolvimento econômico do País, ressaltando a importância da RN nº 482/2012 para sua consolidação no mercado nacional, uma vez que esta reduziu as barreiras do setor elétrico brasileiro ao permitir a geração de energia pelos consumidores e ao estabelecer um sistema de compensação energética em cooperação com as distribuidoras.

Pastor e Macêdo (2020) trazem o panorama da implantação de fontes eólica e solar FV no Nordeste brasileiro, mostrando suas contribuições na matriz elétrica do País por meio de um levantamento quantitativo. Os autores mostram que o Nordeste é responsável pela maior geração de energia proveniente de fonte eólica do Brasil, representando 84,4% da produção nacional no ano de 2018. O autor também propõe uma transição gradual do uso das usinas termelétricas com combustíveis fósseis para as renováveis intermitentes, que começariam a suprir inicialmente a demanda para os serviços ancilares como o controle de tensão, frequência e potência da rede elétrica como um todo, acionando as usinas termelétricas apenas como recurso extra. Os autores destacam os estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Piauí como capazes de implementar a transição gradual das fontes por apresentarem uma alta capacidade instalada de usinas eólicas e FV em relação às termelétricas e destacam o Ceará como um Estado que em breve também apresentará esse perfil, possuindo na ocasião do estudo a capacidade instalada de usinas termelétrica de 2.158.808 kW e 2.050.500 kW provenientes da fonte eólica.

Em Sousa Junior *et al.* (2020) são demonstrados casos em que o usuário de GD pode ser prejudicado devido ao atual modelo regulatório. Quando o valor da energia gerada injetada na rede (a ser compensado) alcança a linha de disponibilidade (que se refere ao valor mínimo de kW que o consumidor deve pagar pelo contrato com a distribuidora), o cliente possui uma perda na energia compensada, equivalente ao valor que está compreendido dentro da faixa de disponibilidade. Os Autores sugerem duas propostas para melhorar o sistema de compensação, de modo a beneficiar o consumidor GD. Na primeira, os autores propõem que não haja valor mínimo de disponibilidade para clientes de GD. Na segunda, os autores sugerem que seja feito o aproveitamento da energia gerada que ficou dentro da faixa de disponibilidade, na forma de créditos de energia.

Em Scolari e Urbanetz Junior (2018) é apresentado um panorama dos sistemas FV conectados à rede, sob a luz da RN nº 482/2012, no Brasil. Os autores fazem uma comparação entre a geração FV em GC e GD no território brasileiro, mostrando a predominância da primeira em relação à segunda, que representava 84% da potência FV instalada no País em 2017. É efetuada uma análise temporal e geográfica das instalações de Geração Distribuída Solar Fotovoltaica (GDFV) no Brasil, na qual se destacaram os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará por apresentarem as maiores potências instaladas até o ano de 2017, representando respectivamente 21%, 15%, 14% e 7% da capacidade de GDFV instalada no País.

Gonçalves *et al.* (2018) apresentam em seu estudo uma revisão sobre as projeções de expansão das fontes FV e eólica na matriz do Brasil e uma investigação dos diferentes cenários. Os autores mostram previsões de capacidade instalada FV (GD e GC) variando entre 8 a 18 GW no ano de 2026 (estimado no Plano Decenal de Expansão de Energia 2026) e atingindo em média 20 GW em 2030 (apontado na Contribuição Nacionalmente Determinada/21ª Conferência das Partes). Para a capacidade eólica foram estimados de 27 a 36 GW (estimado no Plano Decenal de Expansão de Energia 2026) e 30 GW em uma projeção mais conservadora para 2030 (apontado na Contribuição Nacionalmente Determinada/21ª Conferência das Partes).

Em Silva *et al.* (2018) são descritas as políticas de fomento à GD no Brasil, como a criação da RN nº 482/2012 e suas subseqüentes alterações, o lançamento do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD) com o objetivo de estimular o crescimento da GD e a implementação de leis que afetaram diretamente o setor de GD. Como consequência dessas políticas, os autores apontam no Brasil um contínuo crescimento da GD, com destaque para o Estado de Minas Gerais como maior utilizador de GD, contendo 2133 sistemas

conectados (que representavam 19,10% do número de conexões GD no Brasil) e aproximadamente 22312,85 kW instalados até abril de 2017.

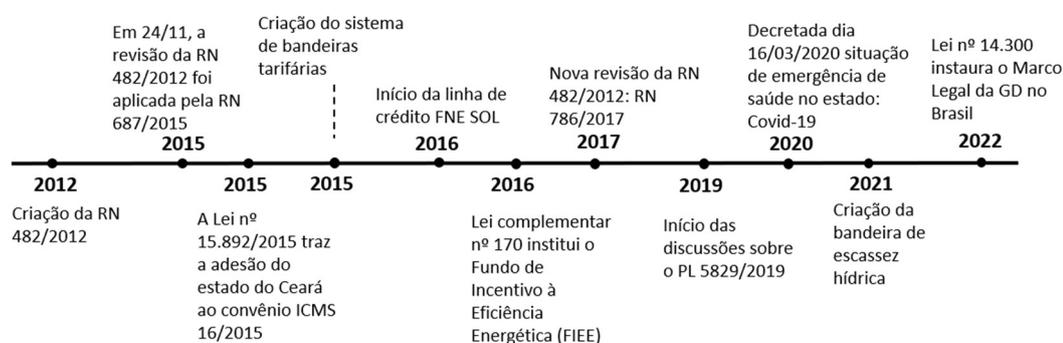
Rodrigues (2019) apresenta uma relação das políticas públicas de incentivos governamentais que foram aplicadas em cada estado com o objetivo de alavancar a GD. São abordados no estudo os 10 estados líderes em potência instalada. Destacam-se no Ceará três medidas de incentivo: a isenção da cobrança do ICMS para o excedente de produção da minigeração e microgeração pela lei nº 15.892/2015 e Decreto nº 31.853/2015, a instituição do Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE) pela Lei Complementar n.º 170/16 e o lançamento pelo Banco do Nordeste do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE: Sol), uma linha de crédito voltada para a aquisição de equipamentos de GDFV. A autora também realiza uma projeção do cenário da GD no ano de 2050 para Brasil, prevendo uma capacidade instalada de 40,6 GW de GD, sendo 39,4 GW de GDFV. Para o estado do Ceará, foi estimada uma potência implantada de 1,9 GW GD, sendo 1,3 GW de GDFV.

Soeiro e Dias (2020) tratam em seu artigo sobre as comunidades energéticas renováveis (CER) em um contexto de transição energética do mercado europeu, mostrando os principais fatores que motivam o surgimento de CER e adesão à estas na Europa. Os resultados mostram que 78% das CER arguidas responderam que a preocupação com os impactos ambientais das formas tradicionais de geração de energia foi um fator importante para o surgimento da comunidade. 68% alegaram querer participar da transição energética e 55% disseram que se tornarem independentes dos produtores de energia foi um fator motivador. Em contraste, o baixo custo energético e a possibilidade de gerar renda foram fatores menos elencados como motivadores para a criação da CER, mostrando que as motivações financeiras são menos expressivas para o mercado europeu.

3 CRONOLOGIA DOS EVENTOS NORMATIVOS E LEGISLATIVOS

Para a análise histórica pretendida no presente trabalho é importante considerar os eventos transcorridos que potencialmente apresentaram um impacto no fluxo de novas conexões de GD na RMF. A relação desses acontecimentos possibilita uma maior acurácia na interpretação dos resultados obtidos no levantamento de dados, pois os situa em um contexto. Foram listadas na linha do tempo apresentada na Figura 5 ocorrências tidas como expressivas para a GD na região em estudo.

Figura 5- Cronologia dos Eventos com Potencial de Impacto na GD da RMF



Fonte: O próprio Autor, 2022

3.1 Resoluções Normativas

3.1.1 RN Nº 482/2012 e RN Nº 517/2012

A busca do estabelecimento de regras para a GD no setor elétrico brasileiro resultou na criação da RN nº 482/2012 (ANEEL, 2012), que dita as condições gerais para o acesso de unidades de microgeração e minigeração ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Em sua criação, destacam-se no Art. 2º os tópicos I e II, que definem microgeração e minigeração e estabelecem seus limites:

- I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

No tópico III é definido o sistema de compensação de energia elétrica:

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

Posteriormente, novas RN foram criadas para realizar modificações e adições à RN nº 482/2012. Em 11/12/2012 a RN nº 517/2012 foi criada, incluindo uma alteração no tópico III do Art. 2º, que trouxe um maior detalhamento sobre o processo de compensação de energia elétrica, introduzindo a noção de empréstimo de energia ativa à distribuidora e a geração de créditos ao conceito (ANEEL, 2012):

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda.

3.1.2 RN Nº 687/2015

Em 24/11/2015 foi introduzida a RN nº 687/2015 (ANEEL, 2015), que trouxe alterações e conceitos importantes para o impulsionamento da GD no Brasil. As alterações nos tópicos I e II do Art. 2º estabelecem novos limites de potência instalada para microgeração e minigeração, trazendo maior abrangência para a última:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

Na RN nº 687/2015 foram definidas nos tópicos VI, VII e VIII do Art. 2º diferentes modalidades para consumidores de GD:

VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento;

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;

VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

3.1.3 RN N° 786/2017

Criada dia 17/10/2017, a RN n° 786/2017 (ANEEL, 2017) traz a definição vigente de minigeração distribuída, por meio de nova alteração no tópico II do Art. 2°.

II – minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

3.2 Leis, Incentivos e Mudanças Tarifárias

São pontuadas algumas das leis, incentivos e alterações tarifárias que ocorreram em âmbito federal e estadual e que trouxeram impacto na RMF.

3.2.1 Lei N° 15.892/205 e Decreto 31.853/2015

Esses documentos consolidaram a participação do Estado do Ceará ao Convênio Federal ICMS 16/2015, que promoveu a isenção da cobrança do ICMS no excedente de produção da microgeração e minigeração injetados no sistema de distribuição (CEARÁ, 2015).

3.2.2 Bandeiras Tarifárias

As Bandeiras Tarifárias foram aplicadas a partir de 2015 como uma forma de repassar os custos adicionais na geração de energia elétrica aos consumidores. São divididas em 3 cores: verde, amarelo e vermelha, sendo que essa última foi dividida em dois patamares a partir de janeiro de 2016. Com a crise hídrica do ano de 2021, a ANEEL criou uma quinta bandeira que é a Escassez Hídrica, cujo valor é quase 10 vezes maior do que o cobrado na bandeira Amarela, sendo cobrado um adicional de R\$ 14,20 a cada 100 kWh consumidos (FAROENERGY, 2021).

3.2.3 *Lei Complementar N^a 170/16*

Reintroduziu o Fundo de Incentivo à Energia Solar (FIES) com nova nomenclatura, sendo a partir de então nominado de Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE), com a finalidade de alavancar o setor de GD e Eficiência Energética e os subsídios para estes. A denominação de projetos que receberão os recursos do Fundo é uma das atribuições do FIEE (CEARÁ, 2016).

3.2.4 *FNE Sol (2016)*

O Banco do Nordeste inaugurou no final de maio de 2016, a linha de crédito FNE SOL, propondo o financiamento de todos os componentes e a instalação dos sistemas de GD que utilizam fontes de energia elétrica FV, eólica, de biomassa ou pequenas centrais hidroelétricas. O financiamento pode ser concedido para pessoas físicas e jurídicas exclusivamente localizadas na Região Nordeste. (BANCO DO NORDESTE, 2016).

3.2.5 *Projeto de Lei N^a 5829/2019 e Lei N^o 14.300/2022*

O Projeto de Lei (PL) n^o 5829 surgiu num contexto em que a ANEEL discutia a realização de uma nova revisão normativa que passaria a exigir de todos os adeptos da GD o pagamento de taxas das quais previamente eram isentos por serem adeptos do sistema de compensação de créditos. O PL n^o 5829 foi criado então em 2019 com a proposta de democratizar a GD e oferecer segurança jurídica para empresários que desejam investir nesse mercado. Uma de suas propostas garantia que os consumidores que já fossem adeptos da GD mantivessem sua isenção de taxas até um prazo pré-estabelecido (REEVISA, 2021).

A votação do PL ocorreria no início de 2020, porém processo foi postergado devido ao surto pandêmico de Covid-19 (ALBA, 2021).

Em janeiro de 2022 o PL foi sancionado, dando origem à Lei n^o 14.300, instaurando o Marco Legal da GD no Brasil. Dentre outras medidas, a Lei determina que os consumidores com GD na data de publicação do documento e com solicitação de acesso feita até sete de janeiro de 2023, permanecem com as regras atuais de cobranças tarifárias até 31 de dezembro de 2045. A Lei também determina uma adequação gradual das taxas tarifárias para os consumidores que aderirem a GD após sete de janeiro de 2023 (ABSOLAR, 2022).

4 LEVANTAMENTO DE DADOS E ANÁLISE HISTÓRICA

Neste capítulo é feito um levantamento acerca dos pontos de conexão de GD implantados nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza. As informações utilizadas puderam ser extraídas pela base de dados disponibilizadas no site da ANEEL. Foram considerados para o estudo os pontos de conexão de Geração Distribuída conectados até 31 de maio de 2021.

Foram contemplados nesse estudo 29 municípios associados à RMF. Foi considerada a divisão da RMF apresentada pelo Departamento Estadual de Rodovias (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2020), que contém 15 municípios: Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Maracanaú, Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba, Maranguape, Guaiuba, Horizonte, Pacajus, Chorozinho, Pindoretama e Cascavel. Também foram consideradas 13 cidades que circundam a região serrana por seu diferencial geográfico, sendo apreciados os municípios Palmácia, Pacoti, Guaramiranga, Mulungu, Aratuba, Capistrano, Baturité, Redenção, Acarape, Barreira, Aracoiaba, Ocara e Itapiúna. Beberibe também foi contemplado no estudo por ser uma cidade com uma vasta extensão territorial (a maior na região em estudo) e um polo turístico da região.

Para a capital Fortaleza, devido sua maior extensão e população, será apresentada uma divisão sub-regional que considera 136 bairros da cidade e suas fronteiras. Para a apresentação dos Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (OMRMF) será considerado o levantamento global de cada cidade (não será feita abertura por bairros). Para avaliação dos parâmetros específicos, serão apresentados os 10 bairros ou municípios de maior impacto em cada categoria.

4.1 Fortaleza

A cidade de Fortaleza possui uma área de 312,353 km², com uma população estimada de 2.703.391 pessoas e uma densidade demográfica de 7.786,44 hab/km² (IBGE,2021). Na Figura 6 observa-se os 15 bairros com maior número de habitantes em Fortaleza de acordo com o último censo, realizado em 2010.

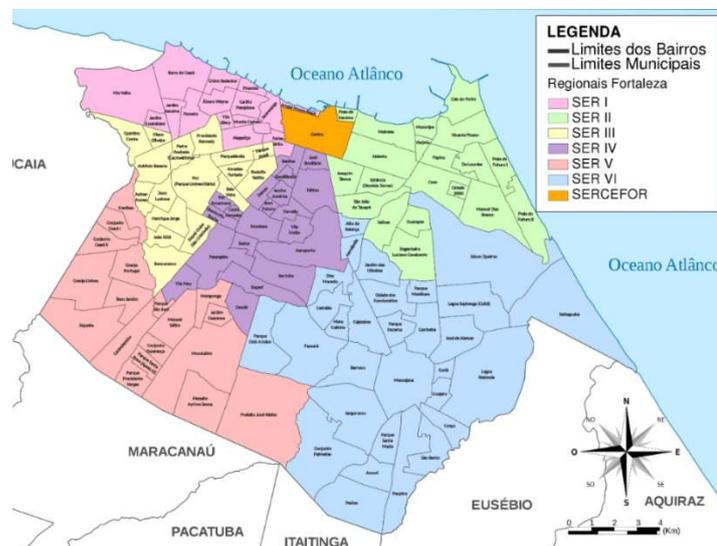
Figura 6- 15 Bairros com Maior Número de Habitantes em Fortaleza

15 Bairros com maior número de habitantes em Fortaleza	
<i>Bairro</i>	<i>Habitantes</i>
1 - MONDUBIM	76.044
2 - BARRA DO CEARÁ	72.423
3 - VILA VELHA	61.617
4 - GRANJA LISBOA	52.042
5 - PASSARÉ	50.940
6 - JANGURUSSU	50.479
7 - QUINTINO CUNHA	47.277
8 - VICENTE PINZON	45.518
9 - PICI	42.494
10 - ALDEOTA	42.361
11 - MESSEJANA	41.689
12 - CANINDEZINHO	41.202
13 - BONSUCESSO	41.198
14 - GENIBAU	40.336
15 - GRANJA PORTUGAL	39.651

Fonte: Prefeitura de Fortaleza, 2021 - Adaptado

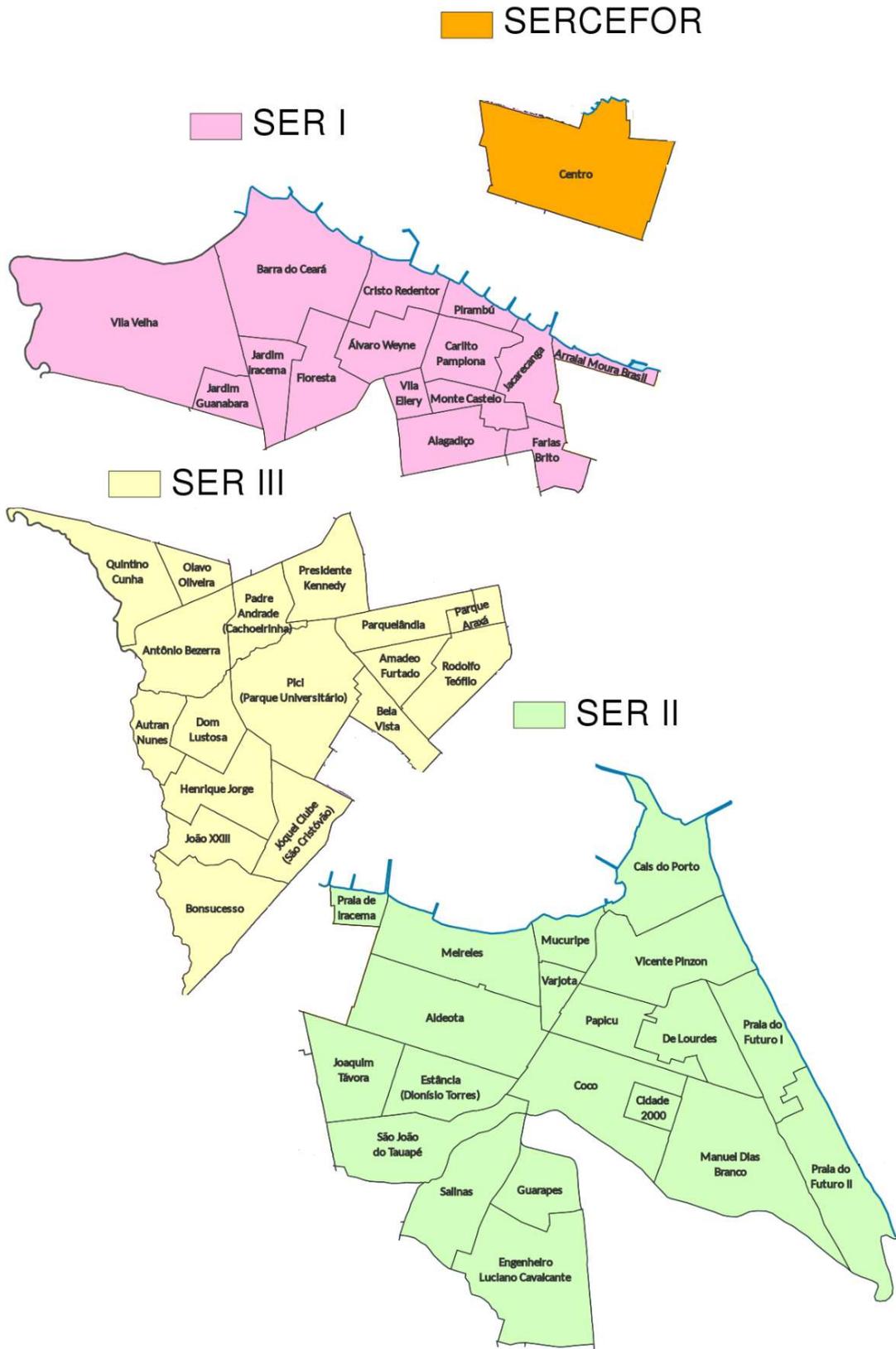
A Figura 7 mostra a região da cidade e sua divisão em 7 regionais. A separação da cidade em regionais é feita para facilitar a administração de cada zona, o que também pode ser pertinente ao sistema elétrico uma vez que segmenta a Capital em áreas de possível afetação comum. As regionais de Fortaleza, Regional I (SER I), Regional II (SER II), Regional III (SER III), Regional IV (SER IV), Regional V (SER V), Regional VI (SER VI) e Regional Centro (SERCEFOR) são mostradas nas figuras 7, 8 e 9, com destaque para os bairros que as compõem.

Figura 7- Fortaleza e suas Regionais



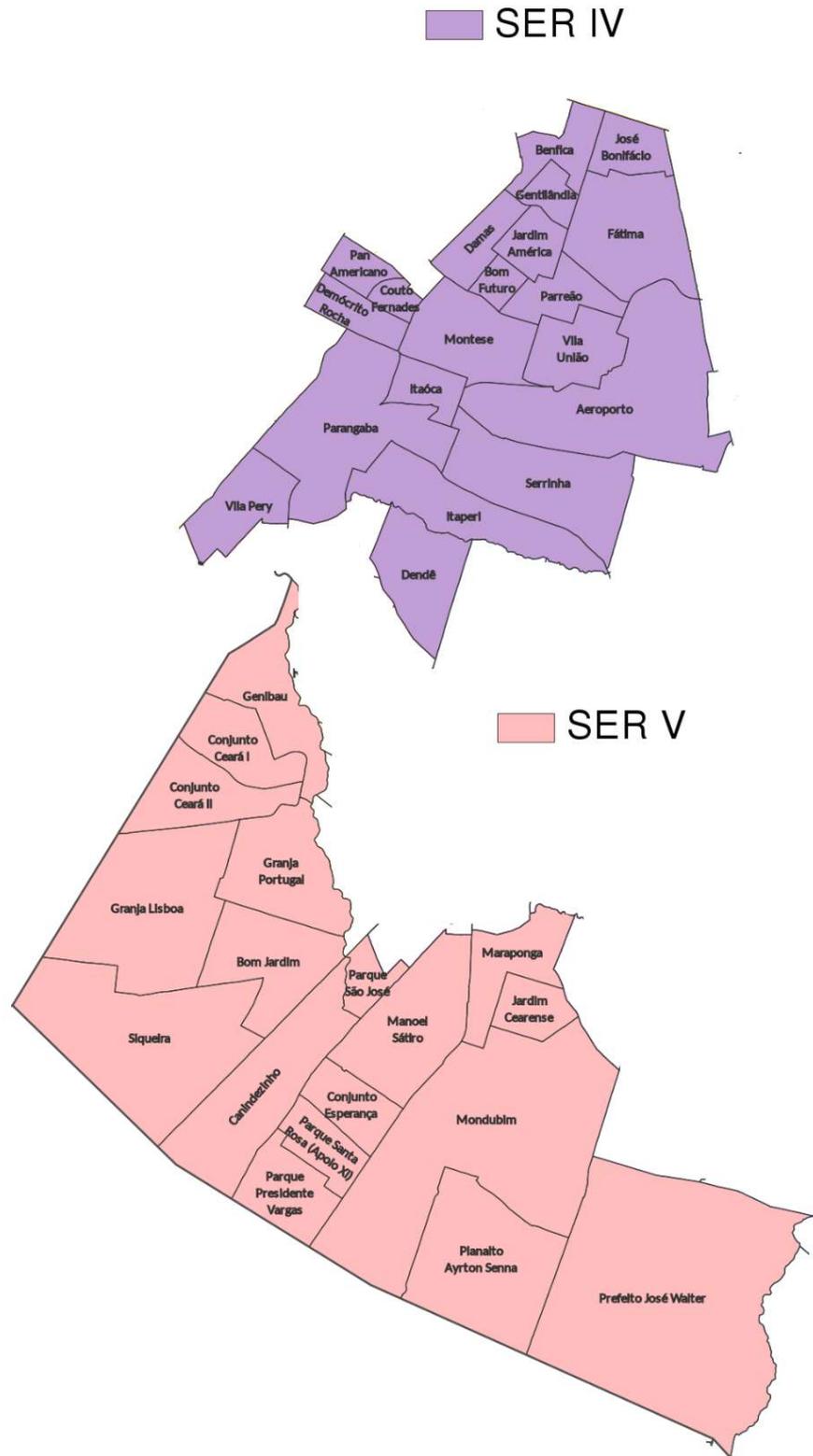
Fonte: Wikipédia - Bairros e Divisões de Fortaleza ,2021

Figura 8- Regionais de Fortaleza: SER I, SER II, SER III e SERCEFOR



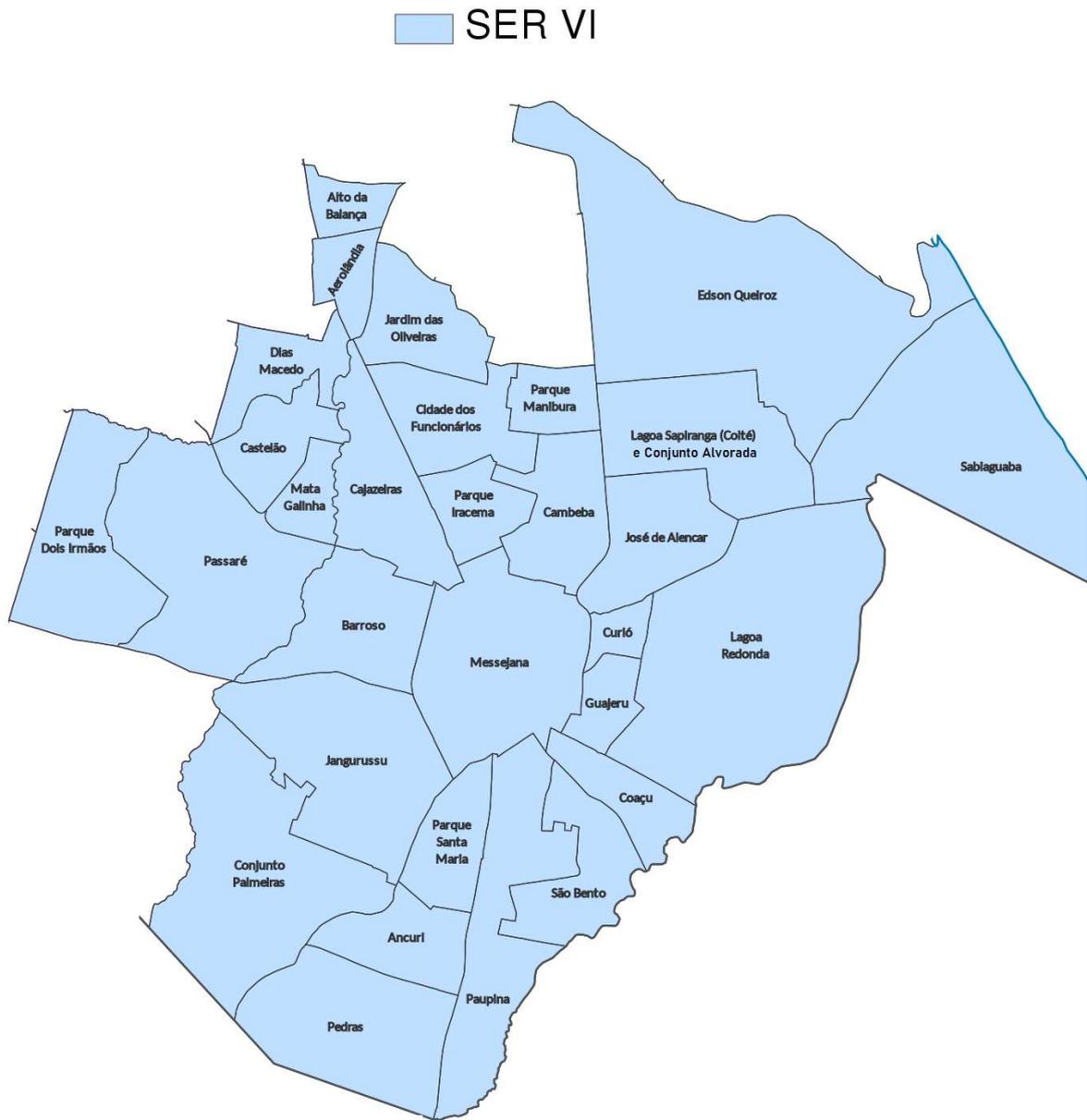
Fonte: Wikipedia - Bairros e Divisões de Fortaleza ,2021 - Adaptado

Figura 9- Regionais Fortaleza: SER IV e SER V



Fonte: Wikipedia - Bairros e Divisões de Fortaleza ,2021 – Adaptado

Figura 10- Regionais de Fortaleza: SER VI

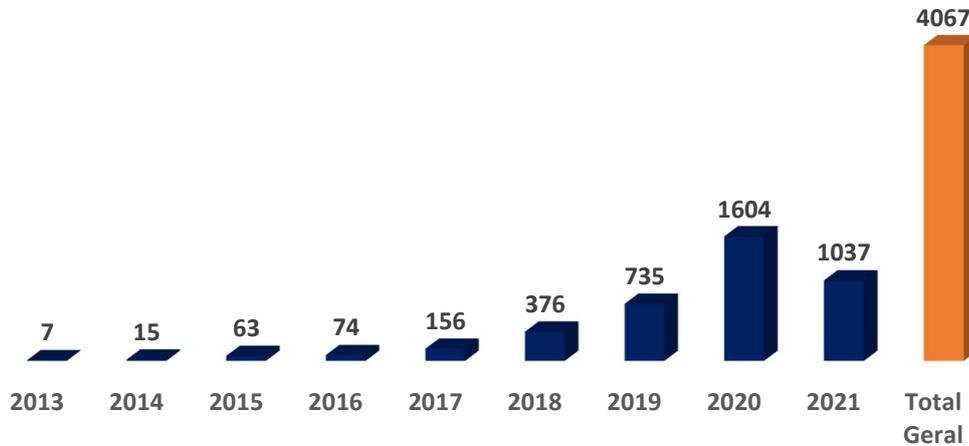


Fonte: Wikipedia - Bairros e Divisões de Fortaleza ,2021 - Adaptado

4.1.1 Análise do Crescimento do Número de Pontos de Conexão GD

A Figura 11 apresenta o histórico de entrada anual de novos pontos de conexão de GD em Fortaleza, entre o marco inicial da GD pela introdução da RN nº 482/2012 até 31 de maio de 2021. Foram ingressados 4067 pontos de conexão nesse período, estando 3376 concentrados a partir de 2019 (83% do total acumulado) e 1037 apenas nos 5 primeiros meses de 2021 (25,5% do total).

Figura 11- Novos Pontos de Conexão de GD em Fortaleza

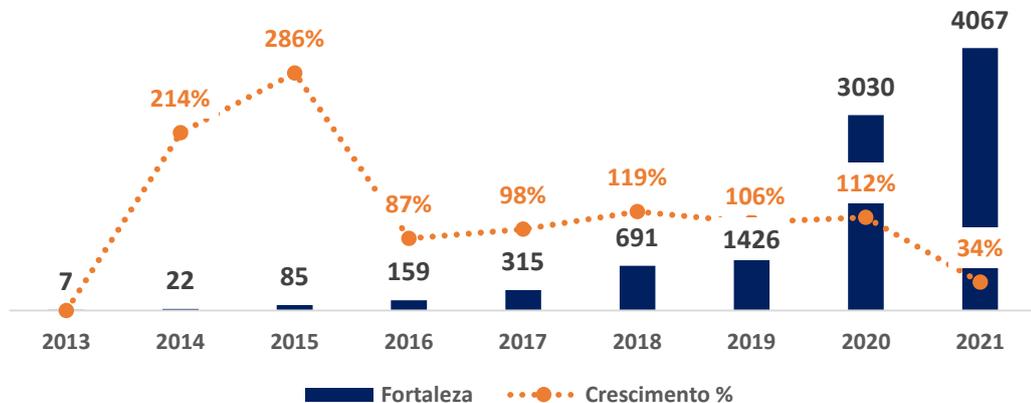


Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Percebe-se um aumento mais expressivo na magnitude de novos pontos de conexão de GD após 2016, que pode ter sido influenciado pela criação do FNE SOL como agente facilitador para o financiamento e pela instituição do FIEE. Já a concentração de 83% das novas conexões após 2019 indica que a criação do PL 5829 causou uma aceleração na busca pelo ingresso de projetos de GD.

A Figura 12 mostra a entrada acumulada dos novos pontos de conexão de GD em Fortaleza, até 31 de maio de 2021. É destacada a taxa de crescimento entre os anos, dada pelo quociente entre a quantidade instalada no ano e o valor acumulado do ano anterior.

Figura 12- Novos Pontos de Conexão de GD em Fortaleza – Valor Acumulado



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Percebe-se que houve uma tendência de crescimento acelerada nos anos de 2014 e 2015 pois haviam poucos pontos de conexão de GD, logo cada nova adesão promoveu um aumento expressivo na taxa de crescimento. Já entre os anos de 2016 e 2020 houve maior estabilidade na taxa de crescimento, tendo valor mínimo de 87% em 2016 e máximo de 119% em 2018.

Na Tabela 3 é apresentado como se deu a entrada desses novos pontos de conexão de GD nos bairros de Fortaleza. Foram desconsiderados na divisão por bairros 80 pontos de conexão referentes a uma amostra não identificada. Alguns dos bairros apresentados fazem fronteira entre Fortaleza e municípios vizinhos, e estão sendo considerados como integrantes da Capital visto que os pontos de conexão apurados estão cadastrados em Fortaleza na base de dados da ANEEL.

Tabela 3- Pontos de Conexão de GD por Bairros de Fortaleza

(continua)

Bairro	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Geral
AEROLÂNDIA					1	1	1	5	4	12
AEROPORTO									1	1
ÁGUA FRIA			1					2	1	4
ALAGADIÇO NOVO					3	2	2	11	2	20
ALAGADIÇO SÃO GERARDO								1		1
ALDEOTA			1	1	4	6	10	11	8	41
ALTO ALEGRE								1	2	3
ALTO DA BALANÇA				1		1	5	6	10	23
ALVARO WEYNE				1	2	2	2	6	6	19
AMADEU FURTADO					2		1	9	2	14
ANCURI				1		1	4	9	6	21
ANTÔNIO BEZERRA				1	1	4	5	16	7	34
ARACAPÉ									1	1
ARRAIAL MOURA BRASIL								1		1
AUTRAN NUNES							3	5	4	12
BAIRRO DE LOURDES		1	2		3	8	6	10	4	34
BARRA DO CEARÁ				2	1	7	5	20	9	44
BARROSO	1		1	3	1	2	4	11	13	36
BELA VISTA			1		2	1	3	8	8	23
BENFICA					1		5	18	4	28
BOA VISTA						1		1	1	3
BOM FUTURO								4	4	8
BOM JARDIM						2	9	13	11	35
BONSUCESSO					1	1	8	12	7	29
CAJAZEIRAS				1	3	5	11	25	11	56
CAMBEBA		1	1	1	3		9	18	10	43
CANINDEZINHO						5	3	17	10	35
CARLITO PAMPLONA					2		1	3	5	11
CASTELÃO				3	4	7	14	20	20	68
CENTRO		1	2	1	6	9	17	26	11	73

Tabela 3- Pontos de Conexão de GD por Bairros de Fortaleza

Bairro	(continuação)									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Geral
CIDADE 2000				1	1	2		1	4	9
CIDADE DOS FUNCIONÁRIOS			4		10	18	31	69	54	186
CIDADE NOVA								1		1
CIDADE OESTE								5	6	11
COAÇU							2	6	3	11
COCÓ				1	1	1		6	2	11
COLÔNIA								3		3
CONJUNTO ALVORADA		1	2	1	4	8	19	31	13	79
CONJUNTO CEARÁ				1		1	15	23	11	51
CONJUNTO ESPERANÇA							1	1	3	5
CONJUNTO PALMEIRAS				1			1	2	4	8
CONJUNTO PREF. JOSÉ WALTER				2	5	11	25	22	65	
CONJUNTO SANTA TEREZINHA								1	2	3
CONJUNTO SÃO FRANCISCO								2	2	4
CONJUNTO TANCREDO NEVES							2	3		5
COUTO FERNANDES									2	2
CRISTO REDENTOR						1	2	2	1	6
CURIÓ			1	1		3	2	3	3	13
DAMAS							1	5	7	13
DEMÓCRITO ROCHA						1		3	1	5
DENDÊ							2	2		4
DIAS MACEDO			1			1	1	6	2	11
DIONÍSIO TORRES			2	3	2	4	14	13	6	44
DOM LUSTOSA						1	1	2		4
EDSON QUEIROZ	1	2	4	6	6	26	30	65	37	177
FARIAS BRITO					1	3	5	3	4	16
FÁTIMA			2	2	3	5	14	12	9	47
FLORESTA								1		1
GRANJA LISBOA								2	4	6
GRANJA PORTUGAL					1	1	3	15	9	29
HENRIQUE JORGE			1	1	1	3	8	23	14	51
ITAOCA				1		1	1	5	4	12
ITAPERY			1		2	3	4	30	23	63
JACARECANGA			1		2	2	3	1	1	10
JANGURUSSU				3		7	14	37	17	78
JARDIM AMÉRICA				1	2	3	3	5	7	21
JARDIM CEARENSE					2	16	5	12	12	47
JARDIM DAS OLIVEIRAS			1		1	2	8	16	7	35
JARDIM GUANABARA			1			2	2	9	12	26
JARDIM IRACEMA						1	4	11	5	21
JARDIM PETRÓPOLIS				1	1	1	1	6	2	12
JOÃO ARRUDA						2	3	4	1	10
JOÃO XXIII						1	1	7	10	19
JOAQUIM TÁVORA			4		8	4	15	14	8	53
JOCKEY CLUB						4	6	9	6	25
JOSÉ BONIFACIO					1	3	2	7		13
JOSÉ DE ALENCAR	1		2	1	3	8	13	25	28	81
LAGOA REDONDA			1		2	7	17	41	31	99

Tabela 3- Pontos de Conexão de GD por Bairros de Fortaleza

Bairro	(continuação)									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Geral
LUCIANO CAVALCANTE	1	1	1	3	4	8	16	38	17	89
MANOEL DIAS BRANCO					1	1	9	10	3	24
MARAPONGA		2	1		3	7	8	39	17	77
MEIRELES			5		4	3		9	8	29
MESSEJANA		1	1	1	3	7	25	55	47	140
MONDUBIM		1	1	2	6	13	22	57	25	127
MONTE CASTELO						2	6	11	7	26
MONTESE	1			1	3	6	21	26	13	71
MUCURIBE				1		2	1	2	1	7
NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS				1		4	3	6	3	17
NOVO MONDUBIM						2	5	13	8	28
OLAVO OLIVEIRA									1	1
PADRE ANDRADE							2	6	3	11
PANAMERICANO				1		1	2	3	5	12
PAPICU			3	3	2	4	5	11	9	37
PARANGABA					2	4	10	15	4	35
PARQUE ARAXÁ				1	1		3	15	3	23
PARQUE DOIS IRMÃOS					1	1	1	7	7	17
PARQUE GENIBAÚ							3	10	4	17
PARQUE IRACEMA							3	3	2	8
PARQUE MANIBURA			2	3	2	5	9	27	23	71
PARQUE NOVO MONDUBIM							1	3		4
PARQUE PRESIDENTE VARGAS							2	2	7	11
PARQUE SANTA CECÍLIA									2	2
PARQUE SANTA MARIA				1			1	1		3
PARQUE SANTA ROSA						1	2	9	4	16
PARQUE SANTO AMARO				1	1			2		4
PARQUE SÃO JOSÉ							1	5	5	11
PARQUELÂNDIA			1	2	1	5	9	18	5	41
PARREÃO							4	5		9
PASSARÉ		1			4	17	23	62	35	142
PAUPINA			1	1	1	3	12	12	7	37
PEDRAS							4	10	2	16
PICI					1	1	3	4	2	11
PLANALTO AYRTON SENNA							1	2	2	5
PLANALTO MARAPONGA				1			2	3	2	8
PRAIA DE IRACEMA			1			2	3	3		9
PRAIA DO FUTURO	2	2	3	5	1	7	17	42	20	99
PRESIDENTE KENNEDY			1			1	3	8	8	21
QUINTINO CUNHA						1	4	10	10	25
RODOLFO TEÓFILO				1	1	2	7	10	11	32
SABIAGUABA			1				4	7	7	19
SALINAS					2	2	1	1	1	7
SÃO BENTO								3	1	4
SÃO GERARDO						4	7	13	4	28
SÃO JOÃO DO TAUAPE				1	4	2	7	12	14	40
SAPIRANGA COITÉ			1		1	8	9	16	19	54
SERRINHA			2	2		3	14	22	21	64

Tabela 3- Pontos de Conexão de GD por Bairros de Fortaleza

Bairro	(conclusão)									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Geral
SIQUEIRA							3	5	2	10
VARJOTA							2	2	2	6
VICENTE PINZON			1			2	3	7	6	19
VILA BETÂNIA							2	2		4
VILA ELLERY						3	4	12	7	26
VILA MANOEL SÁTIRO						2	5	11	4	22
VILA PERY					1	1	2	9	6	19
VILA UNIÃO		1		1	1	6	5	17	9	40
VILA VELHA						1	1	4	4	10
NÃO IDENTIFICADO					9	16	18	21	16	80

Fonte: ANEEL, 2021 - Adaptado

A Figura 13 destaca os 10 bairros com maior número de pontos de conexão de GD. O bairro Cidade dos Funcionários aparece no topo da lista, com 186 pontos de conexão registrados até maio de 2021.

Figura 13- Fortaleza: 10 Bairros com Maior Número de Conexões de GD e suas Regionais

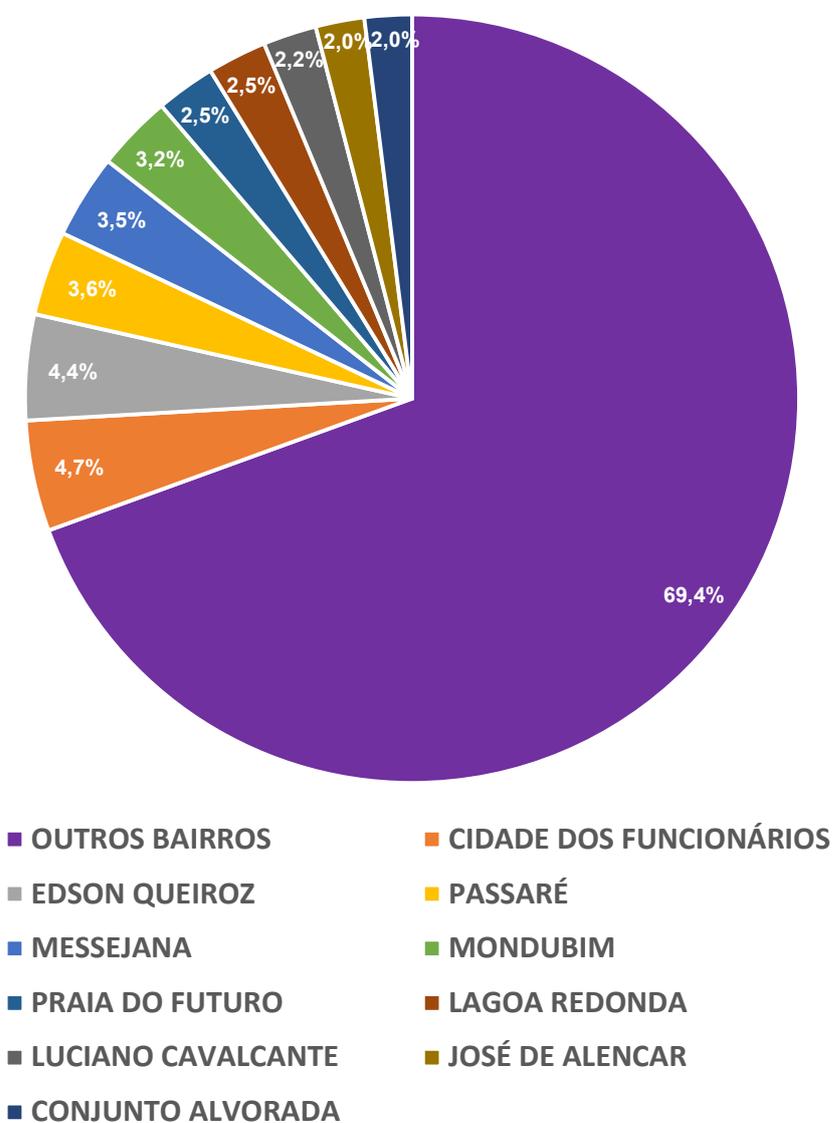
10 Bairros com maior número de PC em GD		
<i>Bairro</i>	<i>Quantidade de PC</i>	<i>Regional</i>
<i>CIDADE DOS FUNCIONÁRIOS</i>	<i>186</i>	<i>SER VI</i>
<i>EDSON QUEIROZ</i>	<i>177</i>	<i>SER VI</i>
<i>PASSARÉ</i>	<i>142</i>	<i>SER VI</i>
<i>MESSEJANA</i>	<i>140</i>	<i>SER VI</i>
<i>MONDUBIM</i>	<i>127</i>	<i>SER V</i>
<i>PRAIA DO FUTURO</i>	<i>99</i>	<i>SER II</i>
<i>LAGOA REDONDA</i>	<i>99</i>	<i>SER VI</i>
<i>LUCIANO CAVALCANTE</i>	<i>89</i>	<i>SER II</i>
<i>JOSÉ DE ALENCAR</i>	<i>81</i>	<i>SER VI</i>
<i>CONJUNTO ALVORADA</i>	<i>79</i>	<i>SER VI</i>

Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Evidencia-se que a SER VI concentra o maior número de conexões entre os 10 bairros: 7 das 10 localidades estão situadas na regional, totalizando 904 (74,76%) dos 1219 pontos listados.

A Figura 14 mostra o percentual que os 10 bairros com maior número de pontos de conexão representam em relação ao total de Fortaleza. Foram desconsiderados no cálculo os 80 pontos de conexão que se referem às instâncias com bairros não identificados. É possível identificar que 30,6% dos pontos de conexão de GD da cidade de Fortaleza estão concentrados nesses 10 bairros, dentre um total de 136 bairros considerados. Destacam-se os bairros Cidade dos Funcionários e Edson Queiroz com 4,7% e 4,4% do total dos pontos de conexão, respectivamente.

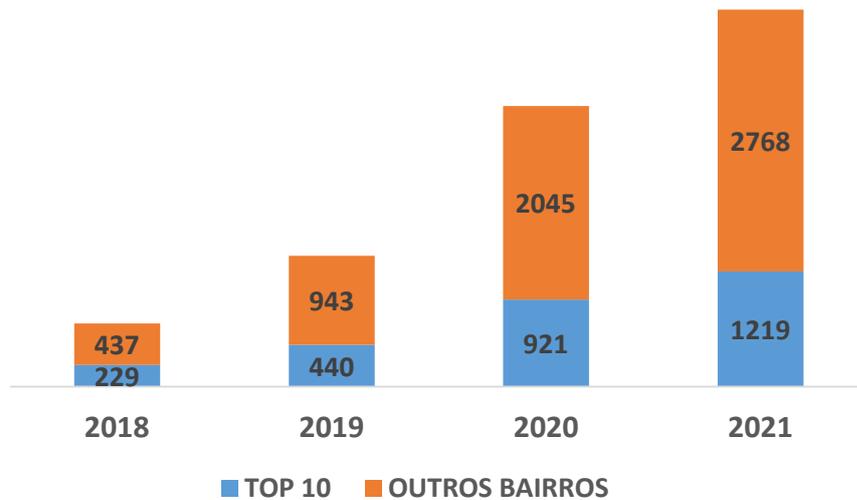
Figura 14- 10 Bairros com Mais Pontos de Conexão: Percentual de Pontos em Relação a Fortaleza



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Na Figura 15 é mostrado o levantamento quantitativo das conexões nos 10 bairros com maior número de pontos de conexão de GD (Top 10) em relação ao total dos demais bairros da Capital, entre os anos de 2018 e maio de 2021.

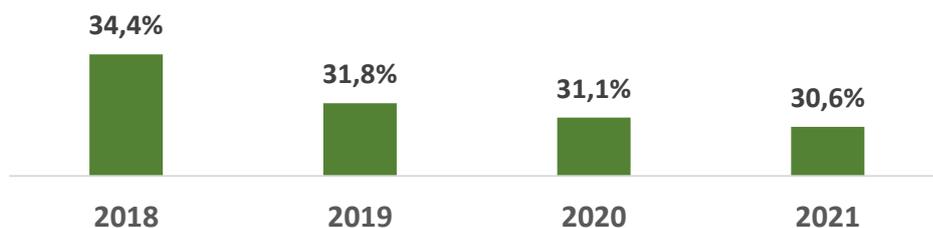
Figura 15- Comparação Entre os 10 Bairros com Mais Pontos de Conexão e os Demais Bairros de Fortaleza Entre 2018 e maio de 2021



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

A comparação evidencia o percentual que o Top 10 representa em cada ano em relação ao total de pontos de conexão de GD em Fortaleza, conforme ilustrado na Figura 16. Observa-se que o percentual do Top 10 tem decaído gradualmente ao longo dos anos avaliados, indicando a redução da centralização dos pontos de conexão nos bairros do Top 10 e apontando para a tendência de uma distribuição de pontos de conexão mais equalitária entre os bairros.

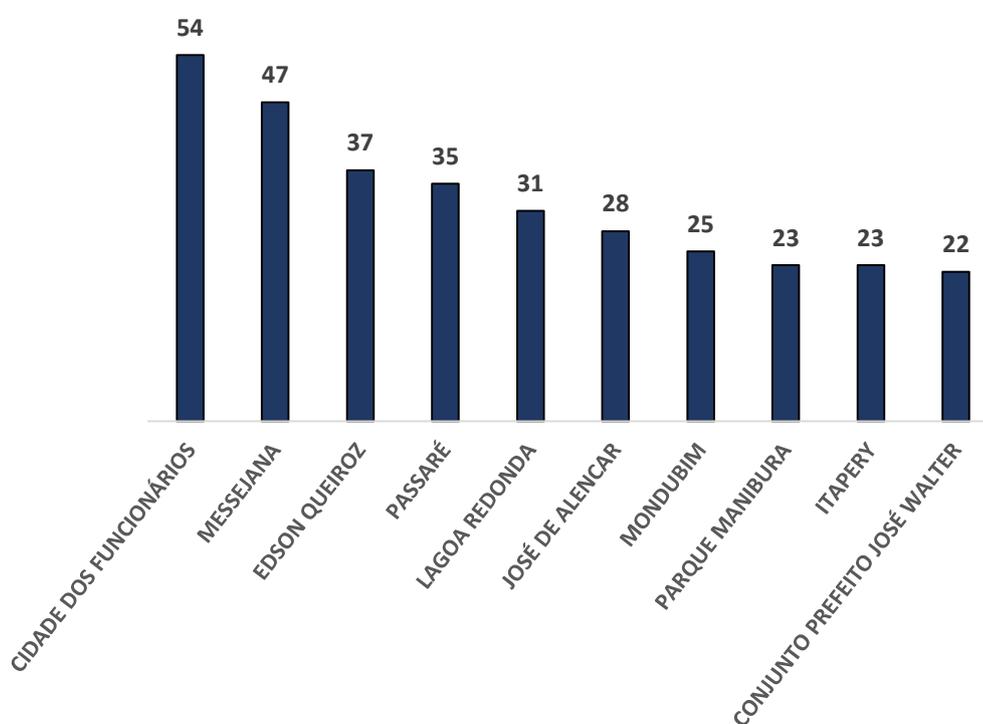
Figura 16- Percentual de Pontos de Conexão do Top 10 em Relação a Fortaleza Entre 2018 e maio de 2021



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

A Figura 17 apresenta os 10 bairros que tiveram a maior quantidade de pontos de conexão de GD implantados no ano de 2021, até o mês de maio. O bairro Cidade dos Funcionários lidera esse ranking com 54 pontos instalados, seguido do bairro Messejana, com 47 conexões. Destacam-se os bairros Parque Manibura, Itapery e Conjunto Prefeito José Walter, que entraram neste ranking mesmo não estando entre os 10 bairros com maior número de pontos de conexão acumulados até 2021, indicando uma possível tendência de crescimento para essas localidades.

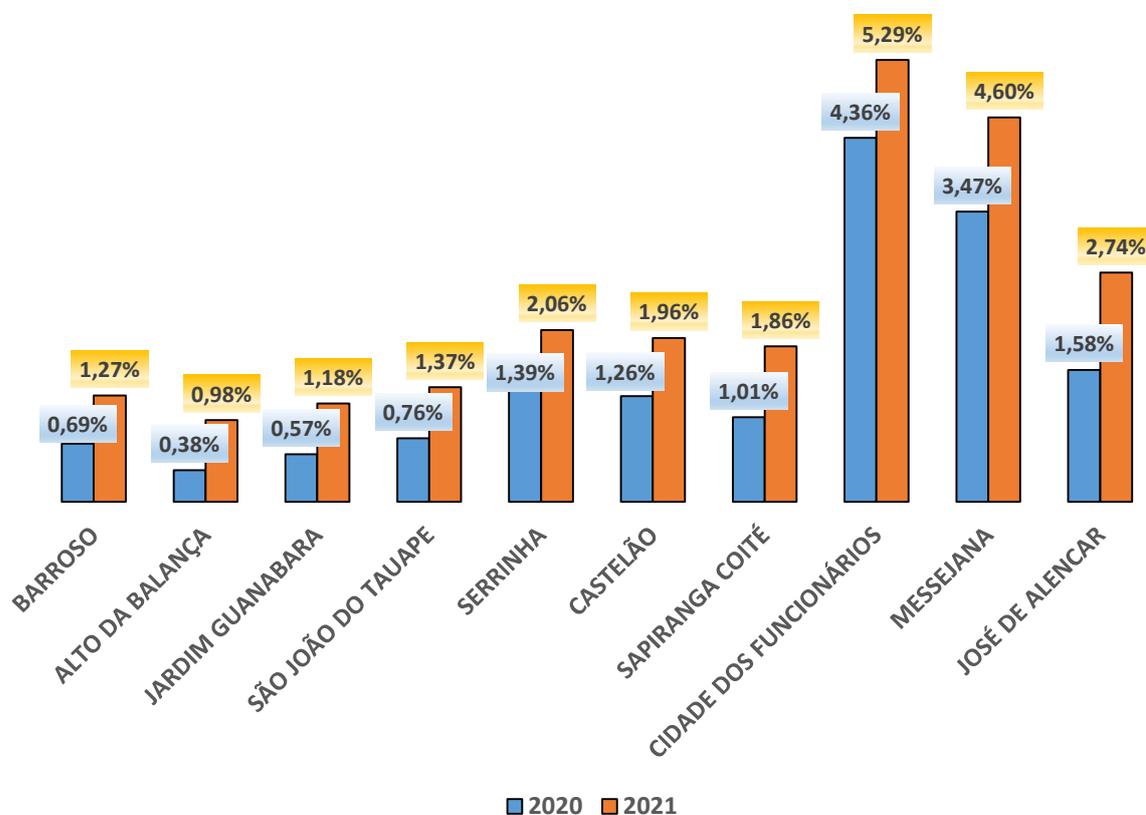
Figura 17- 10 Bairros com Maior Número de Novos Pontos de Conexão de GD em 2021



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Na Figura 18 são mostrados os 10 bairros que apresentaram maior crescimento relativo entre os anos de 2020 e maio de 2021. Os valores mostrados são o percentual de novos pontos de conexão nos bairros em relação ao total de conexões em GD de Fortaleza, desconsiderando-se as instâncias com bairros não identificados, resultando em um total de 1583 conexões em 2020 e 1021 em 2021.

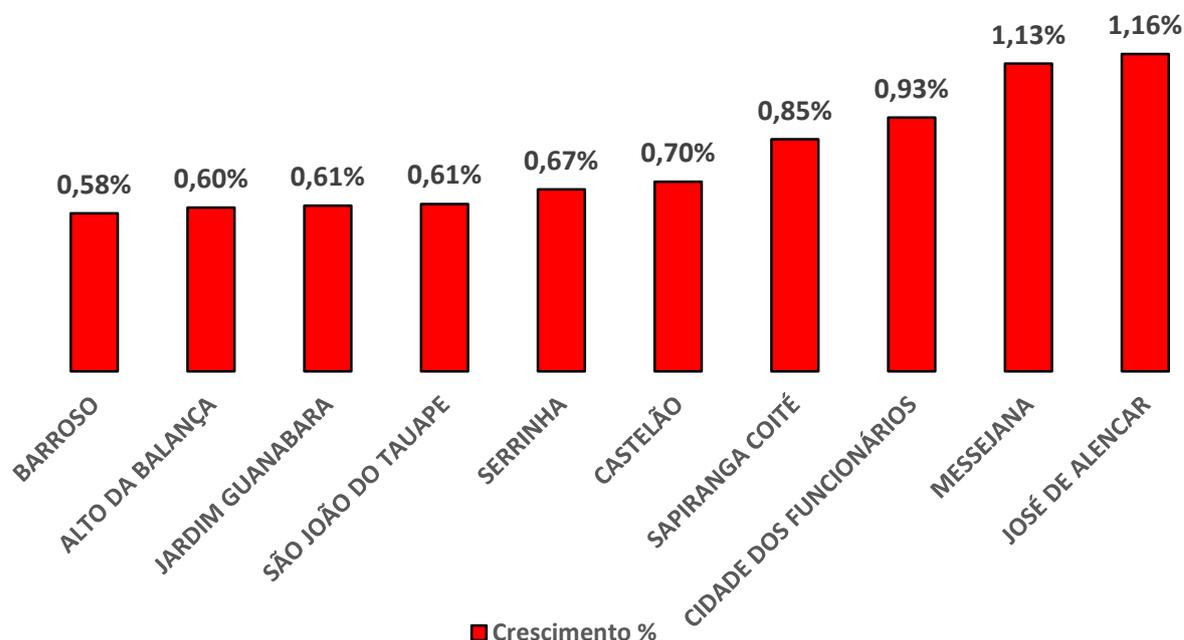
Figura 18- 10 Bairros com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão entre os anos de 2020 e 2021



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

A diferença entre o percentual relativo dos 5 primeiros meses de 2021 e o ano de 2020 indica o crescimento entre os anos, conforme ilustrado na Figura 19. Os bairros relacionados apresentam, portanto, uma tendência de crescimento otimista para os meses posteriores. O bairro que apresentou maior taxa de crescimento foi José de Alencar, com um aumento relativo de 1,16% entre os anos de 2020 e maio de 2021. Destacam-se os bairros Messejana, Cidade dos Funcionários e José de Alencar, pois também estão entre os 10 bairros com maior quantidade de pontos de conexão acumulados, indicando que apresentam a manutenção da sua tendência de crescimento elevado.

Figura 19- 10 Bairros com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão entre os anos de 2020 e 2021 – Crescimento Percentual



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

4.1.2 Análise das Modalidades Adotadas

De acordo com a distribuidora Enel e conforme definição na RN nº 687/2015, existem quatro modalidades que podem ser adotadas pelo consumidor adepto da GD. São elas as modalidades de Consumo Local (ou Geração na Própria Unidade Consumidora), Autoconsumo Remoto, Geração Compartilhada e Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras (EMUC) (ENEL,2021).

Consumo Local: a energia gerada e os créditos excedentes são utilizados apenas no local de geração.

Autoconsumo Remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

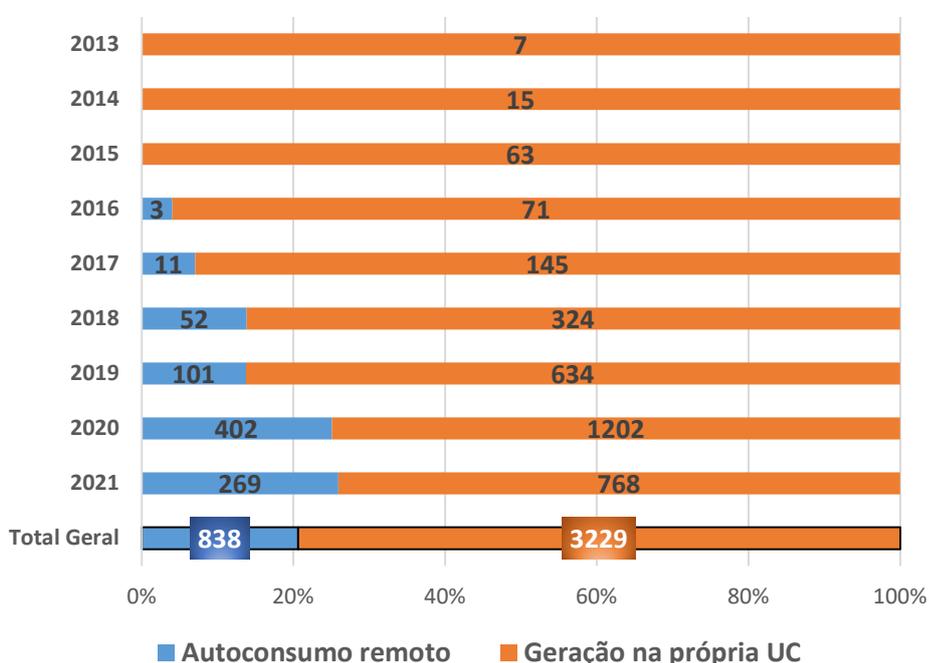
Geração Compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada.

Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as

unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento.

Na Figura 20 temos a distribuição de modalidades adotadas pelos consumidores de GD em Fortaleza até maio de 2021. Observa-se a predominância das modalidades com Geração na Própria Unidade Consumidora (UC), representando 79,4% de adesão dos clientes de GD e da modalidade Autoconsumo Remoto, com 20,6%.

Figura 20- Fortaleza: Modalidades de GD



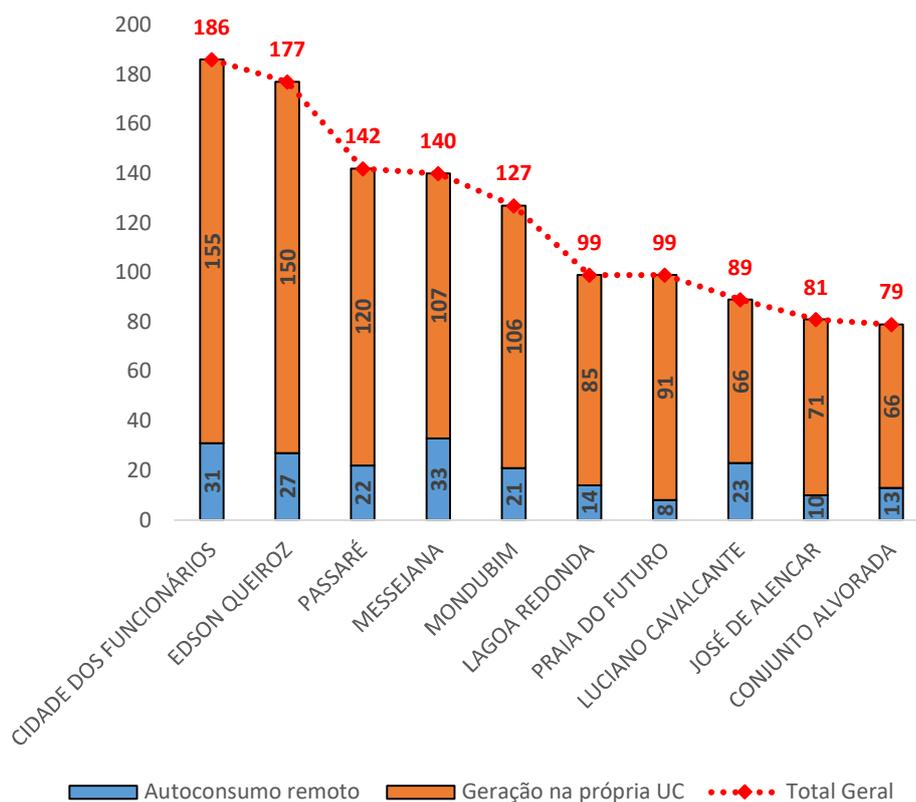
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

É importante se destacar que até o final de 2015 a categoria Geração na Própria UC era a única possibilidade regulada até a criação das demais modalidades pela RN nº 687/2015. Observa-se que a modalidade Autoconsumo Remoto teve um início brando no ano de 2016, no qual as 3 adesões da modalidade até então representavam apenas 4,05% dos novos pontos de conexão de GD em Fortaleza. Entretanto, a modalidade apresentou uma taxa de adesão crescente nos anos seguintes, chegando a representar 25,9% dos novos pontos ingressados no ano de 2021, até o mês de maio, atingindo 20,6% do total de pontos de GD na cidade.

Nota-se a ausência de adesão às modalidades de Geração Compartilhada e EMUC, indicando que a cidade possui potencial de expansão nestas vertentes.

A Figura 21 apresenta o perfil de adesão às modalidades entre os 10 bairros com maior número de pontos de GD.

Figura 21- Fortaleza: Modalidades de GD Entre os 10 Bairros com Mais Pontos de GD



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se uma proporção uniforme entre as modalidades Autoconsumo Remoto e Geração na Própria UC nos bairros apresentados. A taxa de unidades que aderiram ao Autoconsumo Remoto variou de 8,08% (Praia do Futuro) e 25,84% (Luciano Cavalcante).

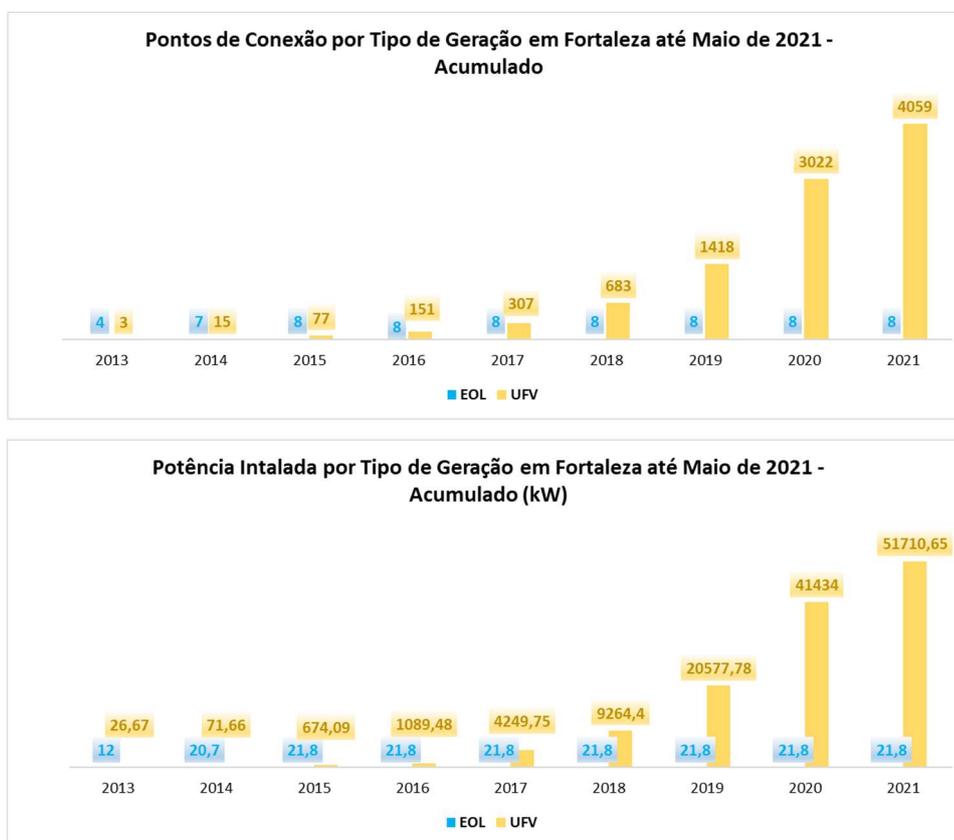
Considerando a ausência das modalidades de EMUC e geração compartilhada, observa-se grande potencial de associação entre clientes nos bairros para formação de CER. O conceito de comunidade energética renovável que se faz presente no cenário de geração distribuída europeu se assemelha às condições da modalidade EMUC, referindo-se a uma associação de unidades consumidoras que se situam próximo ao projeto de energia renovável ao qual estão associadas. Pode-se inferir que os bairros de grande população e que apresentam histórico de alta procura por projetos de GD apresentam um maior potencial para associação dos seus moradores em um projeto de GD. Sob essas condições, destacam-se os bairros Mondubim,

Passaré e Messejana como bairros com grande potencial para o surgimento de comunidades de energia.

4.1.3 Análise do Tipo de Geração

A Figura 22 mostra o panorama por tipo de geração, mostrando a quantidade de pontos de conexão e potência instalada acumulada em Fortaleza até maio de 2021:

Figura 22- Fortaleza: Panorama do Tipo de Geração



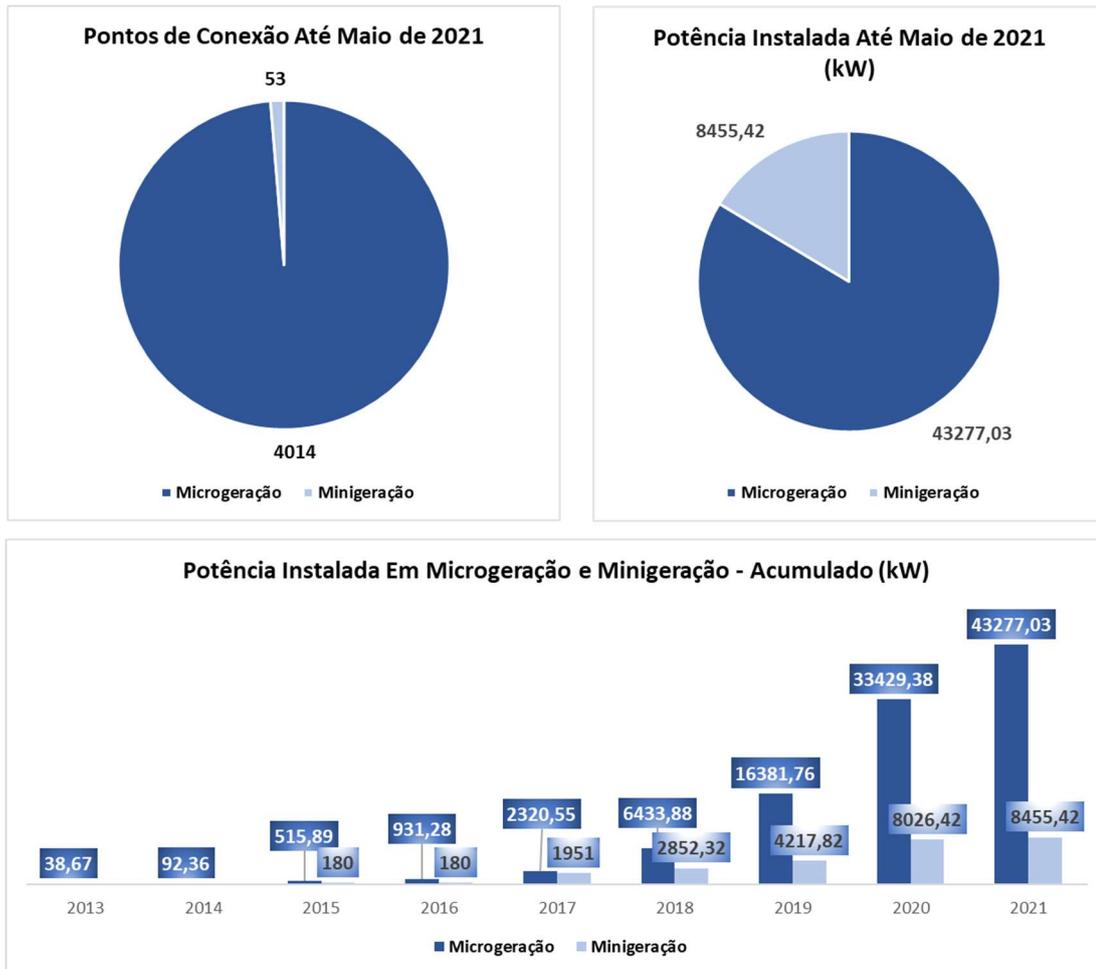
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se que em Fortaleza há a predominância absoluta da geração em UFV, sendo 99,80% dos pontos de conexão e 99,96% da potência instalada referentes a centrais geradoras FV. Ocorreram instâncias de conexões de EOL nos anos 2013, 2014 e 2015, não existindo novos registros de conexões de centrais geradoras eólicas em GD desde então.

4.1.4 Análise da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração

A Figura 23 mostra o panorama das instalações em minigeração e microgeração instaladas em Fortaleza até maio de 2021:

Figura 23- Fortaleza: Panorama da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração



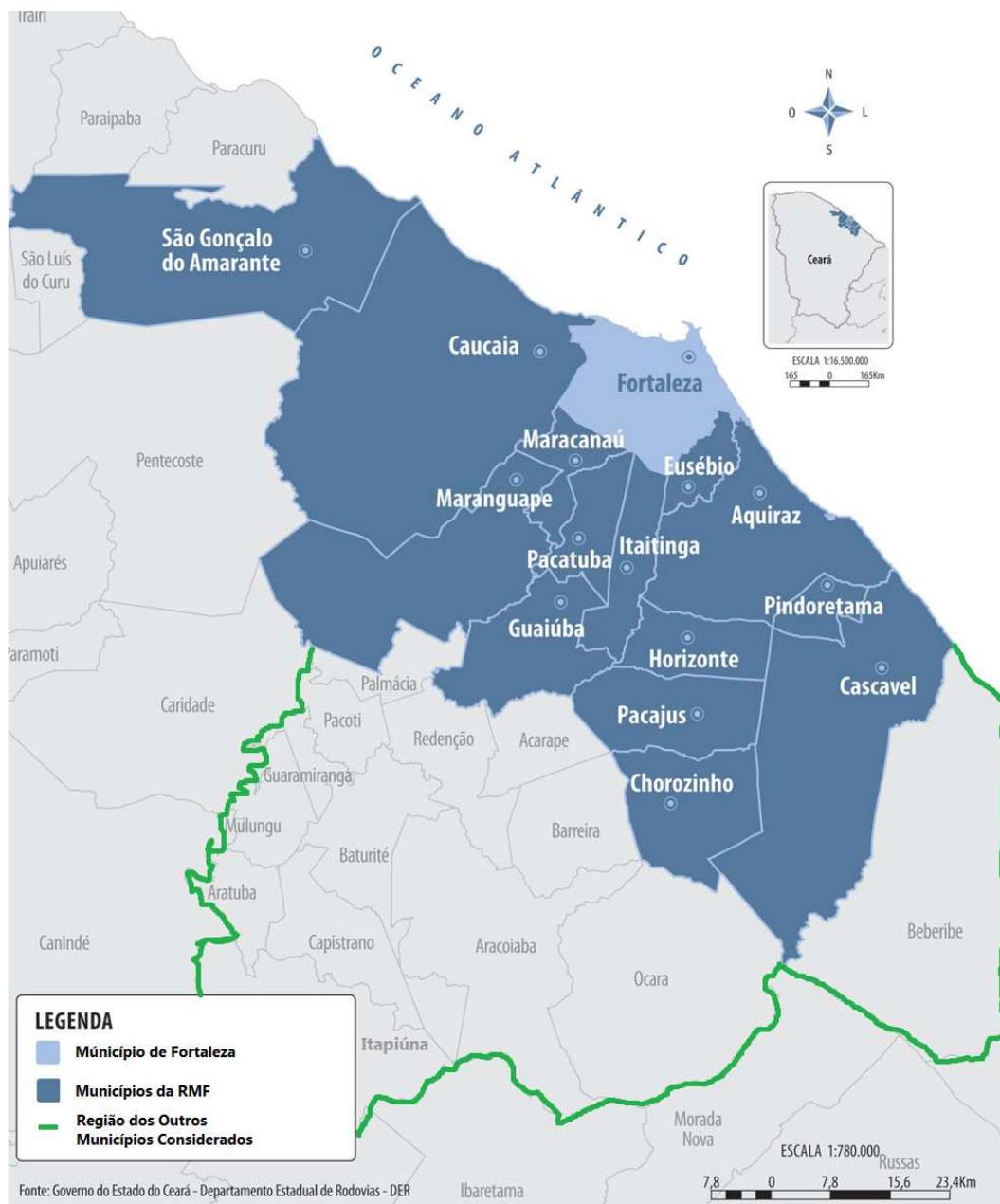
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se a predominância de pontos de conexão de projetos de microgeração, representando 98,7 % das conexões. No ano de 2017 a potência instalada acumulada em minigeração apresentou valor próximo à carga instalada de microgeração, representando 45,7% da potência de GD instalada em Fortaleza. Com o passar dos anos, entretanto, houve um desequilíbrio drástico nessa proporção, favorecendo às conexões em projetos de microgeração, que representam 83,7% da potência de GD de Fortaleza, com 43.277,03 kW instalados até maio de 2021.

4.2 Zona dos Outros Municípios da RMF

A Figura 24 mostra a região considerada para o estudo, que compreende os Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (OMRMF). A região composta pelos demais municípios da RMF, que estão destacados em azul escuro, juntamente com a área delimitada pela linha verde será abordada separadamente e será referida como Zona dos Outros Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (ZOMRMF).

Figura 24- Região Considerada para o Estudo - ZOMRMF



Fonte: Observatório das Metrôpoles, 2020 – Adaptado.

Na Figura 25 são apresentados os 10 municípios com maior número de habitantes na ZOMRMF, de acordo com levantamento do IBGE divulgado em 2020 (IBGE, 2020).

Figura 25- ZOMRMF: Panorama dos 10 Municípios com Maior População

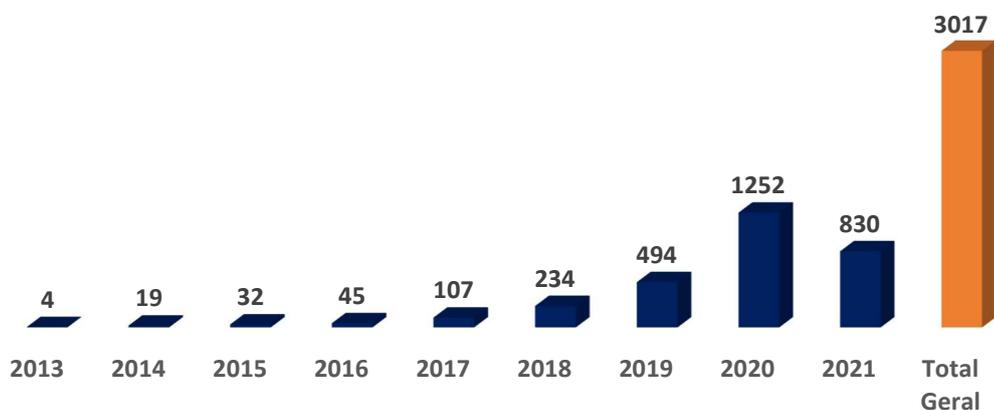
ZOMRMF: Panorama dos 10 Municípios com Maior Número de Habitantes			
<i>Município</i>	<i>Habitantes</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Hab/ km²</i>
1 - CAUCALA	365.212	1223,25	298,56
2 - MARACANAÚ	229.458	105,07	2183,84
3 - MARANGUAPE	130.346	583,51	223,38
4 - PACATUBA	84.554	133,24	634,62
5 - AQUIRAZ	80.935	480,24	168,53
6 - PACAJUS	73.188	250,30	292,40
7 - CASCAVEL	72.232	838,12	86,18
8 - HORIZONTE	68.529	160,56	426,82
9 - EUSÉBIO	54.337	78,82	689,40
10 - BEBERIBE	53.949	1596,75	33,79

Fonte: IBGE, 2020 – Adaptado.

4.2.1 Análise do Crescimento do Número de Pontos de Conexão GD

A Figura 26 apresenta o histórico de entrada anual de novos pontos de conexão de GD na ZOMRMF até 31 de maio de 2021. Foram ingressados 3017 pontos de conexão nesse período, sendo 2810 (93,14% do total acumulado) conectados de 2019 em diante e 830 (27,5% do total) apenas nos 5 primeiros meses de 2021.

Figura 26- ZOMRMF: Novos Pontos de Conexão de GD

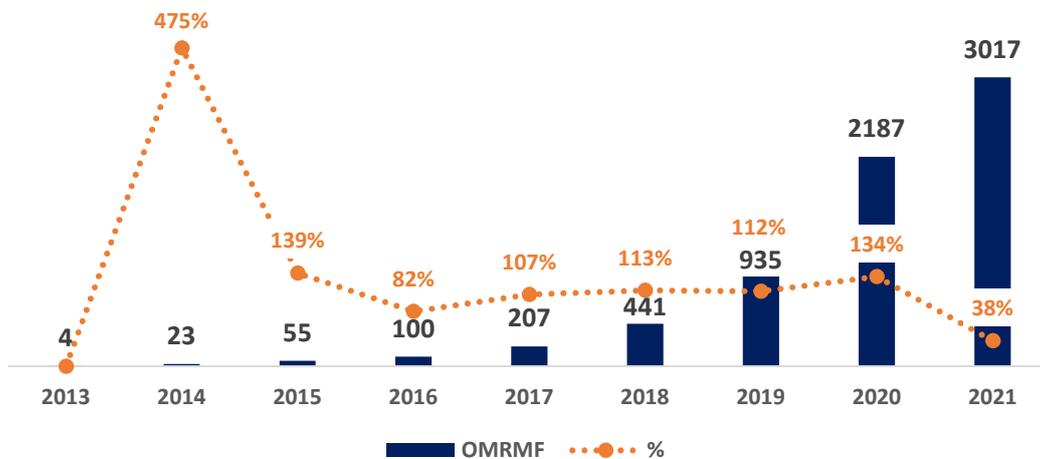


Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Verifica-se que de 2017 em diante houve um aumento considerável na quantidade de pontos ingressados em cada ano, sendo um possível reflexo do surgimento da linha de crédito FNE Sol e da criação do FIEE pela Lei Complementar nº 170.

A Figura 27 exibe a entrada acumulada dos novos pontos de conexão de GD ZOMRMF, até 31 de maio de 2021. É destacada a taxa de crescimento anual, dada pelo quociente entre o crescimento entre os anos e o valor acumulado do ano anterior.

Figura 27- ZOMRMF: Novos Pontos de Conexão de GD – Valor Acumulado



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Infere-se que houve uma tendência de crescimento acelerada no ano de 2014 pois haviam poucos pontos de conexão de GD, logo cada nova adesão promoveu um aumento expressivo na taxa de crescimento. Já entre os anos de 2015 e 2020 houve maior estabilidade na taxa de crescimento, tendo valor mínimo de 82% em 2016 e máximo de 139% em 2015.

A Tabela 4 mostra como se deu a entrada desses novos pontos de conexão de GD nos Municípios da região avaliada.

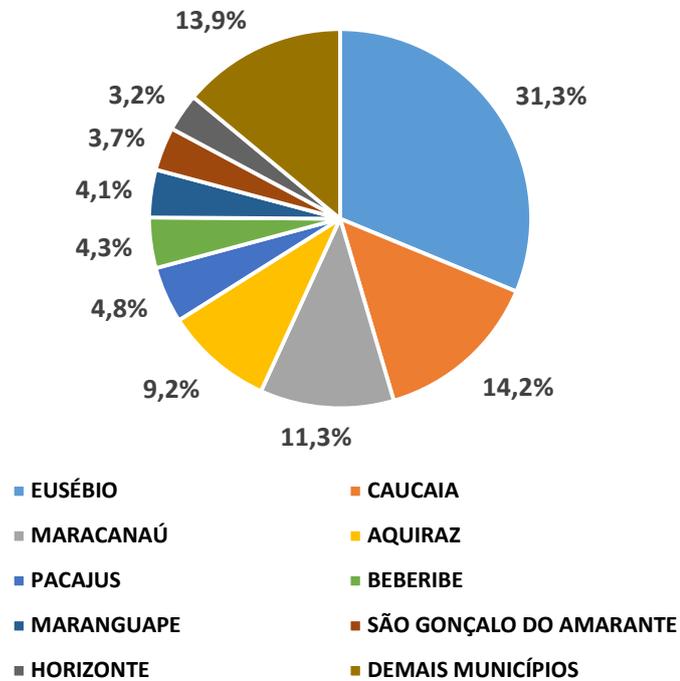
Tabela 4- ZOMRMF: Pontos de Conexão de GD por Município

Bairro	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Geral
ACARAPE						1	1	4	2	8
AQUIRAZ		4	4	10	10	18	45	117	69	277
ARACOIABA					1	2		6	2	11
ARATUBA						1	1	5	2	9
BARREIRA							3	4	6	13
BATURITÉ					3	2	3	12	8	28
BEBERIBE		2		1	4	12	21	50	40	130
CAPISTRANO					1			4	1	6
CASCAVEL					3	7	8	35	26	79
CAUCAIA		3	3	5	19	33	71	179	115	428
CHOROZINHO						1	2	9	9	21
EUSÉBIO	4	6	20	21	42	95	187	333	236	944
GUAIÚBA								10	2	12
GUARAMIRANGA					1			2	7	10
HORIZONTE				1	4	4	11	53	24	97
ITAITINGA				1		5	14	27	20	67
ITAPIÚNA							1	10	1	12
MARACANAÚ		2	2	1	7	16	47	159	108	342
MARANGUAPE		1		1	4	10	15	53	39	123
MULUNGU					2	1		1	3	7
OCARA						4	5	14	2	25
PACAJUS			3	1	1	6	24	70	40	145
PACATUBA						3	7	24	20	54
PACOTI						2		4	4	10
PALMÁCIA					1		1	3		5
PINDORETAMA						2	6	16	7	31
REDENÇÃO							4	6	2	12
SÃO GONÇALO DO AMARANTE		1		3	4	9	17	42	35	111

Fonte: ANEEL, 2021 - Adaptado

A Figura 28 exibe o percentual que os 10 municípios com maior número de pontos de conexão representam em relação ao total da ZOMRMF. É possível identificar que 31,3% das conexões de GD estão concentradas apenas no Eusébio, seguido de Caucaia, com 14,2% dos pontos. Os demais municípios não relacionados entre os 10 totalizam 13,9% das conexões em GD. Esses dados nos permitem posicionar o Eusébio como polo dos pontos de conexão de GD na região, levando-se em consideração a vasta disparidade em relação aos demais municípios.

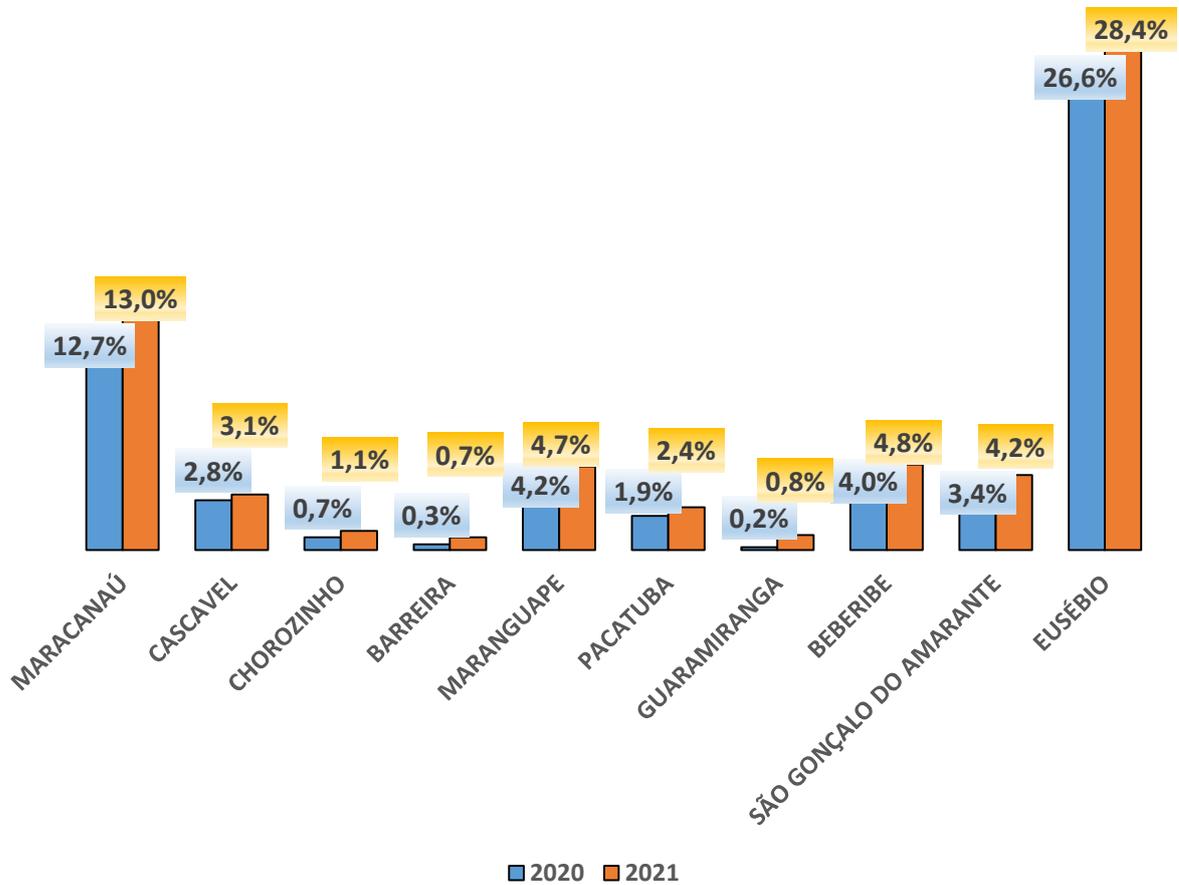
Figura 28- 10 Municípios com Mais Pontos de Conexão: Percentual de Pontos em Relação a ZOMRMF



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Na Figura 29 são mostrados os 10 municípios que apresentaram maior crescimento relativo entre os anos de 2020 e 2021. Os valores mostrados são o percentual de novos pontos de conexão nos municípios em relação ao total conexões de GD da ZOMRMF, que teve um total de 1252 conexões em 2020 e 830 em 2021.

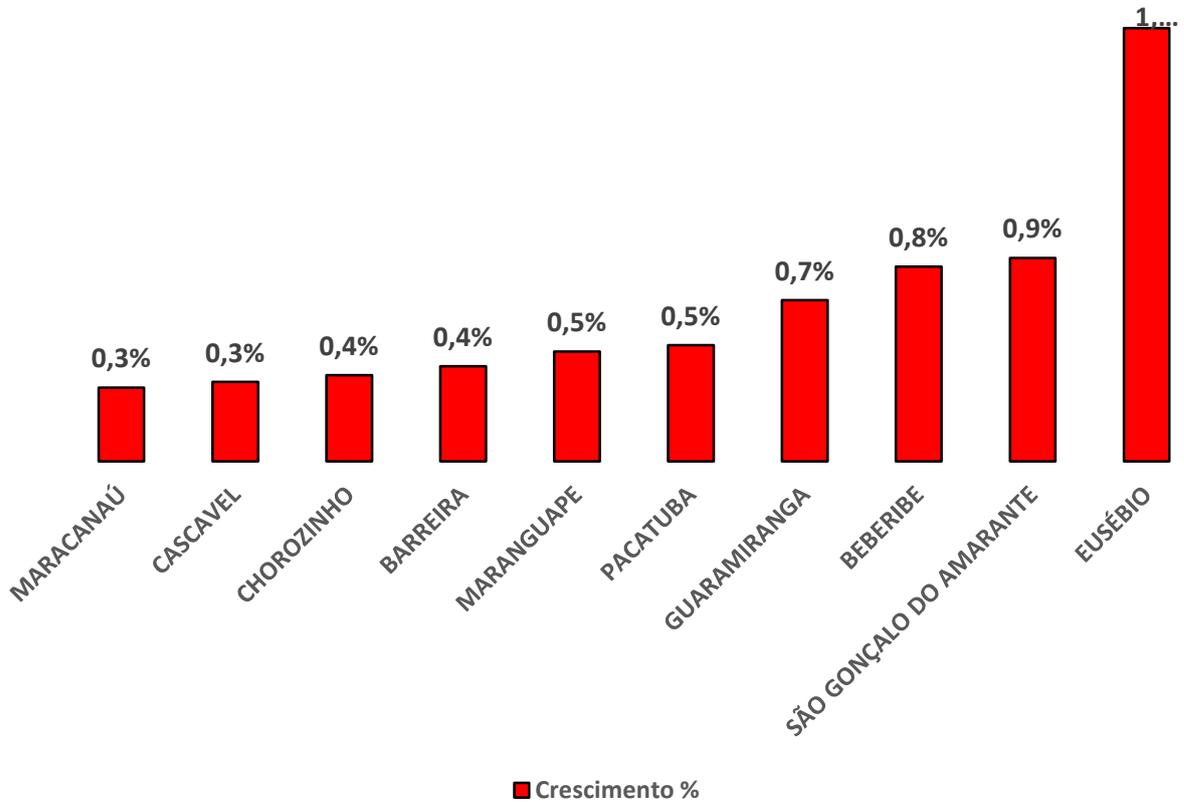
Figura 29- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão Entre os Anos de 2020 e 2021



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

A diferença entre o percentual relativo do ano de 2021 e o ano de 2020 indica o crescimento entre os anos, conforme ilustrado na Figura 30. Os municípios relacionados apresentam, portanto, uma tendência de crescimento otimista para os meses posteriores. Destacou-se o município Eusébio com a maior taxa de crescimento entre os anos, de 1,8%, superando em 100% o segundo colocado, São Gonçalo do Amarante, que teve um crescimento relativo de 0,9%. Destacam-se os municípios de Cascavel, Chorozinho, Barreira, Pacatuba e Guaramiranga, pois não estão entre as 10 cidades com maior quantidade de pontos de conexão acumulados, indicando uma nova tendência de crescimento nas localidades.

Figura 30- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Crescimento Relativo de Pontos de Conexão Entre 2020 e 2021 – Crescimento Percentual

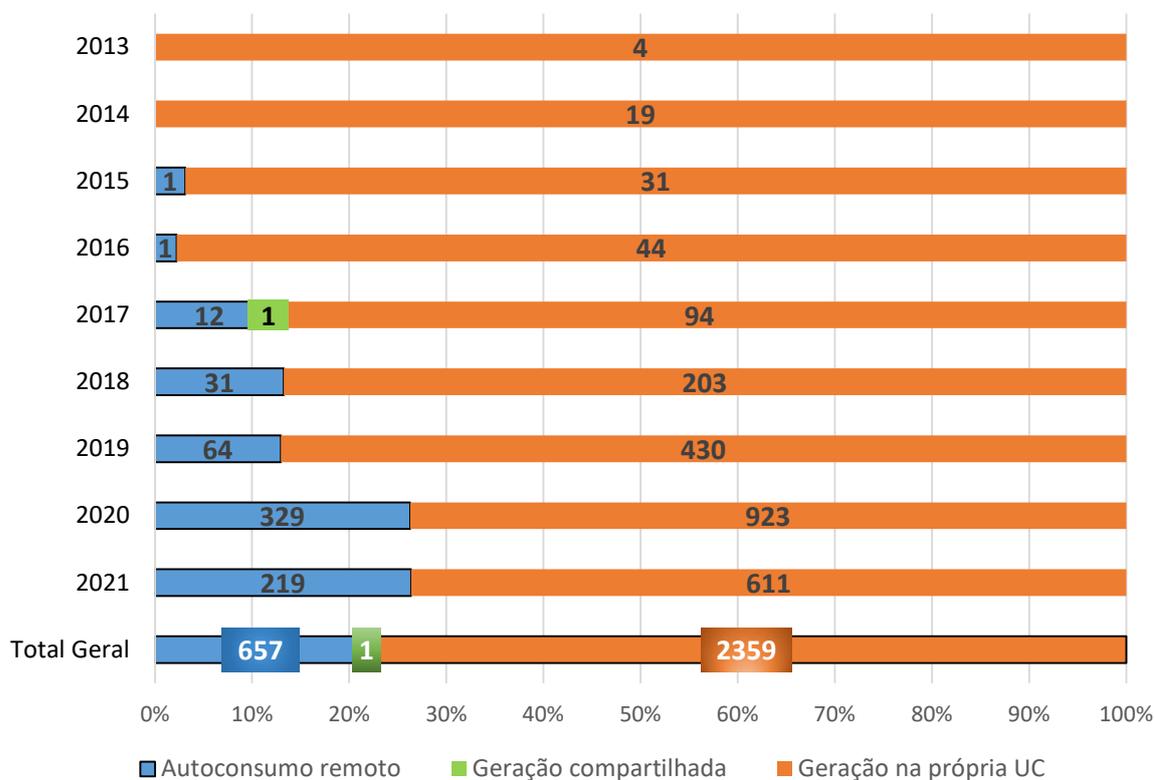


Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

4.2.2 Análise das Modalidades Adotadas

A Figura 31 apresenta a distribuição de modalidades adotadas pelos consumidores de GD na ZOMRMF até maio de 2021. Observa-se a predominância das modalidades com Geração na Própria UC, representando 78,19% de adesão dos clientes de GD e da modalidade Autoconsumo Remoto, com 21,78%. Houve também o registro de uma única adesão de Geração Compartilhada, que representa 0,03% do total de pontos de GD na região.

Figura 31- ZOMRMF: Modalidades de GD



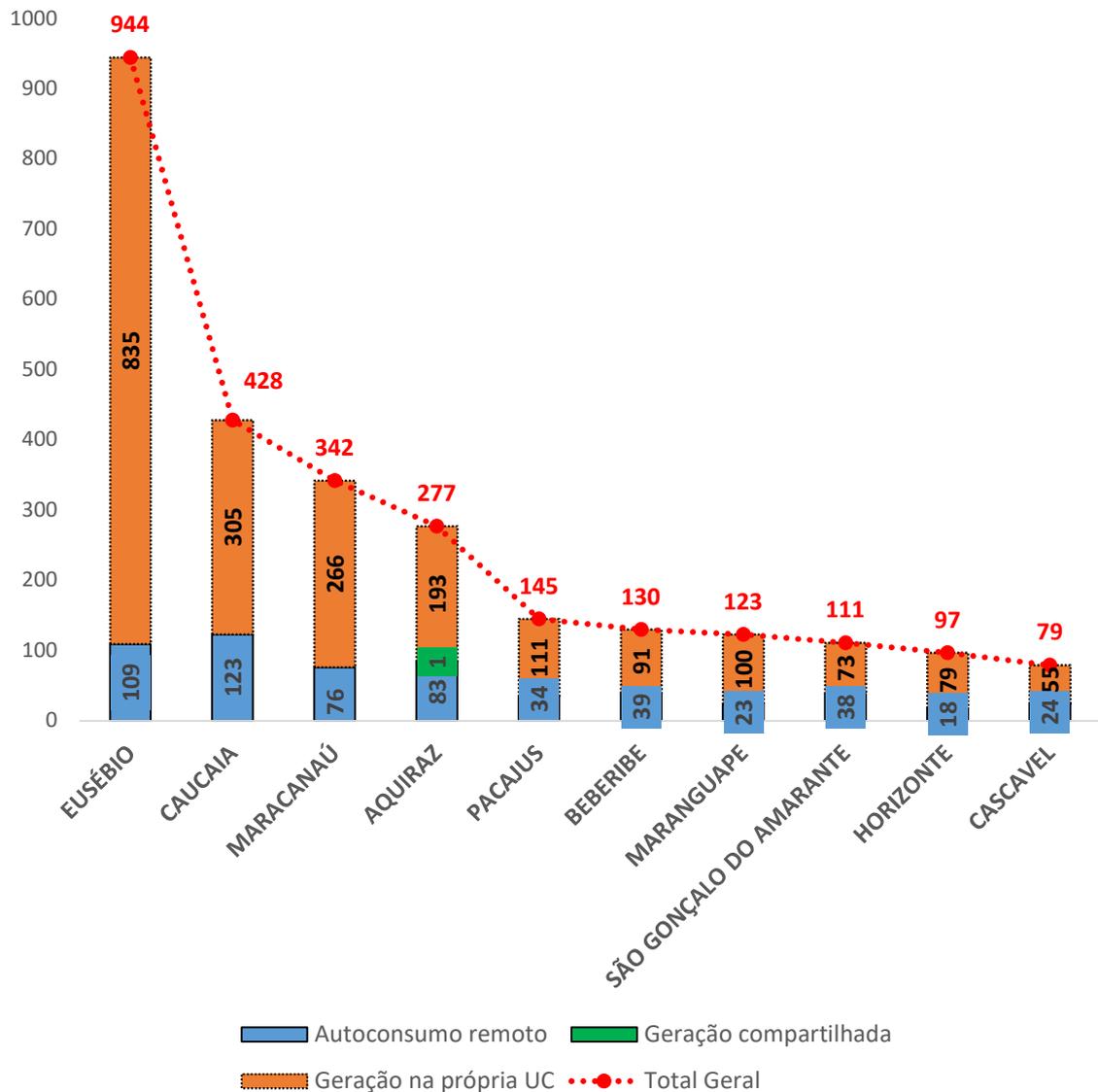
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se que a modalidade Autoconsumo Remoto teve um início brando nos anos de 2015 e 2016, com um único registro de novo ingresso em cada ano, representando respectivamente 3,13% e 2,22% dos novos pontos de conexão de GD na ZOMRMF. Entretanto, a modalidade apresentou uma taxa de adesão crescente nos anos seguintes, chegando a representar 26,39% dos novos pontos ingressados no ano de 2021, até o mês de maio, atingindo 21,78% do total de pontos de GD na região.

Nota-se a ausência de ocorrências da modalidade de EMUC e um singular caso de Geração Compartilhada, no ano de 2017, indicando que a ZOMRMF possui um potencial pouco explorado para expansão nestas vertentes.

A Figura 32 apresenta o perfil de adesão às modalidades entre os 10 municípios com maior número de pontos de GD.

Figura 32- ZOMRMF: Modalidades de GD Entre os Municípios com Mais Pontos de conexão em GD



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se uma proporção uniforme entre as modalidades Autoconsumo Remoto e Geração na Própria UC nos municípios Caucaia, Maracanaú, Aquiraz, Pacajus, Beberibe e Cascavel, com taxa de unidade que aderiram ao Autoconsumo Remoto variando entre 22,22% (Maracanaú) e 30,38% (Cascavel). Nota-se que Eusébio, apesar de possuir o maior número de conexões de GD com uma vasta diferença em relação à demais cidades da ZOMRMF, possui menos conexões em Autoconsumo Remoto que Caucaia e apresenta a menor taxa relativa de adesão na modalidade entre os municípios apresentados na Figura 32 (apenas 11,55% das suas conexões são em Autoconsumo Remoto), mostrando que o perfil da localidade é inclinado para

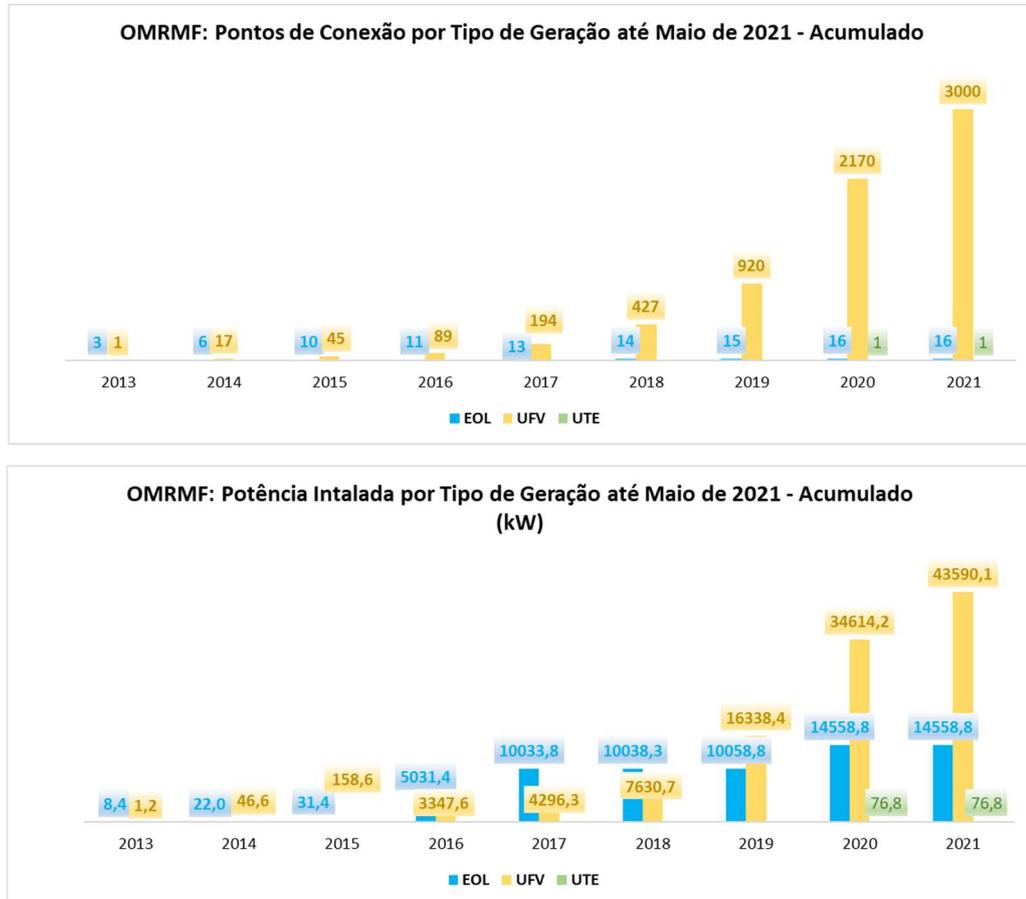
a categoria de Geração na Própria UC. Já o município de São Gonçalo do Amarante possui a maior taxa relativa de conexões em Autoconsumo Remoto (34,23%).

Considerando a ausência das modalidades de EMUC e uma única ocorrência de Geração Compartilhada (em Aquiraz), observa-se o potencial de associação entre os clientes nos municípios para formação de CER. Considerando a característica da proximidade espacial entre clientes do projeto de GD em comunidades de energia, elencam-se municípios com maior concentração de habitantes por km² como mais propensos ao surgimento dessas associações de consumidores. Pode-se inferir então que municípios com maior relação de habitantes/km² e que apresentam histórico de alta procura por projetos de GD possuem um maior potencial para associação dos seus moradores em um projeto de GD. Sob essas condições, considerando os dados expostos na Figura 25, destacam-se os municípios Maracanaú (2183,84 habitantes/km²), Eusébio (689,40 habitantes/km²) e Horizonte (426,82 habitantes/km²) como localidades de maior potencial para surgimento de comunidades de energia na ZOMRMF.

4.2.3 Análise do Tipo de Geração

A Figura 33 mostra o panorama por tipo de geração, mostrando a quantidade de pontos de conexão e potência instalada acumulada na ZOMRMF até maio de 2021:

Figura 33- ZOMRMF: Panorama do Tipo de Geração

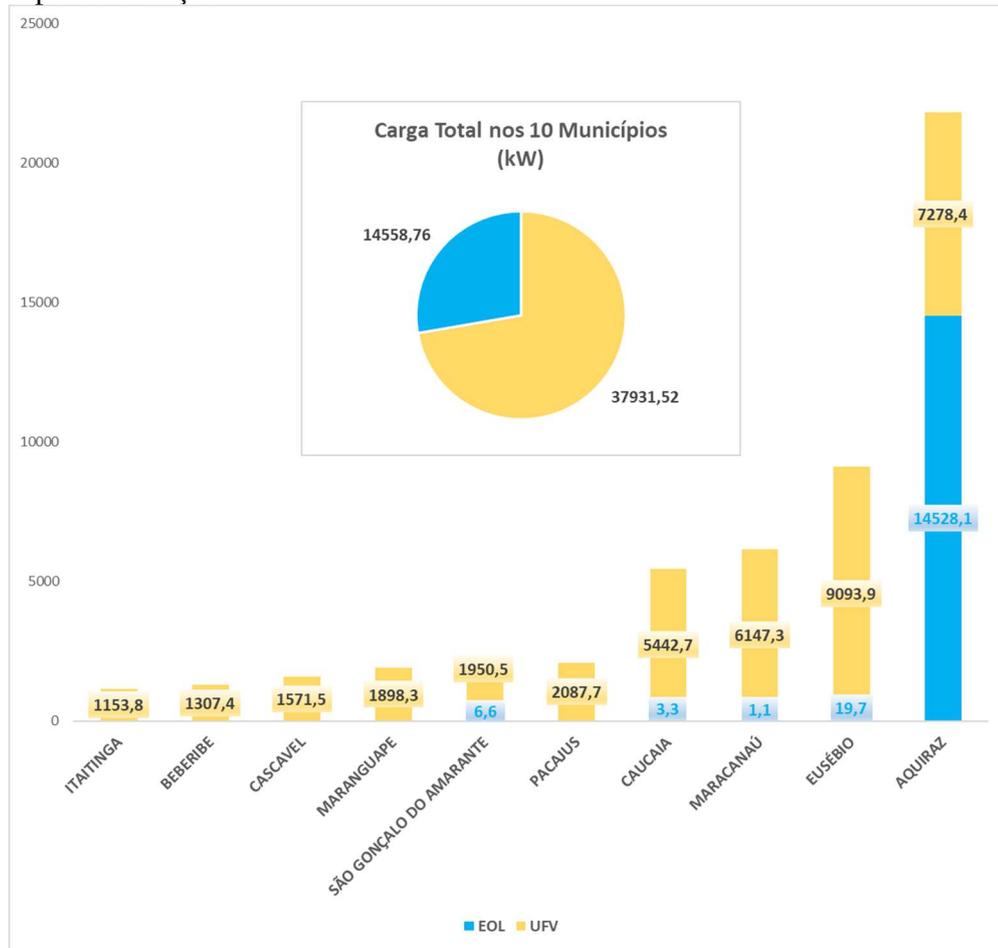


Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se na ZOMRMF o predomínio da geração em UFV, com 99,40% dos pontos de conexão. Entretanto, em termos da potência instalada, verificou-se uma distribuição com menor disparidade entre as UFV (74,86% da carga conectada) e as EOL (25,00%). Houve uma única instância de conexão de UTE no ano de 2020, tratando-se de uma geradora termelétrica que usa como fonte o bagaço de cana, localizada em Guaiúba (ANEEL,2021).

Na Figura 34 é apresentada a potência instalada por tipo de geração nos 10 municípios com maiores valores na ZOMRMF.

Figura 34- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Potência Instalada (kW) – Tipo de Geração



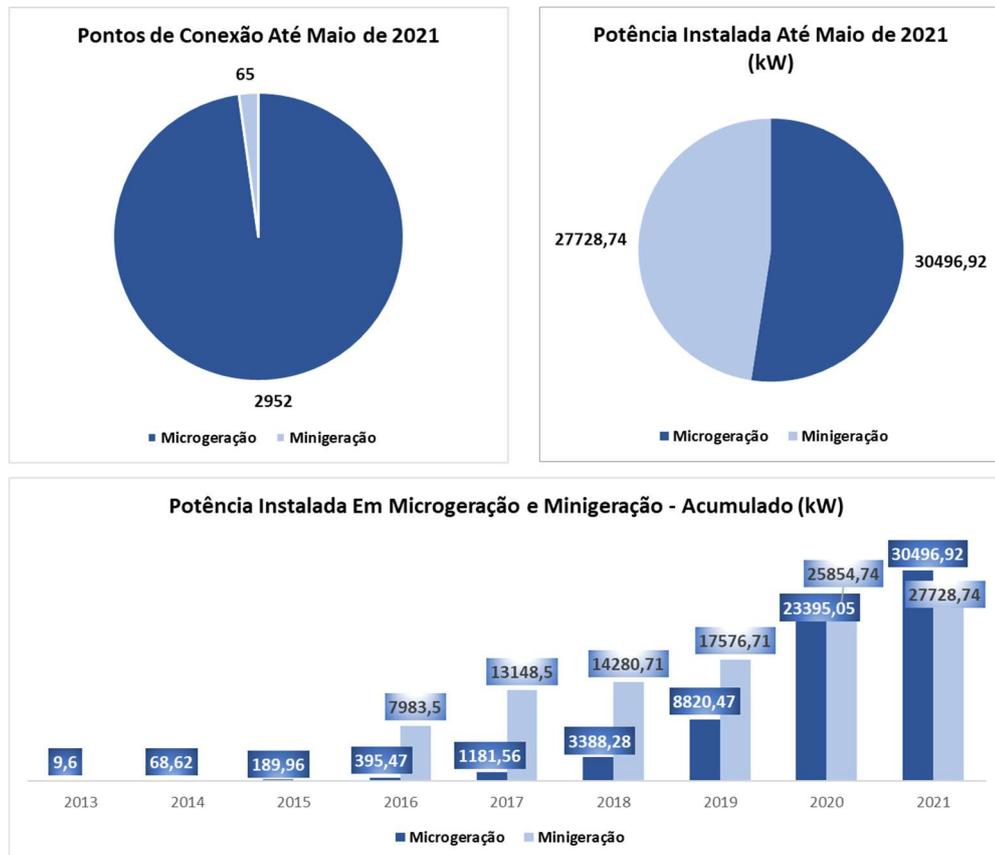
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Nota-se que, apesar do município Eusébio apresentar o maior quantitativo de pontos de conexão na ZOMRMF, Aquiraz o ultrapassa com grande margem no parâmetro de potência GD instalada, com um total de 21806,4 kW instalados. É notório que o município de Aquiraz se situa como polo de potência instalada em usinas eólicas, com 14528,1 kW instalados, que representam 99,8% da carga em EOL nos 10 municípios apresentados. Observa-se ainda que a potência instalada de EOL em Aquiraz teve grande contribuição por meio de projetos de minigeração, considerando que só houveram 16 conexões em GD de EOL nos 10 municípios apresentados até maio de 2021.

4.2.4 Análise da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração

A Figura 35 mostra o panorama das instalações em Minigeração e Microgeração instaladas na ZOMRMF até maio de 2021:

Figura 35- ZOMRMF: Panorama da Potência Instalada – Microgeração e Minigeração



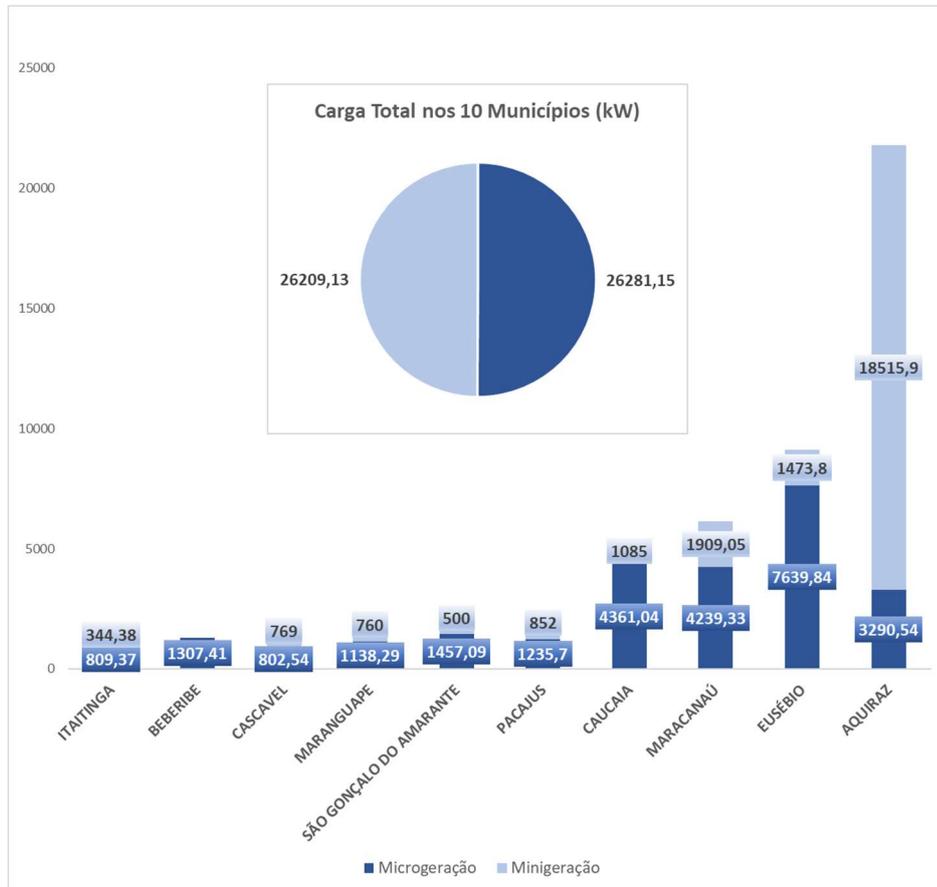
Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

Observa-se a predominância de pontos de conexão de projetos de microgeração, representando 97,85% das conexões. Entretanto, em termos da potência das conexões em GD implantadas, nota-se um cenário diferente. Constata-se na Figura 35 que em 2016 houve uma entrada súbita de carga instalada em minigeração, que pode ser atribuída à RN n° 687/2015, que ampliou os limites de potência instalada nessa categoria para até 5 MW. Em 2016, então, os projetos de minigeração representavam a maioria absoluta no que se refere à potência instalada na ZOMRMF. Houve, no entanto, o crescimento acelerado das cargas instaladas em microgeração, ao ponto de superar o total conectado em minigeração no ano de 2021. Até maio de 2021, observa-se uma situação de equilíbrio relativo entre microgeração (52,38% da carga instalada) e minigeração (47,62% da potência conectada em GD). Entretanto, a tendência detectada de crescimento de projetos de microgeração indica que o cenário futuro se encaminha para uma predominância mais expressiva deste tipo de projeto na ZOMRMF.

Na Figura 36 é apresentada a potência instalada por tipo de projeto nos 10 municípios da ZOMRMF com maior potencial instalado em GD. Seguindo a tendência da ZOMRMF como

um todo, nota-se que a potência conectada em cada modalidade de projeto se encontra em um patamar próximo, com 26209,13 kW instalados em minigeração e 26281,15 kW instalados em microgeração.

Figura 36- ZOMRMF: 10 Municípios com Maior Potência de GD Instalada (kW) – Microgeração e Minigeração



Fonte: ANEEL, 2021 – Adaptado.

É notório que o município de Aquiraz é responsável pela maior parte dos projetos de minigeração, não apenas entre os 10 municípios elencados, mas também em toda a ZOMRMF. Seus 18515,9 kW instalados nessa categoria de projeto representam 66,78% da carga instalada em projetos de minigeração na ZOMRMF. Já os demais municípios apresentados mostram predominância de carga oriunda de projetos de microgeração, com destaque para o Eusébio com a maior carga instalada nessa categoria de projeto, possuindo 7639,84 kW implantados.

5 CONCLUSÃO

Verificou-se uma concentração acentuada da entrada de novos pontos de GD entre 2019 e maio de 2021 na RMF. Em Fortaleza, esse período compreendeu 3376 conexões (83% do total da Capital), enquanto na ZOMRMF foram implantados 2810 pontos de GD (93% do total da zona) possibilitando a associação desse fenômeno com a criação do PL nº 5829 e com a implementação das Bandeiras Tarifárias.

Percebeu-se que em Fortaleza 30,6% dos pontos de conexão de GD estão concentrados apenas em 10 bairros da Capital. Entretanto, a cidade está em uma tendência de redução dessa centralização, visto que em 2018 a concentração nos 10 bairros era de 34,4% e vem reduzindo a cada ano. Isso implica em uma distribuição gradativamente mais equalitária entre os bairros.

Ainda tratando-se de Fortaleza, na análise dos 10 bairros com maior número de conexões de GD constatou-se que 74,76% das conexões são situadas na SER VI, revelando que essa regional possui grande procura de projetos de GD, possivelmente relacionada à existência de bairros nobres na região com uma maior área para implementação de projetos de GD e à presença de empreendimentos de alto poder aquisitivo (shoppings e universidades particulares), mostrando afinidade para o surgimento de novos pontos de geração na localidade. Destacam-se nessa regional os bairros Cidade dos Funcionários (possui o maior número de conexões em GD na cidade, com 186 pontos até maio de 2021), Messejana e José de Alencar. Esses locais apresentaram uma grande quantidade de pontos de GD acumulados até maio de 2021 e estão entre os 10 bairros com maior crescimento relativo entre 2020 e 2021.

Já na ZOMRMF revelou-se uma grande concentração das conexões em GD no Eusébio, que comporta 31,3% dos pontos de GD. A diferença entre o segundo município com mais conexões, Caucaia (14,2% das conexões da ZOMRMF) solidifica o Eusébio como grande polo da GD na região, que pode ser associado a existência de grandes empreendimentos residenciais de luxo no município.

Em termos do tipo de projeto adotado, percebeu-se uma preferência por projetos de menor magnitude entre os consumidores de Fortaleza, com 43277,03 kW (83,7% da carga de GD da Capital) instalados em microgeração até maio de 2021, representando 58,66% da carga nessa categoria em toda a RMF. Essa inclinação pode ser justificada pela limitação espacial em uma zona de intensa urbanização. Já a ZOMRMF apresentou maior afinidade para projetos de minigeração em relação à Capital, com 27728,74 kW instalados até maio de 2021, concentrando 76,63% da carga instalada na RMF nessa categoria de projeto. O município Aquiraz se destacou na ZOMRMF por possuir 66,78% (18515,9 kW) da carga instalada em minigeração nessa área.

Fortaleza apresentou um predomínio absoluto de conexões em UFV, que representam 99,8% dos pontos de conexão e 99,96% da potência instalada na cidade até maio de 2021. Na ZOMRMF observou-se um domínio menos acentuado das instalações de GD em UFV, que correspondeu a 74,86% da potência na área e no período em estudo. Há uma parcela notória da potência conectada em EOL na ZOMRMF, 14558,8 kW, que correspondem a 25% das conexões na zona. O município de Aquiraz se coloca em evidência portando 14528,1 kW instalados em EOL, que equivalem a 99,78% da carga instalada em GD proveniente dessa fonte na ZOMRMF, suficientes para classificar o município como polo de geração eólica com GD em toda a RMF. Dado que a ZOMRMF possui apenas 16 pontos conectados em EOL no período, pode ser inferido que a potência instalada possui em sua composição grandes projetos de minigeração situados em Aquiraz.

Identificou-se uma capacidade para expansão da modalidade Autoconsumo Remoto, que vem ganhando popularidade desde sua inclusão no fim de 2015, porém que ainda representa 20,6% e 21,78% das adesões em Fortaleza e na ZOMRMF até maio de 2021, respectivamente.

A ausência de ingressos da modalidade de EMUC e a única ocorrência de Geração Compartilhada na RMF mostra que a área apresenta um potencial inexplorado para expansão nessas categorias. Em Fortaleza, se destacam os bairros Mondubim (127 conexões), Passaré (142 conexões) e Messejana (140 conexões) por possuírem alta demanda de empreendimentos de GD e estarem entre os bairros mais populosos da Capital, permitindo apontar essas localidades como possuidoras de alta afinidade para associações de moradores em projetos de GD, com potencial para o surgimento de comunidade de energia renovável. A mesma análise foi realizada na ZOMRMF, avaliando-se a densidade populacional entre os municípios com maior demanda de GD, se destacando as cidades Maracanaú (2183,84 hab/km²), Eusébio (689,4 hab/km²) e Horizonte (426,82 habitantes/km²).

Por fim, percebe-se que mesmo em um período de crise econômica causada pela pandemia de Covid-19 houve uma grande entrada de novos pontos de conexão de GD em 2020, fato que pode ser diretamente relacionado às discussões que desencadearam na criação do PL nº 5829. Infere-se que a possibilidade de manutenção das regras antigas de taxaço no sistema de compensação energética causou uma aceleração na adesão à GD pelos clientes da RMF. Com a efetivação do Marco Legal da GD no Brasil pela Lei nº 14.300 foram confirmadas as datas limite de adesão à GD com a garantia da manutenção das regras antigas até 2045. Esse fato deve aumentar o sentimento de urgência entre os consumidores e intensificar a procura por novos projetos de GD no ano de 2022. Considerando-se elevada taxa de crescimento anual

encontrada na RMF, é possível ter uma perspectiva otimista para o ano de 2022, com a expectativa para mais um ano recorde em novas conexões de GD.

SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- 1) Fazer a correlação entre número de pontos de conexão com a área de cada bairro e análise dos parâmetros socioeconômicos, como o IDH, de cada regional e correlacionar com capacidade de expansão em projetos de GD.
- 2) Realizar um estudo de saturação de pontos de conexão de GD por bairro considerando o número de clientes por bairro e área
- 3) Avaliar a Capacidade de expansão de comunidades energéticas renováveis na RMF considerando o quantitativo de conexões agrupadas ou em Prédio de Múltiplas Unidades Consumidoras (PMUC).

REFERÊNCIAS

- ABSOLAR. **A energia solar e a liberdade do consumidor**. 2019. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/artigos/a-energia-solar-e-a-liberdade-do-consumidor/>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- ABSOLAR. **Opinião: ABSOLAR fala sobre o papel da fonte solar fotovoltaica na recuperação econômica**. 2020. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/artigos/opiniaio-absolar-fala-sobre-o-papel-da-fonte-solar-fotovoltaica-na-recuperacao-economica/>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- ABSOLAR. **Brasil atinge meio milhão de conexões de energia solar em telhados e pequenos terrenos, aponta ABSOLAR**. 2021. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-atinge-meio-milhao-de-conexoes-de-energia-solar-em-telhados-e-pequenos-terrenos-aponta-absolar/>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- ABSOLAR. **Energia solar no Ceará ultrapassa 200 megawatts de geração própria em telhados e pequenos terrenos**. 2021. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-no-ceara-ultrapassa-200-megawatts-de-geracao-propria-em-telhados-e-pequenos-terrenos/>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- ABSOLAR. **Infográfico ABSOLAR**. 2021. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- ABSOLAR. **Marco Legal da GD no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://mcusercontent.com/cc1f6a28297fa160b30bed073/files/c607efca-a655-a606-1b8e-697c6fba738c/2022.01.07_ABSOLAR_Lei_n%C2%BA_14300.2022_Marco_Legal_da_GD.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- ALBA. **PL 5829: Aprovação do Marco Legal de Geração Distribuída**. 2021. Disponível em: <<https://albaenergia.com.br/pl-5829-aprovacao-do-marco-legal-de-geracao-distribuida/>>. Acesso em 30 jan. 2022.
- ANEEL. **Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. 2020**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/outorgas/geracao/-/asset_publisher/mJhnKli7qcJG/content/registro-de-central-geradora-de-capacidade-reduzida/655808?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Foutorgas%2Fgeracao%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_mJhnKli7qcJG%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2>. Acesso em: 02 jun. 2021
- ANEEL. **Resolução Normativa N° 482, de 17 de Abril de 2012**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2012.
- ANEEL. **Resolução Normativa N° 517, de 11 de Dezembro de 2012**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2012.
- ANEEL. **Resolução Normativa N° 687, de 24 de Novembro de 2015**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2015.

ANEEL. **Resolução Normativa N° 786, de 17 de Outubro de 2017**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2017.

BANCO DO NORDESTE. **FNE SOL**. 2016. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/fne-sol>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

CBIE. **O que é a Geração Distribuída**. 2019. Disponível em: <<https://cbie.com.br/artigos/o-que-e-a-geracao-distribuida/>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CEARÁ. **Decreto n° 31.853, de 14 de Dezembro de 2015**. Altera o Decreto n° 24.569, de 31 de julho de 1997, que regulamenta a Lei n° 12.670, de 27 de dezembro de 1996. Ceará: Palácio da Abolição, [2015]. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=313878>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

CEARÁ. **Lei Complementar n° 170, de 28 de Dezembro de 2016**. Altera A Lei Complementar n°. 81, De 2 De Setembro De 2009. Ceará: Palácio da Abolição, [2016]. Disponível em: <<https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2016/lc170.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

DE ANDRADE, Jorge Vleberton Bessa et al. Constitutional aspects of distributed generation policies for promoting Brazilian economic development. *Energy Policy*, v. 143, p. 111555, 2020.

DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA. **Comunidades de Energia**. 2019. Disponível em: <<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/o-que-e-uma-comunidade-de-energia/>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ENEL. **Geração Distribuída**. 2020. Disponível em: <https://www.enel.com.br/pt-ceara/Corporativo_e_Governo/Geracao_Distribuida.html>. Acesso em: 18 jan. 2022.

EUROPEAN COMMISSION. **Energy communities**. 2021. Disponível em: <https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en>. Acesso em: 16 fev. 2022.

FAROENERGY. **O impacto das Bandeiras Tarifárias para o consumidor final**. 2021. Disponível em: <<https://faroenergy.com/2021/12/o-impacto-das-bandeiras-tarifarias-para-o-consumidor-final/>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

GONÇALVES, André Rodrigues et al. Cenários de expansão da geração solar e eólica na matriz elétrica brasileira. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018**. 2018.

IBGE. **Áreas Territoriais**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE. **Estimativas da População**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674&t=downloads>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

IBGE. **Cidades e Estados: Fortaleza.** 2021. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/fortaleza.html>>. Acesso em: 14 jan.2022.

IEA. **Solar PV.** 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/solar-pv>. Acesso em: 24 jul. 2021.

IEA. **Covid-19 impact on renewable energy growth.** 2020. Disponível em:

<<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/covid-19-impact-on-renewable-energy-growth#abstract>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

IEA. **Renewable energy market update.** 2020. Disponível em:

<<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

INSOL. **Geração Centralizada x Geração Distribuída.** 2021. Disponível em:

<<https://insolenergia.com.br/blog/geracao-centralizada-x-geracao-distribuida->>. Acesso em: 15 fev. 2022.

IRENA. **Trends in Renewable Energy.** 2021. Disponível em:

<<https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Região Metropolitana Fortaleza.** 2020.

Disponível em: <https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/o-agronegocio-na-regiao-metropolitana-de-fortaleza/regiao-metropolitana-fortaleza_governo-do-estado-do-ceara/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

PASTOR, João Cesar Silva; DE ALMEIDA MACÊDO, Ana Vitória. Panorama Atual e Perspectivas Futuras das Fontes de Energia Renováveis Intermitentes no Nordeste Brasileiro. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2020.** 2020.

POPULAÇÃO. **Maiores Bairros de Fortaleza.** 2013. Disponível em:

<https://populacao.net.br/os-maiores-bairros-fortaleza_ce.html>. Acesso em: 15 jan. 2022.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Fortaleza em Bairros.** 2021. Disponível em:

<<https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/fortaleza-em-bairros/>>. Acesso em 15 jan. 2022.

REEVISA. **Taxação do Sol: Entenda a Polêmica em Torno da Revisão Normativa.** 2021.

Disponível em: <<https://reevisa.com.br/post/taxacao-do-sol-entenda/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20taxa%20%C3%A7%C3%A3o,no%20pagamento%20de%20novas%20tarifas>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

RODRIGUES, Andrêssa Oliveira. Regulamentação e incentivos da geração distribuída fotovoltaica no Brasil: situação atual e perspectivas. 2019.

SCOLARI, Bruno Sabino; JUNIOR, Jair Urbanetz. Panorama dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica amparados pela REN nº482/2012 da ANEEL no Brasil. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018.** 2018.

SOEIRO, Susana; DIAS, Marta Ferreira. Renewable energy community and the European energy market: Main motivations. **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. e04511, 2020.

SOUSA JUNIOR, Elder Alves de et al. Sistema de compensação de energia elétrica com geração distribuída: propostas para melhorar o modelo de compensação da resolução 482/2012. 2020.