

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA**

RAIANA SCHIRMER SOARES

**A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NA
MACROMETRÓPOLE PAULISTA**

São Paulo

2019

RAIANA SCHIRMER SOARES

A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NA
MACROMETRÓPOLE PAULISTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Energia.

Orientador: Prof. Dr. Célio Bermann

Versão Corrigida

SÃO PAULO

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Soares, Raiana Schirmer.

A difusão da geração distribuída fotovoltaica na macrometrópole paulista. / Raiana Schirmer Soares; orientador: Célio Bermann. – São Paulo, 2019.

152f.: il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo.

1. Sistemas fotovoltaicos. 2. Áreas metropolitanas – São Paulo.
I. Título.

Elaborado por Maria Penha da Silva Oliveira CRB-8/6961

Nome: SOARES, Raiana Schirmer

Título: A difusão da geração distribuída fotovoltaica na Macrometrópole Paulista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Energia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao tempo: que se faz fugaz mediante o ódio e imprime os elementos que precisamos para não perder a esperança – a memória; a história.

À ciência; que se faz poesia em tempos de tirania.

Ao amor, que não se deixa vencido. E frutifica.

A todos aqueles sujeitos engendrados no meu tripé tempo-ciência(poesia)-amor.

Se de agora ou outrora; se de dentro ou de fora: sem vocês não tive ou tenho o porquê constructo do meu aqui-agora.

De onde Quintana outrora dizia “eles passarão, eu passarinho”, eu grito: eles passarão(!); eu-tu-nós, passaredo, resistimos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES pela bolsa concedida para o desenvolvimento da presente pesquisa; ao meu orientador, Prof. Dr. Célio Bermann, por sua orientação, tempo e parceria; à Empresa Tulipa Solar, por ter sido uma parceira na elaboração dessa dissertação; ao Ruy, por ter feito o intermédio com a empresa; à Sônia, por me auxiliar na busca pelos stakeholders; a todos que concederam entrevistas; e ao G4, pelas trocas de ideias e conteúdos, com particular menção à Flavinha, grande parceira e, agora, amiga.

Agradeço *aos meus*. Tão plurais e singularmente únicos. Minha gratidão transcende essa métrica e, se contidos aqui uma palavra itálica e que prevê a ideia de posse; na vida, transbordam em quilômetros de poesia – tão exclusivamente seus – até que onde *aos meus*, lê-se *aos nossos*. E, desde aí, já somos indivisíveis.

[...]No centro da própria engrenagem
Inventa contra a mola que resiste[...]

João Apolinário

RESUMO

A Macrometrópole Paulista (MMP) é uma importante região marcada por diferentes morfologias urbanas. Por abrigar diferentes cidades e não gozar de uma estrutura política que permita uma gestão centralizada dos seus recursos e dilemas, a Macrometrópole carece de uma agenda de governança atenta aos interesses e necessidades dos diferentes atores intrínsecos em seu processo de desenvolvimento. Trata-se de uma região importante do ponto de vista econômico para o Brasil e que concentra alta demanda por recursos naturais. No que diz respeito ao setor elétrico, o consumo da MMP é comparável ao das regiões brasileiras e a região, no entanto, oferta apenas 16% da eletricidade que consome. Diante do desafio de se responsabilizar mais pela sua demanda de eletricidade e entendendo a geração distribuída (GD) como uma maneira possível de ofertar energia elétrica limpa no contexto da MMP, a presente dissertação teve como objetivo a apresentação da expansão da geração distribuída de energia fotovoltaica no contexto da Macrometrópole Paulista. Para tanto, a pesquisa realizou o levantamento do panorama geral da expansão da GD na MMP e da importância do setor na composição da oferta de energia limpa da região; mapeou indicadores dessa expansão, contrastando os mesmos com indicadores socioeconômicos dos diferentes municípios que a compõe, apresentou o entendimento dos *stakeholders* do setor sobre essa expansão, de forma a levantar os desafios e perspectivas da GD na MMP; e, finalmente, por meio de um estudo de caso no município de Holambra, buscou compreender as razões que levaram os clientes a investirem no setor. A presente dissertação concluiu que a GD fotovoltaica poderia representar uma importante expansão da oferta de eletricidade na MMP; que existe hoje uma correlação entre a penetração de GD fotovoltaica nos municípios que compõe a MMP e o índice de Desenvolvimento Humano, a renda média do décimo mais rico das suas respectivas populações e o número de empresas do setor alocadas nesses municípios; que os investidores de Holambra foram sobretudo influenciados por empresas do setor e que demonstram entender o investimento como economicamente viável e ambientalmente correto; e que entre os principais desafios em que o setor esbarra para se desenvolver em seu território, conforme apresentado pelos *stakeholders*, está o de contornar os riscos oriundos das alterações na regulação do setor e a falta de mecanismos de financiamento ou redução de custos dos equipamentos.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos. Geração Distribuída. Difusão de inovações. Áreas Metropolitanas.

ABSTRACT

São Paulo's Macrometropolis (MMP) is an important region characterized by different urban realities. Because it holds together different cities but does not own a political structure that allows a centralized administration of its resources and dilemmas, the Macrometropolis needs a proper governance agenda aware of the interests and needs of the different stakeholders underlying its development process. It is an important region from the economic perspective to Brazil and that concentrates high demands for natural resources. Regarding the electricity sector, the consumption in Macrometropolis is comparable to other political regions in Brazil, but it only generates 16% of the electricity that it demands. Facing the challenge to respond more for its high demand and taking distributed power generation as a feasible alternative to generate clean energy in the urban context of MMP, the present dissertation aimed to present the expansion of the photovoltaic distributed power generation in its area. To do so, the research produced an overview of this expansion and analyzed the importance of the sector in the final clean energy supply; mapped indicators concerning this expansion in contrast to socioeconomic indicators; presented stakeholders' understanding over the sector and its expansion; and finally, by conducting a case study in Holambra, attempted to understand the reasons why people are investing in the sector. It concluded that photovoltaic distributed generation could represent a relevant increase of the electricity supply in MMP; that there is a correlation between the expansion of the sector and HDI of municipalities, the average income of the 10% richer of municipalities and the number of companies of the sector set in these cities; that investors in Holambra were mostly influenced by the companies of the sector and that they are aware of the economic and environmental viability of their investment; and that, finally, according to stakeholders of the sector, among the most important challenges to the expansion of the sector in the region, it is the risk associated to changes in regulation and the lack of economic solutions for financing or reducing the costs associated to the investment.

Key-words: PV systems. Distributed generation. Diffusion of innovations. Metropolitan areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão da Aneel sobre revisão tarifária da GD	42
Figura 2 - Contribuições da Audiência Pública 001/2019.....	43
Figura 3 – Dispersão das unidades de GD fotovoltaica no Brasil	49
Figura 4 - Localização da MMP	52
Figura 5 - Diagrama de Sankey: geração de EE x Consumo por classe na MMP.....	60
Figura 6 –Etapas da difusão de inovações segundo Roger (2003)	69
Figura 7 – Triângulo da Aceitação Social das inovações no setor das energias renováveis	76
Figura 8 - Exemplo de como o contexto, a percepção e a informação podem ser barreiras para a difusão da GDFV	77
Figura 9- Determinantes da adoção de tecnologias renováveis.....	79
Figura 10 - Pórtico de Holambra	96
Figura 11 - Variáveis independentes do processo de difusão da GD Fotovoltaica	101
Figura 12 – Modelo de escala desenvolvido por Likert (1932).....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da capacidade instalada e do número de unidades geradoras distribuídas no Brasil.....	46
Gráfico 2 - Expansão da oferta de energia distribuída no Brasil: solar x outras	47
Gráfico 3 - Matriz da oferta de energia distribuída no Brasil.....	47
Gráfico 4 - As classes de consumo responsáveis pelo investimento em GD	48
Gráfico 5 - Participação das classes de consumo no consumo final de energia elétrica na MMP (2017)	55
Gráfico 6 - Matriz de geração de energia elétrica na MMP	57
Gráfico 7 –Comparação entre unidades de GD fotovoltaica na MMP, em SP e no Brasil	62
Gráfico 8 - Evolução do número de unidades de GD fotovoltaica na MMP (2013-2018).....	63
Gráfico 9 - Evolução da capacidade instalada (MW) de GD fotovoltaica na MMP (2013-2018)	63
Gráfico 10 - Evolução da participação das classes de consumo no número de unidades de GD fotovoltaicas na MMP (2013-2018)	64
Gráfico 11 - Participação das fontes no número total de unidades de GD na MMP (2018)	65
Gráfico 12 – Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x IDHM	88
Gráfico 13 - Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x RDPC10 (2010).....	89
Gráfico 14 - Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x número de empresas do setor (2018)	92
Gráfico 15 – Expectativa de expansão do setor do Entrevistado D.....	114
Gráfico 16 – Expectativa de expansão do setor do Entrevistado E.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - GD por região.....	49
Tabela 2 - número de unidades e consumo de energia por classe de consumo na MMP (2017)	55
Tabela 3 – Impacto do consumo de energia elétrica por classe de consumo da MMP no consumo nacional.....	56
Tabela 4 - Capacidade Instalada e número de usinas geradoras de energia elétrica na MMP por tipo de usina.....	56
Tabela 5 – Oferta de energia na MMP: Renováveis x Fósseis.....	57
Tabela 6- Estimativa da energia gerada por tipo de usina na MMP.....	58
Tabela 7 – Síntese dos indicadores observados até 2018 quanto à capacidade instalada nos setores residencial e comercial na macrometrópole e sua participação em um contexto nacional	66
Tabela 8 – Síntese da projeção da expansão da capacidade instalada residencial e comercial para o Brasil no horizonte de 2024.....	66
Tabela 10 - Os municípios com maior número de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)	82
Tabela 11 - Os municípios com as maiores concentrações de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)	83
Tabela 12 - Municípios com maior capacidade instalada com unidades de geração distribuída na MMP (ano base 2018)	84
Tabela 13 - Custo de investimento médio em tecnologia nas unidades de geração distribuída (UFV) na MMP	86
Tabela 14 – Teste de correlação entre IDHM x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP.....	88
Tabela 15 – Teste de correlação entre RDPC x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP.....	90
Tabela 16 - Teste de correlação entre número de empresas do setor x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP	93
Tabela 17 - Concentração de unidades de GDFV na MMP	97
Tabela 18 - Informações sócioeconômicas dos respondentes e da localidade em que instaladas as unidades de geração no município de Holambra/SP.....	105

Tabela 19 – Forma como os investidores em Holambra/SP tomaram conhecimento na possibilidade de investir em sistemas de geração distribuída fotovoltaica	106
Tabela 20 - Síntese das respostas para a questão acerca dos eventos que levaram ao seu interesse no investimento	109
Tabela 21 - Síntese das respostas para a questão acerca das fontes de informação importantes na sua decisão final.....	110
Tabela 22 – Síntese das respostas acerca da percepção dos indivíduos	111

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - do número de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)	82
Mapa 2 - Mapeamento da concentração de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)	83
Mapa 3 - Mapeamento da capacidade instalada com geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018).....	84
Mapa 4 – Unidades com GD UFV x IDHM (2010)	87
Mapa 5 - Unidades com GD UFV x RDPC10 (2010).....	89
Mapa 6 – Dispersão das empresas do setor fotovoltaico na MMP	91
Mapa 7 - Unidades com GD UFV x Número de empresas do Ramo (2018).....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Incentivos à GD no Brasil	44
Quadro 2 - Principais linhas de crédito disponíveis no Brasil.....	45
Quadro 3 - Barreiras para a difusão da GD	78
Quadro 4 – Variáveis Operacionais para analisar a difusão da GD em Holambra	102
Quadro 5 – Análise de medianas: fatores que levaram ao interesse do investidor (estudo de caso de Holambra/SP)	107
Quadro 6 – Análise de medianas: fontes de informação importantes na decisão final (estudo de caso de Holambra/SP)	107
Quadro 7 Análise de medianas: a percepção do investidor (estudo de caso de Holambra/SP)	108
Quadro 8 - Stakeholders entrevistados	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Corrente Alterada (<i>Alternating Current</i>)
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BIG	Banco de Informações de Geração
CAP.INST	Capacidade Instalada
EE	Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FV	Fotovoltaica
GD	Geração Distribuída
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
MME	Ministério de Minas e Energia
MMP	Macrometrópole Paulista
NC	Número de consumidores
PRONAF	Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RDPC10	Renda per capita média do décimo mais rico
REN	Resolução Normativa
REN482	Resolução Normativa 482
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social
SICRED	Sistema de Crédito Cooperativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVO DO TRABALHO	22
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	22
1.3 PROBLEMA	24
1.4 METODOLOGIA	24
1.4.1 Revisão Bibliográfica	24
1.4.2 Mapeamento da difusão da geração distribuída na MMP	24
1.4.3 O estudo de caso de Holambra.....	25
1.4.4 Percepção de diferentes stakeholders sobre o setor	25
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	26
2 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	27
2.1 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA E A BUSCA PELA CONSOLIDAÇÃO DE UMA AGENDA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	28
2.2 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E AS GEOGRAFIAS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	31
2.3 INTERDEPENDÊNCIA ENTRE PROCESSOS URBANOS E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: O PAPEL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NAS CIDADES	34
2.4 SEUS ATORES E SEUS IMPACTOS NA GOVERNANÇA ENERGÉTICA.....	35
2.5 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	37
2.5.1 O Marco Regulatório: A Resolução Normativa 482/2012	37
2.3.1.1 O modelo de incentivo adotado.....	38
2.3.1.2 Alterações Previstas	40
2.5.2 Os Stakeholders da GD no Brasil: quem atua nesse modelo de governança.....	42
2.5.3 Incentivos à GD no Brasil.....	44
2.5.4 Indicadores da GD no BR.....	45
3 A MACROMETRÓPOLE PAULISTA	50
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	50
3.2 A QUESTÃO ENERGÉTICA NA MMP	52
3.2.1 O Desenvolvimento, a urbanização e a sustentabilidade.....	52

3.2.2 O Consumo de Energia Elétrica na MMP	54
3.2.3 A Geração de Energia Elétrica na MMP	56
3.2.4 Balanço de EE na MMP: oferta x demanda (Recursos Endógenos)	58
3.3 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NA MMP	61
3.3.1 Incentivo ao setor em São Paulo e na MMP	61
3.3.2 Indicadores.....	61
3.3.3 Importância da GD fotovoltaica na composição da oferta de energia limpa na MMP	65
4 A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA	68
4.1 FATORES DE DIFUSÃO DA GD	68
4.1.1 As Características Contextuais	70
4.1.2 A percepção do indivíduo	72
4.1.3 Os Sistemas de Informação Disponíveis.....	73
4.2 A TEORIA DA ACEITAÇÃO SOCIAL	74
4.3 BARREIRAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA.....	76
4.4 A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	80
5 UMA ANÁLISE TERRITORIAL DA DIFUSÃO DA GD NA MMP	81
5.1 MAPEAMENTO DAS UNIDADES TOTAIS, CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES E CAPACIDADE INSTALADA POR MUNICÍPIO	81
5.2 MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE GERAÇÃO EM CONTRASTE COM INDICADORES SOCIOECONÔMICOS	85
5.2.1 IDHM x número de unidades geradoras distribuídas na MMP	85
5.2.2 RDPC10 x número de unidades geradoras distribuídas na MMP	88
5.3 MAPEAMENTO DAS EMPRESAS DO RAMO	90
6 ESTUDO DE CASO: O MUNICÍPIO DE HOLAMBRA	94
6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	95
6.1.1 O município de Holambra	95
6.1.2 Importância do município no setor de Geração Distribuída	96
6.2 METODOLOGIA	97
6.2.1 Definições preliminares e epistemológicas	97

6.2.2 Pressupostos metodológicos.....	98
6.2.3 Localização dos clientes	99
6.2.4 Os entrevistados	99
6.2.5 Aplicação da Pesquisa.....	100
6.2.6 As questões	100
6.2.6.1 Escala de Likert.....	103
6.2.6.2 Pré-teste.....	104
6.2.6.3 Forma de análise da escala Likert dos questionários	104
6.3 RESULTADOS	104
7 PERCEÇÃO DE DIFERENTES STAKEHOLDERS DO SETOR SOBRE A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA	112
7.1 PERCEÇÃO DA SUA ATUAÇÃO ENQUANTO STAKEHOLDER DO SETOR	112
7.2 EXPECTATIVAS PARA O SETOR.....	114
7.3 DESAFIOS PARA EXPANSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA	116
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
8.1 IMPORTÂNCIA DA GD FOTOVOLTAICA NA MMP.....	119
8.2 MAPEAMENTO DA DIFUSÃO E CONTRASTE COM INDICADORES.....	119
8.3 ESTUDO DE CASO DE HOLAMBRA.....	120
8.4 PERCEÇÃO DOS STAKEHOLDERS	120
8.5 CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA AGENDA POLÍTICA.....	121
8.6 PESQUISAS FUTURAS.....	121
CONCLUSÃO.....	123
APENDICE A – QUESTIONÁRIO.....	134
APÊNDICE B – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS OBTIDAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NO ESTUDO DE CASO DE HOLAMBRA	143
APÊNDICE C – PERGUNTAS PARA OS STAKEHOLDERS	148
ANEXO 1 – VALORES CRÍTICOS PARA O TESTE DE SINAIS.....	150
ANEXO 2 – MAPEAMENTO DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A MMP	151

1 INTRODUÇÃO

A geração de energia descentralizada vem sendo apontada por pesquisadores e empregada na arquitetura de políticas públicas como um elo entre o desenvolvimento e às premissas da sustentabilidade. Isso é, diante da crescente demanda por maior liberdade no sistema de produção e consumo de energia elétrica por parte da sociedade e mercado; os governos orientam o setor no sentido de incluir premissas da agenda do desenvolvimento sustentável em seu arcabouço regulatório. Sob esse entendimento, a geração distribuída pode ser entendida como uma importante ferramenta estratégica para o cumprimento de pontos fundamentais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, visto que o mesmo prega o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna por parte de todos. Tal inferência é feita visto que, além de diretamente relacionada às energias renováveis, a geração distribuída garante maior segurança energética ao passo em que promove maior participação da comunidade no sistema de distribuição de energia (SINGH; PARIDA, 2012) - ainda que restem questionamentos quanto aos limites econômicos da sua difusão visto que se tratam de sistemas ainda caros para serem adotados por todos, sobretudo diante da conjuntura socioeconômica brasileira.

Para os países desenvolvidos, a geração distribuída representa um passo em direção à geração de energia elétrica mais limpa, visto que são, em suma, fortemente dependentes das fontes fósseis em sua produção. Diante de um contexto como o de 1971 a 2004, por exemplo, onde o total de gases de efeito estufa emitidos relacionados ao uso de energia cresceu 65% no mundo (PANWAR; KAUSHIK; KOTHARI, 2011); e em cuja a atividade econômica que emitiu a maior parte dessa parcela foi a geração de eletricidade (DINÇER, 2011, p. 714), repensar o modelo de produção de energia elétrica é, senão uma urgência, uma premissa para a agenda de desenvolvimento. E dado que o setor residencial contribui com uma importante fração dessas emissões, visto que representa cerca de 30% do consumo de energia elétrica em países desenvolvidos (MEHINGAN et al., 2018), permitir a inclusão desses consumidores como agentes de transformação da matriz de produção de energia elétrica se apresenta, portanto, como uma saída.

No Brasil, no entanto, dado que os índices de emissão de poluentes relacionados à energia elétrica são baixos quando comparados à média mundial, posto que a geração hidrelétrica responde por quase 70% da demanda nacional (EPE, 2017), a verificação dessa relação de vantagem não é tão simples. Da forma como arquitetado o sistema elétrico nacional, os brasileiros gozam de uma estrutura centralizada de energia elétrica oriunda majoritariamente

de fontes limpas de energia. A complexa Rede Interligada Nacional (SIN) implicou em grandes vantagens para o desenvolvimento econômico nacional, visto que possibilitou a entrega segura de energia para zonas distantes dos polos urbanizados. No entanto, depender concentradamente das hidrelétricas tem suas desvantagens. Em 2014, por exemplo, ano atípico por conta de condições hidrológicas desfavoráveis, o consumo de energia oriunda de usinas termelétricas cresceu em 18% no Brasil (EPE, 2015). Isso porque as usinas termelétricas respondem rapidamente às necessidades abruptas da demanda energética, como situações de pico de consumo; e são, no entanto, as principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa além de acarretarem em um aumento significativo da tarifa elétrica para os consumidores finais de eletricidade.

Além disso, o entendimento da hidreletricidade como sendo de natureza “limpa” é questionado por diferentes autores. Bermann (2007) em seu estudo apresenta diversos problemas ambientais e sociais decorrentes da construção de grandes hidrelétricas: entre os ambientais, a alteração dos regimes hidrológicos, o comprometimento da qualidade das águas, o assoreamento dos reservatórios, a emissão de gases de efeito estufa decorrente da decomposição do material orgânico, a possibilidade de indução de sismos e o comprometimento do uso da água, que é impossibilitado de atender a outras demandas; entre os sociais, os impactos econômicos e culturais sobre as populações ribeirinhas e indígenas e o aumento de doenças de natureza endêmica. Nesse sentido, ainda que as emissões de gases de efeito estufa associadas ao consumo de eletricidade no Brasil sejam inferiores às verificadas em países desenvolvidos, o entendimento de que a oferta de energia elétrica no Brasil seja limpa é questionável dadas as implicações da construção de grandes hidrelétricas no ambiente e sociedade e na segurança energética nacional.

Ademais, para o Brasil – marcado pelas desigualdades territoriais –, o manutenção de um sistema interligado de energia fortemente dependente da geração centralizada implica na estratificação territorial do ônus de gerar energia para o abastecimento de centros urbanos e polos industriais nacionais. Essa constatação é de fundamental importância se consideradas às tendências globais de ampliação do consumo de energia elétrica dos países em desenvolvimento e se levando em consideração que os centros urbanos se alocam nas regiões com maiores concentrações populacionais. Em outras palavras, se em um primeiro momento fora a geração centralizada que garantiu a ampliação da oferta de energia para as zonas mais remotas; em um segundo, poderia ser ela também quem invisibiliza uma dinâmica insustentável de fornecimento de energia de zonas remotas para os demandantes centros urbanos.

A geração distribuída deve, então, nessa perspectiva, ser entendida não só como uma alternativa para aqueles países dependentes da produção de termoeletricidade; mas também como uma alternativa para países como o Brasil. Matrizes energéticas como a brasileira, com a atuação dominante das usinas hidrelétricas, são matrizes mais flexíveis, isto é, respondem rapidamente às variações de demanda energética (IEA, 2010). Nesse sentido, as energias renováveis intermitentes, como a energia solar e eólica, ajustam-se à matriz elétrica brasileira, pois não implicam na necessidade de implementação de controles de alto custo nas usinas geradoras; pelo contrário, auxiliam na redução de consumo das usinas termelétricas, possivelmente reduzindo o custo final das tarifas e auxiliando na redução da emissão de gases de efeito estufa (LUCIANI, 2017).

Incentivar a produção descentralizada de energia é, portanto, uma possível saída para manter a matriz elétrica brasileira como principal referência de matriz limpa e, além disso, assegurar a não construção de grandes usinas que impliquem na alteração das dinâmicas ecossistêmicas e sociais em zonas remotas. Ademais, socialmente, as energias renováveis – com exceção da hidroeletricidade, corroborando com o exposto – geram mais empregos diretos do que os combustíveis fósseis e, além disso, respondem às demandas e disponibilidades de recursos energéticos locais (CUNHA; PRATES, 2005). Em um país com as dimensões do Brasil, portanto, o fomento às fontes renováveis e a um sistema energético melhor distribuído é estrategicamente viável, haja vista que complementa a geração hídrica, fomenta um mercado carente de incentivos e oferta mais energia limpa

Neste sentido, a Agência Nacional de Energia Elétrica publicou em 2012 a Resolução Normativa 482, marco regulatório acerca da geração distribuída no Brasil. Em suma, a norma define o conceito e as premissas para aqueles interessados em acessar a rede de distribuição injetando energia elétrica na mesma, bem como as obrigações das distribuidoras responsáveis pelas áreas de concessão a serem acessadas (ANEEL, 2012). Para além de sua atribuição enquanto fomentadora da descentralização e da diversificação da matriz elétrica nacional, a norma em questão pode também ser entendida como uma ação afirmativa em relação ao desenvolvimento de um novo mercado voltado para as energias renováveis, uma vez que, juntamente com a cogeração qualificada, as fontes de geração contempladas pela norma são todas renováveis: solar, eólica e hídrica.

Diante do exposto, convém questionar o que motiva os clientes cativos de energia elétrica a investir em energias renováveis, gerando sua própria energia e mantendo-se ligado à rede. Seriam aspectos econômicos relacionados à economia nas faturas de energia e/ou engajamento ambiental? É possível correlacionar o aumento de conexões com indicadores

sociais ou mesmo econômicos? Em sua dissertação, Gabriel Konzen (2014) aponta para os benefícios em se fazer entendidas as motivações que levaram ao investimento em geração distribuída, bem como – e no mesmo sentido – o perfil do adotante: torna-se mais fácil a elaboração de projeções de curto e, sobretudo, de longo prazo no cenário energético nacional, bem como fica possibilitado o maior controle dos mecanismos de promoção das energias renováveis, haja vista que o entendimento dessas questões é, em outra perspectiva, um estudo de mercado.

É campo de investigação desta pesquisa a Macrometrópole Paulista (MMP), importante aglomeração urbana que abriga diferentes regiões metropolitanas e aglomerações do Estado de São Paulo. Dadas as particularidades do processo histórico de seu desenvolvimento, a região apresenta um conjunto de dilemas que têm sérias implicações na qualidade de vida da sua população associadas às suas vulnerabilidades frente aos desequilíbrios gerados pela complexidade territorial e desigualdade socioeconômica da região. Em função dessa conjuntura, portanto, e da intrínseca relação entre desenvolvimento e consumo de energia, é que se estabelece a presente pesquisa, que visa a apresentar elementos para a análise da expansão da geração distribuída no contexto da MMP. Parte-se da premissa de que o conhecimento do perfil da expansão da geração distribuída na região – que protagoniza o modelo de desenvolvimento metropolitano no Brasil – permitirá traçar melhores projeções para a expansão da geração distribuída em zonas metropolitanas e garantirá melhor entendimento acerca de cenários futuros da oferta de energia na MMP de forma a auxiliar posteriores extrapolações do entendimento para outras regiões que adotem esse perfil de desenvolvimento.

Nesse sentido, por partir da premissa de que a geração distribuída responde às metas de desenvolvimento sustentável e tem potencial de garantir maior segurança energética ao setor elétrico nacional, extrai-se a motivação da presente pesquisa, que visa a explorar este novo conceito, contextualizando as mudanças observáveis nos anos seguintes à divulgação da primeira norma que contempla o tópico, focando na difusão da geração distribuída fotovoltaica, e averiguando as principais características desta transição no contexto da MMP. Parte-se da premissa de que um entendimento mais aprofundado da expansão da GD na MMP, de suas características pontuais e do perfil dos ingressantes seja de fundamental importância para que demais considerações possam ser traçadas. Isso é, para que comparações do momento vivenciado pelo setor energético na MMP sejam comparáveis com a experiência de outros complexos urbanos, traçando-se as devidas considerações quanto às vantagens e fraquezas da regulação e, ainda, propiciando a elaboração de projeções mais realistas quanto ao avanço da

potência instalada distribuída na região e seu possível impacto nas metas nacionais de desenvolvimento sustentável¹.

Sob este escopo, a pesquisa visa explorar o tópico em seu caráter pluridimensional, questionando o cenário atual da geração distribuída fotovoltaica no Brasil e na MMP; o seus impactos; os principais incentivos para o setor e oriundos de sua expansão; a existência ou não de um perfil comum entre os clientes investidores (renda, região, engajamento...); os desafios sob a perspectiva dos investidores, das empresas integradoras; para que assim possam ser traçadas as devidas considerações quanto às perspectivas do setor no mais importante complexo urbano nacional.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

A presente dissertação tem como objetivo geral a apresentação da expansão da geração distribuída de energia no contexto da Macrometrópole Paulista por meio (1) do levantamento do panorama geral da expansão da GD na MMP e da sua importância diante do perfil de consumo da região; (2) da verificação de eventuais tendências regionais dessa expansão; (3) da atribuição de possíveis razões para a heterogeneidade da difusão por meio do emprego da análise de indicadores socioeconômicos dos diferentes municípios que a compõe (4) do entendimento dos *stakeholders* do setor sobre a expansão da GD na MMP; e, finalmente, (5) do entendimento das razões que levaram os clientes a investirem no setor por meio do emprego de uma região em que se averiguou um comportamento atípico de difusão, uma concentração de instalações muito superior às demais regiões: o caso do município de Holambra.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A presente pesquisa se insere em um projeto de pesquisa intitulado “Governança ambiental da Macrometrópole Paulista”, mais especificamente no subprojeto “A governança das questões energéticas no contexto da macrometrópole paulista”. Tal subprojeto visa a entender as atuais ações e políticas de energia no que tange a substituição do uso das fontes

¹ Sobretudo em relação ao objetivo 7 de assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível de energia a todos. As metas podem ser consultadas em na Plataforma Agenda 2030 (2019).

fósseis pelas renováveis, a eficiência e planejamento energéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor, com a finalidade de discutir os limitantes e as vulnerabilidades das formas de governança vigentes. Nesse sentido, a presente dissertação contribui mais especificamente com o entendimento da inserção das energias renováveis vinculadas ao esforço dos clientes finais de energia em investir nas mesmas.

Visto que a presente pesquisa visa a subsidiar a questão da transição energética nesse território com indicadores que norteiem o entendimento do possível impacto da expansão da oferta de energia solar nesse contexto, a mesma possibilitará compreender como se dá esse processo de difusão na MMP de forma a permitir que gestores de políticas públicas, investidores, agentes de mercados e todos os sujeitos engendrados nesse processo tenham uma visão mais ampla quanto ao seu protagonismo na transição energética. Assim sendo, conforme será apresentado, dada a premissa da presente dissertação de que a descentralização da produção de energia elétrica deveria resultar em um maior empenho local em debater a questão energética, os resultados obtidos pela presente dissertação poderão ser empregados para a criação de uma agenda política energética de nível local, que incorpore o interesse de todos os sujeitos envolvidos na sua difusão e permita a inclusão de outros, tornando mais acessível (seja do ponto de vista do conhecimento ou do ponto de vista econômico) a geração distribuída.

Para além disso, a pesquisa visa a abordar a questão sob uma ótica interdisciplinar, dado que explorará o tema por meio de pesquisa bibliográfica e de campo. Diferentes esforços acadêmicos vêm sendo demonstrados para entender as implicações da inserção da geração distribuída na rede de distribuição de energia elétrica nacional, o seu papel no contexto do fomento das energias renováveis e suas barreiras e perspectivas regulatórias em um contexto nacional. A pesquisa, no entanto, visa a endereçar a questão de um ponto de partida ainda pouco explorado academicamente no Brasil, buscando, entre outras coisas, a extrair de seus resultados o perfil de quem investiu nesse primeiro momento em geração distribuída e quais foram suas motivações; e quais as perspectivas daqueles atores engendrados no processo de difusão dessa alternativa.

Parte-se da premissa de que o conhecimento da difusão da geração distribuída, desde sua distribuição espacial, o entendimento da motivação de investidores e a perspectiva de *stakeholders* pode auxiliar no design das políticas públicas relacionadas ao tópico, em futuras revisões das normas reguladoras, no mercado de energias renováveis e nas previsões e projeções de avanço da geração distribuída no longo e curto prazo.

1.3 PROBLEMA

A pergunta central que a pesquisa visa a responder é: (1) como se configura a expansão da geração distribuída fotovoltaica no contexto da Macrometrópole Paulista? Daí, extraem-se outros importantes questionamentos a serem apresentados no trabalho: (2) o que motivou o investimento em geração distribuída nesse contexto? (3) Como e por onde os consumidores que investiram em geração distribuída fotovoltaica na MMP encontraram informações motivadoras para a tomada de decisão? (4) Qual o papel dos atores institucionais e das empresas do ramo nesse sentido? (5) E quais os principais desafios a serem superados pelo setor?

1.4 METODOLOGIA

A presente pesquisa, por se tratar de uma análise exploratória e também descritiva de fenômenos, prevê diferentes etapas metodológicas, desde a construção de uma robusta revisão bibliográfica, até a condução de um estudo de caso e de entrevistas com diferentes stakeholders do setor.

1.4.1 Revisão Bibliográfica

A etapa de revisão bibliográfica terá como principal objetivo analisar o status da geração distribuída em um cenário nacional e local de forma a compreender as limitações e os esforços de seu marco regulatório, bem como de apresentar os principais incentivos do setor. Ademais, analisando a relação de oferta e consumo de energia elétrica na MMP, a etapa prevê nortear o entendimento da magnitude do impacto que a GD fotovoltaica tem hoje e poderá vir a ter em um futuro, em se tratando da região de estudo.

1.4.2 Mapeamento da difusão da geração distribuída na MMP

Dado que delimita como foco de estudo a Macrometrópole Paulista, marcada por um longo e complexo fenômeno histórico de urbanização, e que está, portanto, interessado em demarcar as heterogeneidades sociais e econômicas da região e preocupado em considerar a

maneira como os espaços se complementam em sua análise, o presente estudo projetou os indicadores espacialmente. Para tanto, fez uso do software livre QGIS.

Com base nos dados disponibilizados pela ANEEL (2019b), foram elaborados mapas que ilustram os indicadores de expansão empregados pela pesquisa – sendo eles o número de instalações, a capacidade instalada e a concentração de unidades – e, posteriormente, mapas que contrastam tais indicadores com variáveis socioeconômicas dos municípios da MMP. Para a análise desse contraste, foi elaborado um estudo simples de correlação estatística entre a variável dependente (número de unidades de geração distribuída fotovoltaica por município) e as variáveis independentes selecionadas.

1.4.3 O estudo de caso de Holambra

Dada a particularidade do município conforme será apresentado no transcorrer dessa dissertação no que diz respeito à concentração de projetos de geração distribuída por unidade consumidora (e a dificuldade em localizar os investidores de modo a aplicar o questionário), a presente dissertação empregou o município de Holambra como estudo de caso para nortear o entendimento da difusão da geração distribuída na MMP – consideradas suas particularidades e a dinâmica econômica e social observadas na cidade. Isso é, o estudo esteve interessado em questionar as atitudes e percepção dos investidores de Holambra e, assim sendo, oferecer uma visão que poderá eventualmente ser ampliada para a difusão do setor em demais localidades. O método de construção, aplicação e análise desse estudo será mais pontualmente abordado na Seção 6 (Estudo de caso: o município de Holambra).

1.4.4 Percepção de diferentes *stakeholders* sobre o setor

Finalmente, a dissertação buscou o contato com diferentes *stakeholders* do setor para analisar o papel que desempenham no setor fotovoltaico da MMP, suas expectativas para os mercados futuros e os desafios esperados para a expansão do setor. Primeiramente, foram levantados os principais atores envolvidos nesse processo de difusão. Uma vez levantados, foram encaminhados e-mails de convite a todas as partes de interesse, que foram desde a empreendedores do setor, até distribuidoras, secretarias municipais, agências de regulação, consultores, escolas técnicas, pesquisadores e fornecedores de equipamentos. Ainda que a taxa de retorno desses atores tenha sido baixa, o objetivo dessa etapa da pesquisa fora de levantar a

perspectiva dos desafios e expectativas para esse mercado, sem que nenhuma inferência estatística acompanhasse as análises de seus discursos. Nesse sentido, entende-se que aqueles que se comprometeram em responder a essa pesquisa estão, até certo ponto, interessados em promover também a sua perspectiva – razão essa que reitera a importância dessa etapa.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é dividida em seis principais tópicos. Sendo o primeiro deles apresentado no segundo capítulo, que se desenvolve no sentido de conceituar a geração distribuída de forma a destacar sua importância na transição energética, apresentar os desafios advindos de seu desenvolvimento e contextualizar a expansão da mesma no Brasil, apresentando indicadores que ilustrem sua difusão e suas principais tendências, normas e incentivos. A contextualização da Macrometrópole Paulista é realizada no terceiro capítulo, com principal ênfase na análise de consumo e oferta de energia elétrica na região e da importância advinda dessa primeira análise que o setor de geração distribuída pode imprimir nesse contexto. O quarto capítulo se dedica a analisar a difusão da geração distribuída, levando em consideração a teoria de Rogers (1962) sobre a difusão de inovações e analisando a teoria da aceitação social para compreender os obstáculos esperados nesse processo.

Para além das análises advindas da revisão bibliográfica e dos levantamentos de indicadores de consumo e oferta de energia elétrica e da difusão da geração distribuída no Brasil e MMP já mencionados, os principais resultados oriundos do desenvolvimento da presente dissertação são apresentados no capítulo cinco, seis e sete. O capítulo cinco apresenta mapeados os indicadores desse processo de difusão no contexto da Macrometrópole, correlacionando indicadores que orientem a análise do porquê da sua heterogeneidade; o capítulo seis, o estudo de caso realizado em Holambra; e, finalmente, o capítulo sete apresenta os resultados advindo das entrevistas realizadas com stakeholders do setor. As considerações finais são concatenadas no capítulo oito, que se dedica a apresentar um resumo dos resultados advindos da realização da pesquisa, uma análise das limitações da condução da presente dissertação e a indicação das possíveis constatações relevantes do ponto de vista da produção de políticas públicas.

2 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A geração distribuída ou micro/minigeração no Brasil, regulada pela Resolução Normativa 482/2012, possibilita que o cliente cativo de energia elétrica – aquele cujo contrato de compra se dá única e exclusivamente com a distribuidora – gere sua própria energia sem ter de se desconectar da rede de distribuição, por meio da criação do que foi definido como sistema de compensação. Regulamentada tão somente a partir de 2012 no Brasil, a geração distribuída é uma tendência global dado que, ainda que não seja restrita às fontes de energias renováveis (PICCIARIELLO et al., 2015), tenha sido incluída por muitos países como uma ferramenta de auxílio na busca pela construção de uma agenda de desenvolvimento sustentável e transição energética; e no Brasil, conforme será discutido ao longo deste capítulo, não foi diferente (da SILVA et al., 2019).

Mehingan et al. (2018) apontam para o fato de que não existe hoje uma definição aceita internacionalmente para a geração distribuída, dado que evoluiu de uma geração de menor escala para maiores e que, se antes era restrita às fontes renováveis; hoje já não é necessariamente. Fato é que, ainda que sem uma definição contundente, o conceito de geração distribuída está sendo amplamente debatido academicamente nos últimos anos. Um exemplo disso é a pesquisa na plataforma Scopus²: se de 1960 a 2000 foram publicados 194 artigos contendo em seu título, resumo ou palavras-chave o termo “geração distribuída”; de 2000 a 2019 foram publicados 21628 artigos (SCOPUS, 2019).

O aumento do interesse no tema está em compasso com a busca dos governos em ampliar a oferta de energia limpa e descentralizar a geração de energia elétrica frente a uma pressão social e do mercado das energias renováveis. Segundo a IEA (2002, apud PEPERMANS et al., 2005) essa pressão resulta do desenvolvimento tecnológico de alternativas de geração; das limitações na construção de novas linhas de transmissão, do aumento da demanda de energia elétrica e da busca por um suprimento seguro, confiável; da liberalização do mercado; e, finalmente, da busca pela mitigação das mudanças climáticas.

No entanto, é importante destacar que, ainda que ampliado o debate em seu entorno recentemente, a geração distribuída não é uma novidade; antes pelo contrário, nas palavras de Pepermans et al., antigamente, “a geração distribuída era a regra, não a exceção” (2005, p.787, tradução nossa). Isso é, em um primeiro momento – ocasião na qual se consolidavam os sistemas elétricos –, as unidades consumidoras eram supridas de energia oriunda de unidades

² Trata-se de um importante banco de dados de resumos e citações de artigos para jornais/revistas acadêmicos.

geradoras próximas; tão somente com o advento de redes em AC é que foi possibilitado o transporte de energia elétrica em longas distâncias e, portanto, a consolidação de sistemas elétricos centralizados (PEPERMANS et al., 2005).

No Brasil não foi diferente: em um primeiro momento do processo de industrialização nacional, onde o setor de consumo industrial era com grande margem de diferença o mais demandante, o sistema elétrico brasileiro se configurou de forma descentralizada. A interligação dos sistemas elétricos e a centralização da geração de energia em zonas mais remotas permitiram a gestão centralizada do sistema elétrico nacional e o desenvolvimento do país que, ao longo dos anos, desenvolveu reconhecido expertise na coordenação do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Hoje, o país goza de uma estrutura robusta de geração centralizada no que entende como um “sistema interligado hidro-térmico-eólico de grande porte” (ONS, 2019).

A geração distribuída traz consigo, portanto, importantes desafios, visto que altera a configuração da demanda e oferta de energia elétrica na rede, ampliando a participação dos consumidores finais e a oferta de energia na rede de distribuição. O presente capítulo visa a apresentar como se configura a geração distribuída no Brasil para que, em um segundo momento, seja possível analisar sua importância no contexto da Macrometrópole Paulista. Antecede-se o possível questionamento quanto às razões pelas quais a presente dissertação emprega a geração distribuída fotovoltaica como parâmetro: conforme será demonstrado, essa premissa foi adotada em função do setor fotovoltaico ter sido o principal motor da geração distribuída no Brasil.

2.1 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA E A BUSCA PELA CONSOLIDAÇÃO DE UMA AGENDA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

É cada dia mais comum associar geração distribuída com a ampliação de oferta de energia limpa e tal associação é resultado dos esforços políticos em engendrar uma agenda da sustentabilidade no remodelamento da distribuição de energia. Geração distribuída e geração de energia fotovoltaica residencial, por exemplo, são comumente associadas e confundidas,

visto que diferentes países experienciaram o crescimento de prosumidores³ residenciais com painéis fotovoltaicos em suas redes de distribuição nos anos posteriores às publicações de seus marcos regulatórios referentes à regulação da geração distribuída. Ademais, para além de incluírem em suas normativas o incentivo necessário para ampliação da oferta de energia limpa, as normativas são resultado dos esforços privados e públicos em facilitar o estabelecimento de um nicho comercial associado às energias renováveis (PEPERMANS et al., 2005).

No que tange a transição energética, de uma matriz mais dependente das energias fósseis a uma matriz mais limpa, são altas as expectativas em relação à produção de energia fotovoltaica, visto que a mesma representa tanto uma oportunidade no que tange a geração centralizada de grande escala, como da microgeração. Ademais, desconsiderando-se as emissões associadas em seu ciclo de vida, a energia fotovoltaica representa uma alternativa de geração de energia limpa e, visto que intermitente, complementar a gerações centralizadas flexíveis, como a de hidrelétricas, por exemplo (IEA, 2010).

É importante, no entanto, com a finalidade de estudar de que maneira a difusão da produção de energia fotovoltaica distribuída se inclui na agenda de desenvolvimento sustentável, analisar de forma holística e crítica as diferentes dimensões do conceito. Alanne e Saari (2006) em seu artigo destacam, por exemplo, que um sistema energético deverá, para fins de ser entendido como sustentável, empregar recursos e sistemas locais para oferecer energia confiável, limpa e economicamente eficiente.

Daí, extraem-se importantes questionamentos que norteiam a construção da presente dissertação. A ideia de que a produção de energia fotovoltaica é limpa⁴ em comparação a outras fontes não está em disputa: é consensual o entendimento de que a produção de energia fotovoltaica é uma aliada na transição energética. Portanto, em se tratando da construção de uma agenda pró-desenvolvimento sustentável, é imprescindível que se dê principal atenção aos outros dois tripés da sustentabilidade, isso é, ela é acessível?; é economicamente viável?

Do ponto de vista de gerenciamento, importante aspecto a ser considerado em se tratando da segurança operacional do sistema de distribuição e, portanto, da segurança energética da rede, a expansão da geração distribuída fotovoltaica - e, portanto, intermitente - apresenta benefícios e riscos. Se por um lado o sistema se torna mais flexível; por outro, a

³ Compreendidos como os clientes finais de energia que tanto consomem quanto ofertam energia elétrica da/para rede de distribuição.

⁴ É importante destacar que compreender a energia solar como uma fonte limpa de energia se restringe a análise quanto à sua conversão energética; tal compreensão não deve ser associada sem maiores ponderações, no entanto, em se tratando de seu ciclo de vida.

gestão da informação e disposição das responsabilidades em sua gestão se torna mais difícil (ALANNE; SAARI, 2006).

O fator de escala adaptável e flexível da geração distribuída é relevante em um contexto em que o consumo de energia se modifica mais drasticamente em escala temporal (ALANNE; KAARI, 2006).⁵ O requerimento da construção de grandes linhas de transmissão, grandes usinas de geração e toda estrutura técnica, logística e operacional requerida com a mesma em um sistema centralizado de produção de energia implica também em um requerimento de tempo hábil para coordenação desses empreendimentos. Justificar um nível de empreendimento tão sofisticado e custoso como esse, por sua vez, requer em um estudo técnico prévio de previsão de consumo; do contrário, tanto a sub quanto a sobreprodutividade das usinas poderiam ser compreendidas como má alocação de recursos que - em se tratando de usinas centralizadas - em geral envolvem verbas públicas. Peppermans et al (2005) apresentam evidências empíricas em seu estudo de que a expansão da capacidade instalada distribuída pode reduzir custos com transmissão e distribuição de energia, além de resultar em uma maior eficiência do sistema elétrico como um todo.

A flexibilidade associada à descentralização da produção de energia é também importante aliada na verificação da sustentabilidade (ou não) intrínseca em seu desenvolvimento; sobretudo em se tratando da eficiência energética. Alanne e Kaari (2006) apontam para o fato de que o ritmo de desenvolvimento e aprimoramento tecnológico no campo da energia se dá de forma diferente em sistemas centralizados ou não. Isso é, a absorção daquilo que é do estado-de-arte tecnológica se dará mais rapidamente em sistemas menos centralizados, dado que sua manutenção é de mais fácil acesso, sua escala é mais maleável e sua gestão mais flexível. Esse nível de comprometimento temporal é de fundamental importância em uma agenda de sustentabilidade: se estamos buscando construir um novo formato de desenvolvimento, há que se repensar a maneira com que dialogamos com a ciência e tecnologia e seu desenvolvimento, por exemplo.

O aspecto da localidade é também referido por Alanne e Kaari (2006) como fundamental para a verificação dos benefícios da geração distribuída. Tal fator se refere ao emprego dos recursos locais mais abrangentes, acessíveis etc., em uma localidade, dando margem para a constatação a ser posteriormente apresentada na dissertação de que a geração distribuída implica (ou deveria implicar) em um maior controle local da distribuição de energia. Esse fator é mais facilmente compreendido quando não restringindo o entendimento da geração

⁵ De 1990 a 2018, o consumo de energia elétrica no mundo cresceu em mais de 100% (ENERDATA, 2019).

distribuída com a expansão do setor fotovoltaico, mas incluindo os biocombustíveis, a força motriz do vento e das águas, por exemplo.

No entanto, quiçá quando contrastando a geração distribuída com a geração centralizada de energia é sim possível o encaminhamento de conclusões favoráveis à geração descentralizada em termos de localidade, mesmo que restringindo o entendimento da mesma à expansão da produção fotovoltaica. Se em um contexto onde o sistema seja robustamente centralizado são requeridas extensas redes de transmissão - que implicam em importantes perdas de eficiência - e geração; em um contexto distribuído com a segurança da robustez das grandes centrais geradoras já instaladas, bastam a interligação de usinas de pequeno e médio porte.

Ademais, levando em consideração que a construção dessas grandes usinas de geração e longas redes de transmissão implicam, sobretudo em contextos onde as dinâmicas sociais são engendradas pela desigualdade, em impactos sociais imensuráveis (que variam em função da fonte a ser explorada e da realidade social em que inserida), fundamenta-se o valor social do tema. Isso é, o não requerimento da construção de grandes usinas hidrelétricas em zonas distantes dos grandes centros urbanos de consumo em função da ampliação da oferta de energia descentralizada, por exemplo, deve ser lido como um importante aspecto a ser considerado em se tratando de impactos locais para as comunidades que seriam afetadas com a instalação das usinas.

Finalmente, ainda no que diz respeito aos benefícios sociais diretamente associados à descentralização da energia e difusão de sistemas fotovoltaicos distribuídos, a geração de empregos resultante da dinamização da economia é um fator a ser levado em consideração. De acordo com o relatório da IRENA (2019), de todas as fontes de energia renovável a energia fotovoltaica é aquela que implica em um maior número de empregados requeridos.

2.2 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E AS GEOGRAFIAS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Bridge et al. (2013) descrevem em seu artigo as sinergias entre os contornos geográficos de uma região e a sua relação desenvolvida com o consumo e oferta de energia. Daí, os autores extraem uma importante reflexão a ser entendida como uma premissa na construção da presente dissertação no que diz respeito à transição energética: de que garantir disponibilidade e acessibilidade aos serviços energéticos em um mundo com recursos limitados e com nível de emissões restringido exigirá repensar as formas e as geografias da maneira como hoje

produzimos, vivemos e trabalhamos (BRIDGE et al., 2013). Ainda segundo os autores, a transição energética é “fundamentalmente um processo geográfico, que envolve reconfigurar os modelos de atividade econômica e social” (BRIDGE et al., P.332, 2013) e cuja tão somente a dimensão temporal tem sido pautada no debate e nas políticas públicas voltadas para desenvolver um plano de transição. Nesse sentido, pensar em geração distribuída em um cenário onde se estuda a transição energética diz também respeito a pensar a geração distribuída enquanto uso de espaço.

Partindo-se da premissa da sustentabilidade, o ato de “transitar” do ponto de vista energético implica em uma análise de contexto e geografia. Nas palavras de Coenen, Benneworth e Truffer (p.968, 2012, tradução nossa), a transição pode ser entendida como “uma mudança ou uma inovação entre configurações sociotécnicas distintas de um sistema que englobem não somente inovações tecnológicas, mas que correspondam também a mudanças de mercado, práticas de uso, políticas e discursos culturais e de instituições governamentais”. A não contextualização geográfica dos discursos de transição, no entanto, implica na replicação de discursos que podem fazer sentido em um dado local e; todavia, não em outro.

Para além da questão do discurso, a ideia de analisar a transição energética geograficamente é fundamentada por diferentes razões, entre elas, a principal sendo de que os sistemas energéticos são constituídos no espaço, entendidos como desdobramentos das redes que os conectam e que os permitem gozar de condições de controle ou que os submetem a condições de dependência (BRIDGE et al., 2013). Ademais, muito embora na construção de agendas de transição energética os dados climáticos e ambientais de uma dada região sejam acessados e considerados, as estruturas urbanas, econômicas, de nível de infraestrutura, e institucionais, que podem ser lidas como barreiras ou impulsionadoras dessa transição, muitas vezes são negligenciadas (McLELLAN; CHAPMAN; AOKI, 2016).

Bridge et al. (2013) apontam em seu estudo para a forte correlação entre desenvolvimento econômico e índices de consumo de energéticos empregando como exemplo o caso experienciado pela Europa no século dezenove, onde a distribuição espacial do carvão coincidiu com os padrões de desenvolvimento geográfico no período da industrialização. Ainda que indissociáveis, é importante frisar que essa correlação é menos visível em um contexto em que a globalização permitiu que as necessidades energéticas de uma dada localidade fossem supridas por regiões distantes e mais ricas do ponto de vista de recursos energéticos. Fato é que rupturas no modelo como organizamos sistemas energéticos estão, conforme argumentado pelos autores, historicamente associadas a rupturas no modelo de desenvolvimento social e

econômico empreendidos pela sociedade e, assim sendo, é importante entender que esses territórios de energia são também marcados por agendas econômicas e sociais.

Assim sendo, quanto ao que se entende pela geografia da transição energética, dois principais pontos são apresentados por Bridge et al. (2013), o primeiro dizendo respeito às relações entre as lógicas energéticas desenvolvidas em um dado contexto geográfico e essa geografia; o segundo em relação às conexões e interações criadas entre diferentes geografias em se tratando de recursos energéticos. Entre os componentes geográficos associados a essa transição os autores destacam: (1) a localização, dimensão que é entendida tanto como absoluta quanto como relativa, isso é, incorporando no entendimento de localidade as proximidades (2) a paisagem, dimensão que compreende as relações sociotécnicas desenvolvidas e associadas ao consumo e oferta de energéticos; (3) a territorialidade, dimensão que agrega as relações políticas e sociais envolvendo territórios de energia; (4) o desenvolvimento desigual; dimensão crítica que analisa as concentrações de toda ordem associadas aos sistemas de energia; (5) a dimensão de escala, aplicada para entender a escala de sistemas energéticos desde a oferta até o consumo, e, finalmente, (6) as relações de interdependência e integração, dimensão de particular interesse em contexto onde a energia é muitas vezes entendida enquanto *commodity* (BRIDGE et al. 2013).

Empregando as dimensões aqui apresentadas para a análise da transição energética, em se tratando da difusão da geração distribuída, a análise geográfica da expansão do setor é senão imprescindível, uma importante contribuição para fins de entender as implicações do avanço do setor e como ela corrobora com a agenda de desenvolvimento sustentável. Quanto ao uso de espaço, a produção descentralizada fotovoltaica implica no uso de locais antes improdutivos do ponto de vista energético e tão somente demandantes de energia. Em contextos urbanísticos como o da Macrometrópole Paulista, uma grande aglomeração urbana, essa consideração é ainda mais importante, conforme será melhor exposto no transcorrer da dissertação. Ademais, a relação de proximidade é uma importante contribuição da geração distribuída em contextos marcados pela presença de sistemas elétricos robustos e centralizados, haja vista que a ampliação da oferta distribuída restringe a necessidade da ampliação de grandes linhas de transmissão. Quanto aos limites sociotécnicos – também compreendidos, como estruturantes das geografias locais em que inseridos, conforme enunciado –, a geração distribuída representa uma significativa transição, uma vez que ressignifica os papéis desempenhados pelos agentes do setor.

Assim sendo, o entendimento da transição energética enquanto territórios de energia deverá nortear a construção da presente pesquisa, que busca entre outras coisas a mapear

indicadores associados à difusão da produção de energia fotovoltaica distribuída no contexto da Macrometrópole Paulista de forma a inferir essa relação entre os sistemas energéticos e as geografias urbanas dessa área.

2.3 INTERDEPENDÊNCIA ENTRE PROCESSOS URBANOS E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: O PAPEL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NAS CIDADES

Ainda que verificada a maior preocupação da academia, de governos e diferentes entidades não-governamentais – bem como da sociedade como um todo – em discutir uma agenda de transição energética, Rutherford e Coutard (2014) argumentam em seu artigo que a análise da relação entre essa agenda e os processos urbanos segue carente de maior atenção. Segundo os autores, analisando o discurso da transição energética operante, observa-se uma super-simplificação do tema, que segue sendo pautado em função de atribuir comportamentos médios como premissas e análises dicotômicas entre as variáveis importantes do processo, isso é, renováveis *versus* fósseis, energia limpa *versus* emissões. Entre os riscos associados a esse discurso, um resumo pode ser ilustrado pela citação da matéria da revista *The Guardian*, em que o então diretor executivo da International Energy Agency afirmava que “apesar de muito discurso por parte dos líderes globais e do *boom* nas energias renováveis na última década, a média unitária de energia produzida hoje é basicamente tão suja como era vinte anos atrás” (diretor executivo do IEA; citado em *The Guardian*, 17 Abril 2013 apud RUTHERFORD e COUTARD, 2014).

Isso é, tomando em consideração o fato da questão da transição energética ser entendida como sendo sensível às diferentes geografias dos serviços energéticos implica em entender a mesma como mais dependente de análises contextuais que abriguem às complexas relações arquitetadas pelas mais diversas (e desiguais) sociedades em relação aos seus diferentes usos de energia. Levando-se isso em conta, é importante contextualizar o papel das cidades e, sobretudo, das zonas urbanas nessa lógica de contextualização local da transição energética.

A urbanização é um fenômeno global a ser experienciado (e seguir em curso) nos países sub-desenvolvidos e em processo de desenvolvimento: 64% da população dos países desenvolvidos e 84% da população daqueles em desenvolvimento residirão em zonas urbanas em 2050 (GENG et al., 2019). Diante dessa conjuntura, Rutherford e Coutard (2014) argumentam que focar nos processos urbanos para compreender a transição energética se torna mais interessante, haja vista que, nas palavras dos autores torna a análise “mais visível, melhor

articulada com a diversidade de pessoas”; isso é, essa análise associada pode alocar o grau, os tipos e as implicações das mudanças sob uma perspectiva mais clara e que destaque as diferentes facetas da relação que, ainda que sempre mudando, segue indissociável, entre mudança urbana e transformação dos sistemas energéticos (RUTHERFORD; COUTARD, 2014). Huang e Broto (2018) destacam, no entanto, que uma transição energética no meio urbano requerer mudanças estruturais em seu tecido, adaptações no seu ambiente construído, alterações nas dinâmicas de consumo da sua população – no sentido de redução de consumo, e ampliação da busca por alternativas mais eficientes –, e redefinição de seus contextos de governança.

Adicionar a dimensão da urbanização nesse debate implica em oferecer às cidades um maior protagonismo na transição energética, o que parece fazer sentido diante da perspectiva da cidade como um laboratório urbano, “que reflete o papel dos processos urbanos em abrir caminho para novos atores, dados e recursos e em incentivar a inovação” (HUANG; BROTO, p.36, 2018, tradução nossa). Desse entendimento, Huang e Broto (2018) apresentam as dimensões a serem incorporadas na análise das transições energéticas urbanas, sendo elas (1) as experimentações sociotécnicas; (2) a reprodução de processos urbanos por meio de políticas urbanas direcionadas para contextos específicos; e (3) a (re)configuração dos arranjos sócio-espaciais.

Analisando a geração distribuída nessa conjuntura, é imprescindível que sua difusão ou não irá depender das experimentações sociotécnicas dos diversos contextos geográficos em que analisada, dado que sua penetração depende de diferentes fatores alocados nessa dimensão, como as diferenças nas políticas econômicas de incentivo adotadas, na infraestrutura disponível, na percepção das suas instituições e seus agentes de mercado e nas práticas culturais (HUANG; BROTO, 2018).

2.4 SEUS ATORES E SEUS IMPACTOS NA GOVERNANÇA ENERGÉTICA

Conforme apresentado, a geração distribuída implica em diferentes benefícios do ponto de vista da sustentabilidade de sistemas energéticos; implica também, no entanto, em importantes desafios para a gestão das redes, tomadas de decisão e projeção de oferta de energia. Ademais, a expansão da geração distribuída complexifica a lógica de atuação do setor de distribuição visto que introduz um elevado número de novos atores na mesma: desde os clientes

finais que investem nas instalações até os agentes integradores de mercado, consultores, especialistas, fornecedores, instaladores, etc.

Segundo o World Bank (2019, tradução nossa), a “descentralização é o processo de transferência de autoridade e responsabilidade de importantes funções governamentais centrais para esferas locais”, desde governos até o setor privado. Tal processo culmina, ainda de acordo com a fonte, na amplificação das vozes da comunidade e na maior eficiência do uso de recursos locais e pode, no entanto, apresentar como desafios e perigos o empoderamento desigual e a falta de transparência na gestão daquilo que esteja sendo gerido.

Diante dessa perspectiva, dado que mais propensa às oscilações locais de aceitação ou rejeição da tecnologia; expansão ou não desse novo mercado; implementação ou não de decretos locais fomentadores do setor; a expansão da geração distribuída fotovoltaica traz consigo a emergência de uma maior responsabilidade local para a efetivação da sua expansão (ALANNE, KAARI, 2006). Esse entendimento resulta na importância da análise mapeada da expansão do setor, na busca pela compreensão das razões que levam às discrepâncias dessa expansão em termos territoriais - a serem analisadas no transcorrer da dissertação. Resulta também na constatação da importância da inclusão da geração distribuída fotovoltaica na agenda de governança energética local, dado que a mesma é tanto resultado como impulsionadora da inclusão de importantes *stakeholders* do setor energético em permanente construção.

Nas palavras de Alanne e Kaari, os sistemas distribuídos “não são lentos e inertes como os sistemas convencionais”; mas sim, “flexíveis em termos de soluções técnico-econômicas e políticas” (pp. 551, 2006, tradução nossa). Ainda que deva variar de país para país o grau de descentralização dessas tomadas de solução e poder, o fato é que a geração distribuída introduz elementos importantes e novos nessa busca em função de contrapor a verticalidade imposta pela gestão centralizada. Visto que diferentes estudos têm apontado para o fato de que o estabelecimento desses novos *stakeholders* do setor de distribuição de energia é catalisador da sua expansão (SAIKKU et al., 2017), a necessidade de incorporação dos mesmos na agenda de governança é, portanto, de fundamental importância do ponto de vista prático e, sobretudo, democrático⁶; e; no entanto, deve ser pensada com responsabilidade em se tratando de estruturas elétricas robustas e interligadas como a brasileira.

⁶ Ainda que incorporar a perspectiva dessas partes interessadas na discussão seja compreendida pela presente dissertação como um ato de democracia, é de fundamental importância que o interesse de toda a população e a forma como a mesma é impactada pela expansão da geração distribuída sejam levados em consideração em se tratando de tomadas de decisão nas políticas públicas. Para além disso, é importante que seus interesses sejam

Entre os principais pontos críticos a ser ponderado está o fato de a energia elétrica ser um bem fundamental a todos. A iminência dela se tornar mais cara, menos acessível ou mais insegura, assim, implica na necessidade de regulação. Ademais, diante de conjunturas sociais permeadas pela desigualdade, como é o caso da brasileira, por exemplo, repensar o modelo de gestão da distribuição de energia parece só fazer sentido quando o investimento em distribuição da geração se der menos exclusivamente por aqueles indivíduos mais ricos.

Ainda assim, diante dos benefícios ambientais oriundos da expansão da geração distribuída e mesmo em função dos benefícios para o setor, na prática, a expansão da geração distribuída invariavelmente implica na construção do que se entende como o modelo de gestão de governança - mesmo que involuntariamente. Isso é, a introdução de micro e minigeradores na rede de distribuição resulta na sua maior busca por participação na construção da agenda de expansão do setor; da mesma forma como ocorre com os agentes integradores, que deverão se organizar de forma a zelar pelo seu mercado de atuação.

2.5 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

2.5.1 O Marco Regulatório: A Resolução Normativa 482/2012

Diferentes *designs* das políticas energéticas que amparam a difusão da geração distribuída podem ser observados em um contexto global. Tais diferenças alteram direta e drasticamente a dinâmica desse processo de expansão da capacidade instalada de forma descentralizada, dado que existem diferentes formatos de subsídios e incentivos para serem adotados pelas normas regulatórias, bem como a possibilidade de que as mesmas optem por não incentivar ou permitir a adesão de microgeradores na rede de distribuição em questão. No Brasil, o marco regulatório da geração distribuída foi a publicação da Resolução Normativa 482, posteriormente alterada pela Resolução Normativa 687, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica – onde entende-se por microgeração unidades cuja capacidade instalada seja de até 75 kW; e minigeração, até 5 MW.

representados quando diante de contextos em que estejam em debate alterações que podem vir a implicar em consequências para sua parte.

Antes disso, desde 1995, um pequeno número de projetos fotovoltaicos e eólicos que não eram caracterizados como projetos de geração centralizada de energia haviam sido implementados e conectados à rede de distribuição com a autorização da ANEEL. Em geral, esses projetos pioneiros tiveram o propósito de investigar a resposta dessas tecnologias de geração intermitente de energia ao perfil climático brasileiro. Por essa razão, tais projetos foram implementados, sobretudo, por centros universitários e empresas voltadas para o ramo da indústria da eletricidade. Baseando-se na experiência adquirida ao longo dos anos nesse processo de levantamento de informação, diferentes barreiras para a implementação de projetos (sobretudo fotovoltaicos) foram identificadas, tais como a falta de padrões normativos, a dificuldade em medir o total de energia produzida, a ingerência em relação a operação da usina em paralelo com a rede de distribuição e a falta de incentivos fiscais (FARIA; TRIGOSO; CAVALCANTI, 2017).

Dessa forma, em função de responder a demanda da expansão do mercado das energias renováveis, de 2010 a 2012, diferentes esforços por parte da ANEEL foram observados no sentido de facilitar os consumidores finais a produzirem sua própria energia (desde que fomentando tais fontes). A Resolução Normativa 482 foi, portanto, resultado desse esforço e pode ser entendida como um mecanismo de incentivo às energias renováveis.

A norma permite que os consumidores que geram sua própria energia utilizem os créditos gerados até 60 meses depois de produzidos; e os mesmos podem ser compartilhados para o abatimento de contas de diferentes unidades consumidoras desde que as mesmas estejam sobre a mesma titularidade da unidade geradora ou gozem de um contrato que as vincule com a mesma em caráter de cooperativa, consórcio ou condomínio (ANEEL, 2012).

2.3.1.1 O modelo de incentivo adotado

O modelo de incentivo adotado pelo marco regulatório brasileiro foi o *net-metering*, entendido como sistema de compensação pela Resolução Normativa 482/2012. Os sistemas de compensação são aqueles nos quais os consumidores-geradores, também chamados de prosumidores, pagam somente pelo montante de energia que consomem. Trata-se do modelo mais empregado para incentivo da geração distribuída no mundo, ainda que operacionalizado em diferentes formatos. Uma questão fundamental dentro do escopo do *net-metering* (e que varia de lugar para lugar) é a definição da existência ou não e da duração do período de resgate de créditos para compensação tarifária.

Tal definição é importante uma vez que o dimensionamento das usinas geradoras varia em função dela: se, por exemplo, a norma permita a compensação dos créditos gerados dentro de um longo intervalo de tempo, o prosumidor poderá empregar a rede de distribuição como uma solução de armazenamento sem custo para o montante de energia gerada e não consumida. Nesse caso, poderia ser viável do ponto de vista econômico o sobredimensionamento das microusinas. Esse sobredimensionamento da capacidade instalada por micro ou miniusina levanta questionamentos quanto ao formato de subsídio desenhado pela Resolução Normativa 482/2012 para o processo.

Para a compreensão do formato de subsídio é necessário entender como funciona o sistema de compensação de energia em vigor. O sistema de compensação adotado pela ANEEL não se caracteriza como um contrato de compra e venda, mas sim, como um empréstimo a título gratuito. De acordo com a Resolução Normativa 482 (2012), trata-se de “[um] sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa”. Em outras palavras, “a fatura é baseada apenas no consumo líquido (energia consumida da rede menos a energia injetada na rede)” (KONZEN; ANDRADE, 2016, p.2), onde “[o]s créditos são utilizados nos momentos em que a demanda por energia do consumidor é maior que sua geração, ou seja, nos períodos onde o consumidor esteja adquirindo energia da rede, constituindo assim em uma conta gráfica de escambo” (CASTRO et al., 2016).

Dentro de um sistema em que vigoram as tarifas monômias, isso é, em que os clientes residenciais de baixa tensão têm as parcelas das tarifas valoradas em função da energia consumida – em reais por kWh – alguns questionamentos têm gerado dúvida sobre as possíveis desigualdades dentro do escopo da geração distribuída. Entre eles, em se tratando da prestação de serviços em baixa tensão no setor residencial, a pergunta: quem subsidia o fomento da geração distribuída no Brasil?

No Brasil, os dois principais impactos do ponto de vista tarifário são o da diminuição da carga de energia demandada e do não repasse de custos referentes ao transporte e à confiabilidade da prestação de seu serviço. O primeiro, resulta do fato de que uma parcela dos custos do sobredimensionamento da contratação de energia pode ser repassada aos clientes, o que pode resultar, portanto, em um contexto em que a geração distribuída expanda acima do previsto, em um aumento da tarifa de todos; o segundo, do fato de que àqueles clientes atendidos em baixa tensão são repassados custos de transporte, encargo e distribuição proporcional ao consumo de energia, o que deve resultar, dado que são custos fixos, em uma sobretaxação

daqueles clientes que não estão gerando sua própria energia (MANÇO, 2017). Sendo o segundo entendido como “subsídio cruzado”.

Em relação à problemática referente aos custos fixos e que resultam no citado subsídio cruzado, alguns sugerem que uma medida de correção dessa distorção deveria ser prevista, tal qual uma taxa fixa para aqueles geradores (EID et al., 2014). Outros, por outro lado, em função de entender a geração distribuída em seu estágio inicial como um importante passo para o fomento das energias renováveis, entendem que tal subsídio é necessário na conjuntura atual: diante de um cenário em que se busca a diminuição dos custos de investimento, para que, de fato, seja observada a expansão do setor.

É importante, no entanto, ter em mente em se tratando desse debate que, ainda que reduza o mercado das distribuidoras, conforme apresentado anteriormente, diferentes benefícios são previstos com a expansão da capacidade instalada distribuída no contexto nacional. Entre eles, a ampliação da oferta de energia limpa e renovável, a redução das perdas na rede de distribuição e transmissão, a redução da geração de energia centralizada, a maior oferta de empregos e a redução das emissões de gases de efeito estufa (ANEEL, 2019a).

Destaca-se, portanto, que o debate em torno da questão da regulação da tarifa da GD no Brasil é complexo em função da necessidade de debatermos diferentes agendas em torno de um só processo: isso é, se de um lado reitera-se que a GD implica em uma maior oferta de energia limpa e renovável; de outro, questiona-se os limites de sua acessibilidade, visto que se trata de um investimento volumoso e que pode ter um impacto financeiro em um momento futuro naqueles clientes com menor poder aquisitivo.

2.3.1.2 Alterações Previstas

Diante de um cenário de crescente expansão da geração distribuída no Brasil – cerca de 170 novas instalações por dia e uma potência acumulada próxima de 570 MW (ANEEL, 2019a) –, a ANEEL aprovou em janeiro de 2019 (ANEEL 001/2019) a abertura de uma audiência pública que prevê a alteração da Resolução Normativa 482. Espera-se que até 2020 as alterações estejam em vigor. Tal audiência foi encaminhada frente a demanda das distribuidoras que julgam que o atual sistema impede uma remuneração adequada pelo sistema de distribuição sobre sua responsabilidade.

A audiência visa a oportunizar às diferentes partes integrantes do processo, à sociedade civil, às empresas associadas ao fornecimento desse serviço ou de seu produto e às distribuidoras, o benefício de poder auxiliar nas tomadas de decisão relacionadas às possíveis

alterações do sistema de compensação previsto na resolução normativa. Para tanto, a ANEEL elencou algumas alternativas, sendo elas: a Alternativa 0, na qual nenhuma alteração é feita; a Alternativa 1, que prevê a cobrança do valor correspondente ao transporte de energia consumida no sistema de distribuição (TUSD – Fio B); a Alternativa 2, que prevê a cobrança do valor correspondente ao transporte de energia consumida no sistema de distribuição e transmissão (TUSD – Fio A e Fio B); a Alternativa 3, que prevê a cobrança do valor previsto na Alternativa 2 assomada dos encargos; a Alternativa 4, que prevê a cobrança do valor previsto na Alternativa 3 assomada das perdas associadas ao transporte de energia; e, finalmente, a Alternativa 5, que prevê a cobrança de todas as componentes tarifárias com exceção da parcela correspondente à compra de energia (ANEEL, 2019a; ANEEL, 2019b).

O conselho técnico da ANEEL, por sua vez, entende que até que sejam instalados 3,4 GW, é possível que se mantenha em vigor a Alternativa 0; sugere, no entanto, que, a partir desse momento, seja implementado um modelo tarifário que empregue a Alternativa 1. O andamento dessa audiência pública resultou no encaminhamento da Consulta Pública 25/2019, ainda em processo de coleção de participações.

Figura 1 - Visão da Aneel sobre revisão tarifária da GD



Fonte: ANEEL (2019c).

2.5.2 Os Stakeholders da GD no Brasil: quem atua nesse modelo de governança

A Figura 2 foi elaborada com base em todas as contribuições publicadas pela ANEEL na ocasião em que coletavam participações a serem debatidas na Audiência Pública 001/2019, conforme já apresentado. Na ocasião, a agência recebeu um total de 252 contribuições de 25 diferentes segmentos de atuação no setor: desde os consumidores finais até ministérios.

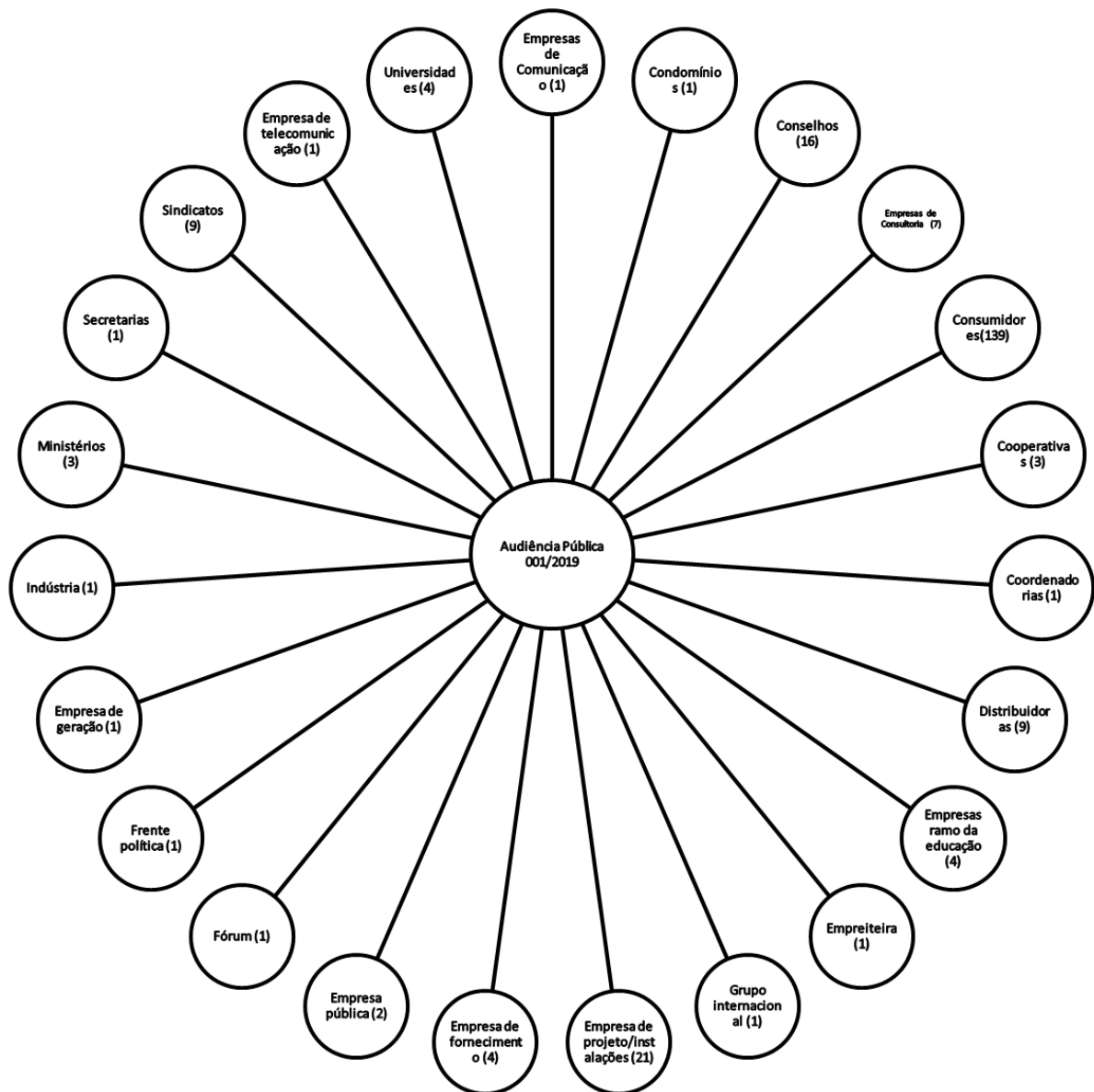
A título de verificar se esse nível de participação é congruente com as demais chamadas participativas em audiências públicas, analisou-se todas as demais 35 audiências públicas de 2019 já finalizadas⁷ e verificou-se uma média de 12 colaborações para cada uma. Fica nítida,

⁷ Realizadas até o dia 28/10/2019.

portanto, a discrepância do número de participações nas Audiências Pública 001/2019 quando em relação a todas as demais.

Para além dessa discrepância, a mais importante constatação foi a variedade de atores que encaminharam contribuições na ocasião, sobretudo os consumidores finais residenciais que, em termos gerais, tendem a não participar desse tipo de chamada. Evidencia-se, portanto, os argumentos apresentados na Seção 2.4 de que a expansão da geração distribuída implica na introdução de diferentes stakeholders na rede de distribuição e que os debates acerca dos limites regulatórios se complexificam.

Figura 2 - Contribuições da Audiência Pública 001/2019



Fonte: Autora (2019).

2.5.3 Incentivos à GD no Brasil

Os principais marcos destinados a incentivar a expansão do setor fotovoltaico no território nacional estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Incentivos à GD no Brasil

Nome	Descrição
PróGD	Grupo de trabalho do MME instituído em 2015 para atender aos objetivos da portaria MME nº 538/2015 para incentivar a geração distribuída, com particular foco na geração fotovoltaica.
DECRETO Nº 7.212, DE 15 DE JUNHO DE 2010.	À exceção dos impostos de que tratam o inciso II do caput deste mesmo artigo; e o art. 153, I e II(importação e exportação), nenhum outro imposto poderá incidir sobre operações relativas a energia elétrica.
Convênio CONFAZ 101/97	Incentivos de ICMS para módulos e células fotovoltaicas
Convênio CONFAZ 16/2015	Incentivos estaduais de ICMS para micro/minigeração – para consumidores residenciais, industriais, comerciais (24 Unidades da Federação já aderiram a ele).
Lei nº13.169/2015	Isenção de PIS/COFINS para micro e minigeração (residenciais, comerciais e industriais)
Ex-tarifario	Redução temporária da alíquota do imposto de importação de bens de capital, de informática e telecomunicação. Impacta na cadeia produtiva: inversores, desoneração de máquinas/equipamentos.
RESOLUÇÃO Nº 116, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2014	Altera de 14% para 2% a alíquota ad valorem do imposto de importação das autopeças enquadradas nos Ex-tarifários

Fonte: Autora (2019). Adaptado de: LUNA et al (2019); MME (2019a); MDI (2018).

Quanto às linhas de crédito, o Quadro 2 sintetiza as principais linhas disponíveis no Brasil para a condução do investimento.

Quadro 2 - Principais linhas de crédito disponíveis no Brasil

Entidade/Programa Responsável	Descrição
Caixa Econômica	Construcard: linhas de financiamento para compra e instalação de equipamentos fotovoltaicos com taxa de juros de mercado.
Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)	Incentivo à agricultores a adquirirem sistemas fotovoltaicos cujas taxas de juros variam entre 2,5% e 5% ao ano.
Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)	Incentivo a grandes projetos com taxas de juros de 5% ao ano e que cobrem até 80% do custo.
Banco do Brasil (Proger Urbano Empresarial)	Linha de crédito para ampliar ou modernizar empresas visando a proporcionar geração ou manutenção de empregos e renda que emprega recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador.
Santander	Crédito disponível para pessoas físicas e jurídicas parcelado em até 60 vezes com taxa de juros não fixa condicionada à análise prévia de crédito.
SICREDI	Crédito disponível para pessoas físicas e jurídicas com prazo de pagamento limitado a 60 meses e juros entre 1% e 3% ao ano.

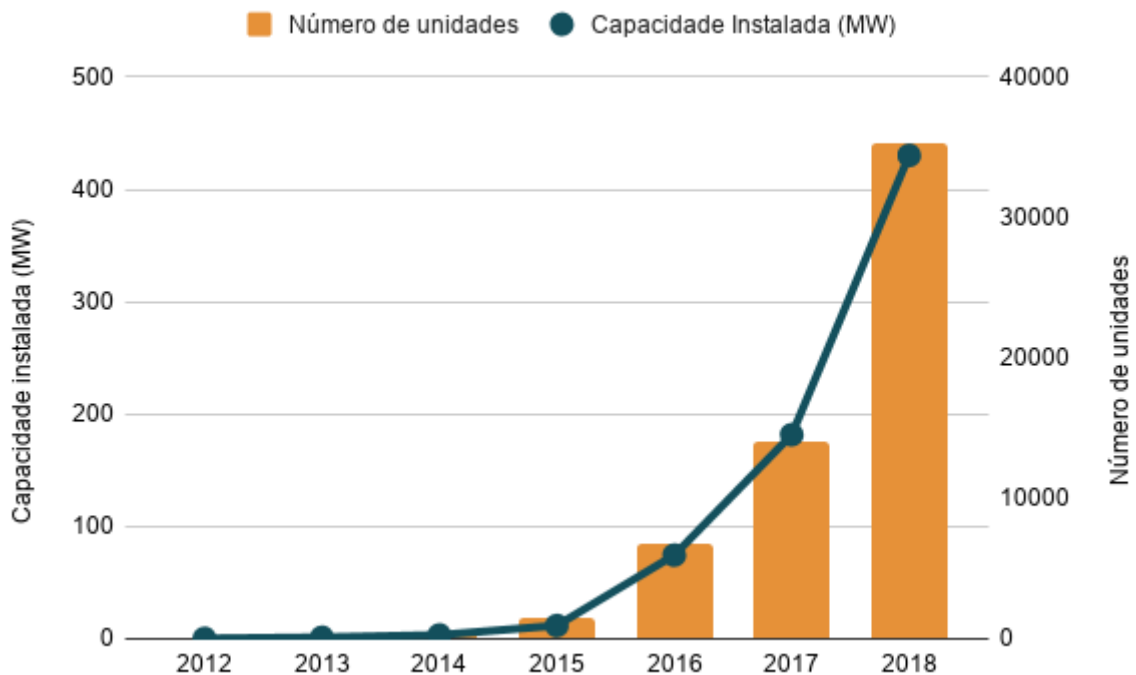
Fonte: Autora (2019). Adaptado de ROSA (2017); ENGIE (2019).

2.5.4 Indicadores da GDFV no BR

Os dados disponibilizados pela ANEEL em sua plataforma online (ANEEL, 2019b) foram organizados nos gráficos e tabelas dispostos nesta seção da dissertação para a análise da conjuntura nacional. Conforme ilustrado no Gráfico 1 a geração distribuída tem crescido

exponencialmente desde a publicação de seu marco regulatório. Em 2018, a capacidade instalada disponível acumulada foi de cerca de 700 MW, representando a geração de 828 GWh no ano de energia produzida.

Gráfico 1 – Evolução da capacidade instalada e do número de unidades geradoras distribuídas no Brasil



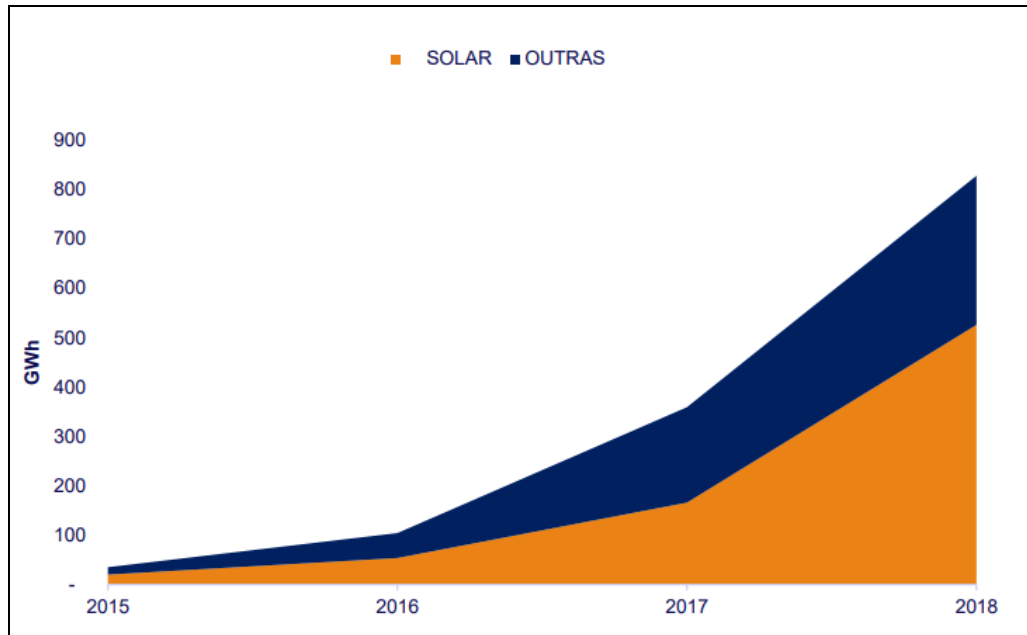
Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

A expansão da geração distribuída está diretamente associada à expansão do setor fotovoltaico no Brasil, dado que 99,5% (57653 unidades) de todas as instalações são usinas fotovoltaicas (ANEEL, 2019b)⁸. Esse percentual muda consideravelmente quando analisamos a expansão da geração distribuída do ponto de vista de sua energia produzida. Observa-se por meio da análise do Gráfico 2 que a energia solar fotovoltaica foi responsável em 2018 pela geração de 525,8 GWh, o que representa 63,5% de toda a energia distribuída gerada no Brasil em 2018 (EPE, 2019). Não só a questão da intermitência é responsável por essa diferença, mas também a escala das usinas: isso porque enquanto a média da capacidade instalada de projetos

⁸ Essa constatação norteou a construção da presente dissertação: se antes estava interessada em compreender a expansão da geração distribuída como um todo, em função de se tratarem de fonte que implicam o estabelecimento de mercados de diferentes nichos econômicos, optou-se em delimitar o tema para a expansão da geração distribuída fotovoltaica.

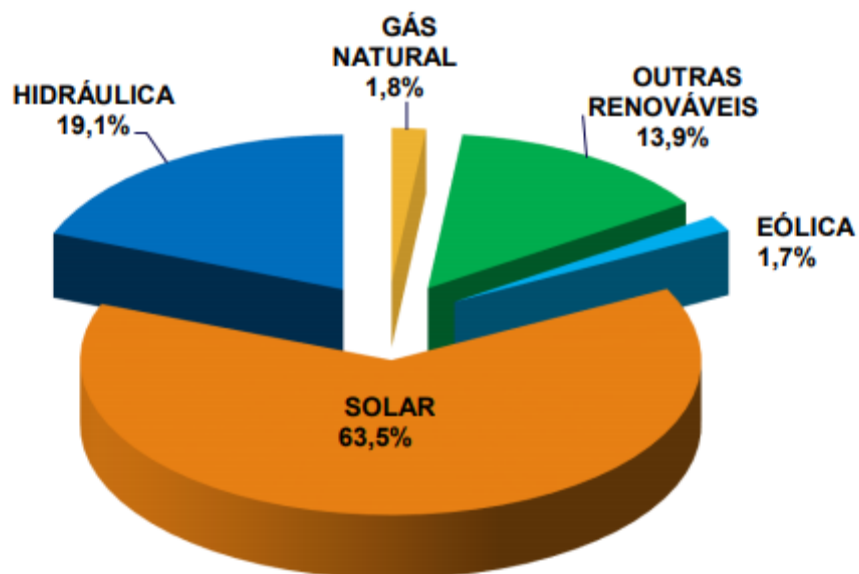
fotovoltaicos por unidade de geração foi de 9,3 kWp no período; a de usinas de cogeração foram 226,8 kW e as PCHs e CGHs de 644,4 kW.

Gráfico 2 - Expansão da oferta de energia distribuída no Brasil: solar x outras



Fonte: EPE (2019)

Gráfico 3 - Matriz da oferta de energia distribuída no Brasil

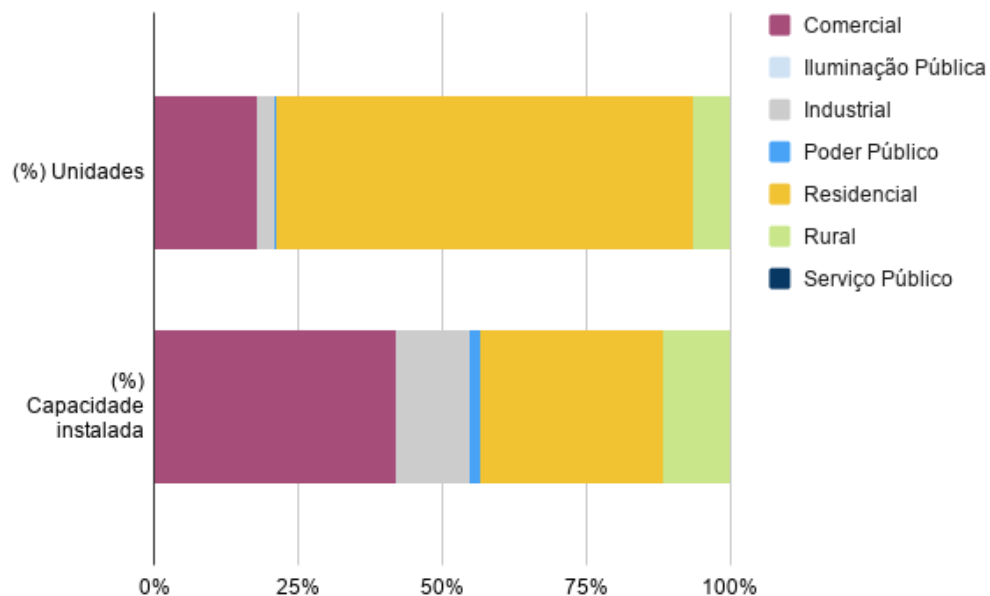


Fonte: EPE (2019)

No que diz respeito às classes de consumo responsáveis pelo investimento em geração distribuída, conforme ilustrado pelo Gráfico 4, destacam-se o setor residencial, comercial, rural e industrial. Em termos de unidades de consumo, 72,5% das instalações (25552 instalações) foram feitas no setor residencial; 17,6% das instalações (6210 instalações) no comercial; 6,3% (2232 unidades) no setor rural e 3,1% (1078 unidades) no setor industrial. Os demais 0,5% (163 unidades) foram instalados por unidades do setor público.

Já em termos de capacidade instalada, 41,9% (180,3 MW) foi instalada em unidades da classe de consumo comercial; 31,6% (136,0 MW) na classe residencial; 13% (55,8 MW) na industrial; 11,7% na industrial; e 1,9% no setor de iluminação pública, serviço público e poder público.

Gráfico 4 - As classes de consumo responsáveis pelo investimento em GD



Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

Analisando a dispersão da geração distribuída no território nacional, a Tabela 1 ilustra que, com exceção da Região Norte, a expansão do setor parece estar ocorrendo em todas as regiões. Observa-se que tanto em termos de capacidade instalada quanto em termos de unidades de geração, a região sudeste é aquela com maior projeção do setor, seguida pela região sul e nordeste, respectivamente.

Tabela 1 - GD por região

	Número de unidades de GD	(%)	Capacidade Instalada (MW)	(%)
Centro oeste	5884	10%	90.13272	13%
Nordeste	7608	13%	119.7414	17%
Norte	1438	2%	19.05227	3%
Sudeste	26598	46%	285.62568	41%
Sul	16403	28%	189.19456	27%

Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

Mapeadas essas unidades por CEP, conforme ilustrado na Figura 3, observa-se que as unidades se encontram concentradas no território.

Figura 3 – Dispersão das unidades de GD fotovoltaica no Brasil



Fonte: Autora (2019). Criado com a plataforma SIGEL (ANEEL, 2019d).

3 A MACROMETRÓPOLE PAULISTA

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Macrometrópole Paulista (MMP) é uma importante aglomeração urbana que abriga diferentes regiões metropolitanas e aglomerações do Estado de São Paulo. Integram a região 174 municípios, conferindo à mesma uma área de 53,4 mil km², algo próximo à 20% da área do estado de São Paulo. Nela, habitam 74,6% da população paulista que vivem sob as mais diversas condições de habitação e qualidade de vida. Assim sendo, à MMP se configura no espaço com elevado grau de heterogeneidade estrutural (EMPLASA, 2019). Segundo Negreiros et al. (2015) “[a]inda existe parcela importante do território desprovida de condições de atração de investimentos produtivos, com parte da população vivendo em condições precárias de moradia, ocupando áreas com oferta deficiente de serviços públicos e de infraestruturas social e urbana”. Tal heterogeneidade resulta de um processo histórico da urbanização do estado de São Paulo marcado por diferentes fases e projetos de desenvolvimento.

O processo que antecede o entendimento da formação do complexo entendido como a MMP é o processo de metropolização da cidade de São Paulo, isso é, a formação da região metropolitana do município que, desde a segunda metade do século XIX, goza do status “de principal polo industrial na principal metrópole de serviços produtivos do país, por conta da diversidade, tamanho e composição de sua estrutura industrial” (ARAÚJO, M., 2001 apud NEGREIROS et al., p.127, 2015). A conjuntura contava com elementos que foram de fundamental importância para conferir à região as condições de estabelecimento necessárias, sendo elas a região geográfica estratégica, as características topográficas que viriam a facilitar à logística associada às atividades econômicas, a distribuição dos sistemas hidrográficos e as transformações em seu sistema produtivo (MEYER et al., 2015).

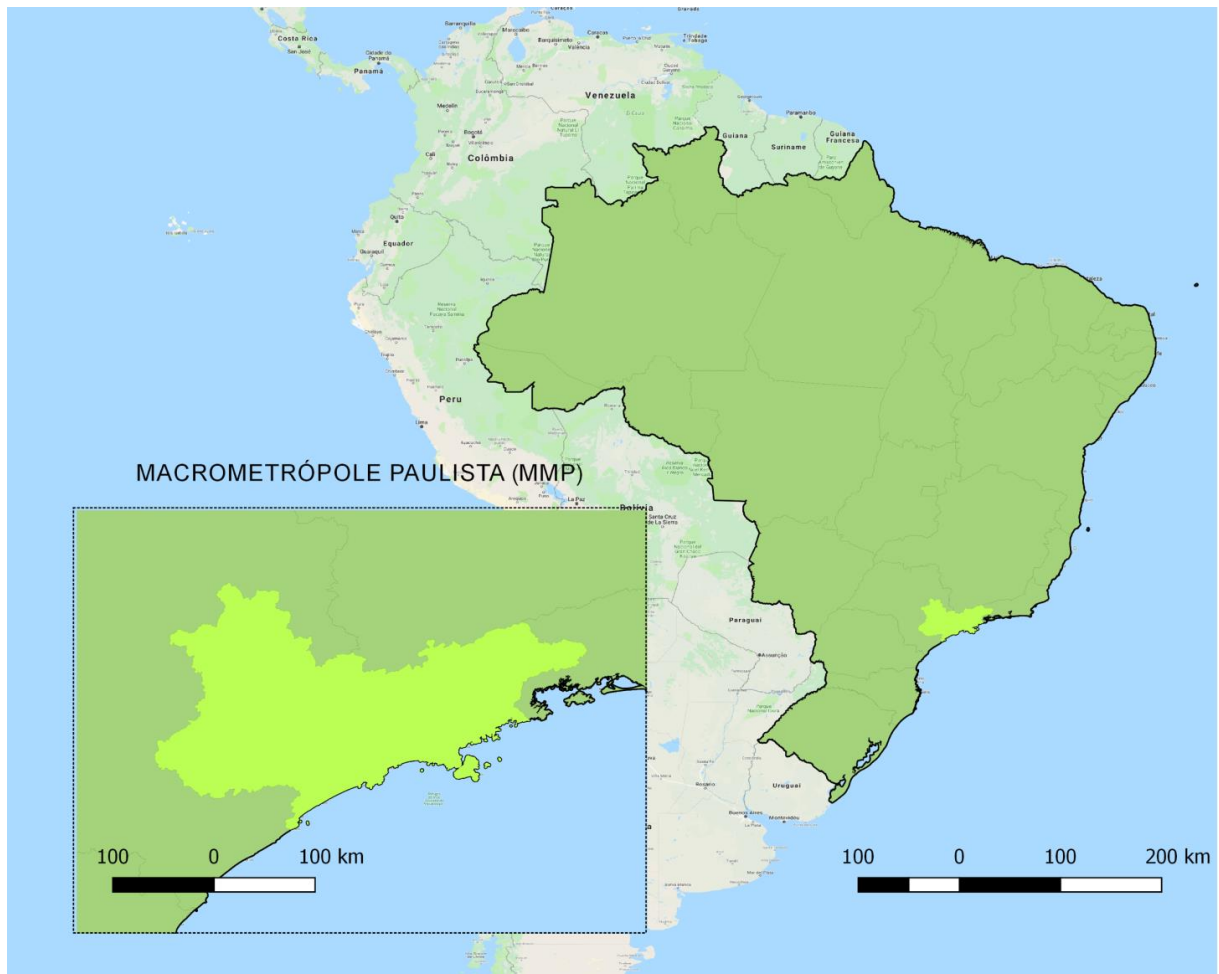
A configuração das relações abrigadas na lógica metropolitana se orientou ao longo do século XX, nas palavras de Meyer et al. (2015), como de tipo “tentacular” e “centrífuga”, isso é, fortemente centralizada na capital paulista e com a presença de forças urbanas centrípetas. Marcado pelo maior crescimento populacional exponencial do Brasil, a partir os anos 60, dada a estruturação do primeiro setor industrial moderno nacional no ABC Paulista – o setor automobilístico –, o êxodo rural fez com a que a urbanização se desse de forma periférica, implicando no desenvolvimento das regiões para além da capital paulista (MEYER et al., 2015).

Em função da velocidade do desenvolvimento descentralizado das regiões, o movimento pode ser entendido como o processo de “metropolização da pobreza”, visto que o mesmo esbarrava na limitação de acesso a serviços básicos, como distribuição de água, saneamento e eletricidade em compasso com o acelerado crescimento da mancha urbana que, em 30 anos contados a partir da década de 1950, cresceu aproximadamente 115%. A infraestrutura de transporte consolidada entre os anos 1960 e 1970 garantiu também a construção de um processo de metropolização hierarquizado, tanto espacialmente quanto socialmente. Nos anos 1960, a infraestrutura de transporte dos trechos suburbanos cresciam a uma taxa muito superior à da própria capital, processo esse visualizado em outros pontos da América Latina, tal como Montevideu e Buenos Aires (MEYER et al., 2015).

Sobretudo a partir dos anos 80, a escala da urbanização “físico-espacial” e funcional se tornou ainda maior em São Paulo, de modo que hoje a ideia de macrometropolização é empregada para entender a dinâmica da urbanização no estado, território esse marcado pela integração funcional de uma rede de cidades e mercado, portanto, por diferentes morfologias urbanas (NEGREIROS et al, 2015).

A MMP pode ser entendida como uma “rede de cidades” (EMPLASA, 2014) cuja importância econômica, logística e populacional implica na necessidade de uma análise conjunta, visto que “seus problemas só serão resolvidos de forma compartilhada” (EMPLASA, p. 6, 2014), uma vez que estão intimamente relacionados. Assim sendo, em função de se tratar de um território que rompa com a lógica das fronteiras políticas municipais, qualquer planejamento direcionado para a MMP implica na adoção de uma política a nível de governança, dado que a região não é governada por uma só entidade política; senão, por um conjunto de atores políticos, governamentais, de mercado e comunitários que têm impacto e interesse no território e que são impactados pelo desenvolvimento das atividades econômicas, pela administração dos seus recursos estratégicos e diminuição das desigualdades que o permeiam.

Figura 4 - Localização da MMP



Fonte: SOARES; BERMANN (no prelo).

3.2 A QUESTÃO ENERGÉTICA NA MMP

3.2.1 O Desenvolvimento, a urbanização e a sustentabilidade

A questão energética na Macrometrópole Paulista é de fundamental importância para amparar seu desenvolvimento, sobretudo do ponto de vista do cumprimento de uma agenda de sustentabilidade. É sabido que a questão energética e a questão ambiental são intimamente relacionadas dado que as mudanças climáticas resultam também das emissões antropogênicas de CO₂ e que dois terços delas estão relacionadas à produção e ao consumo de energia (IEA, 2015 apud COLLAÇO et al, no prelo).

Tal relação foi mais fortemente debatida a partir do acordo de Paris em 2015, ratificado pelo Brasil em 2016. Acordado por 195 países, teve como objetivo “manter o aumento da temperatura média global em bem menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais” (MME, 2019b). O Brasil comprometeu-se em, até 2025, reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005; para tanto, comprometeu-se em “aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas [...] [e] alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030” - esse último sendo de particular interesse para a presente dissertação (MME, 2019b).

Diante de um contexto em que a urbanização é uma tendência global – 54% foi a taxa de urbanização verificada em 2017 (PRB, 2018) – em que, portanto, como efeito, tem-se o aumento da demanda de bens materiais e energéticos; a conciliação entre desenvolvimento e sustentabilidade se torna mais difícil. Isso porque, ainda que em posse de uma agenda de sustentabilidade e/ou manifestada a preocupação com as questões sócio-ambientais implicadas nesse processo de urbanização, a velocidade dessas mudanças tendem a superar a capacidade de conciliação de agendas.

Tendo em vista que a taxa de crescimento das cidades do Norte Global foi superada pela do Sul e sabendo que as taxas mais rápidas de crescimento de tamanho e densidade populacional se dão em regiões metropolitanas (SIMON, 2017 apud LAMPIS et al, no prelo), a preocupação em mediar essa relação entre desenvolvimento, sustentabilidade e urbanização se torna ainda mais urgente, visto que as condições sociais do Sul Global se encontram carentes de atenção.

Partindo-se da premissa de que existe uma intrínseca relação entre desenvolvimento, consumo de energia e impactos ambientais, o esforço intelectual em compreender como se dá essa relação na MMP é de fundamental importância por duas principais razões. A primeira, em função do alto impacto que seu consumo deve ter em um contexto nacional, dado a elevada atividade produtiva e econômica, demografia e consumo da região; e a segunda, em função da metropolização ser uma tendência global. Os resultados verificados para a MMP poderão, nesse sentido, ser extrapolados e embasar o entendimento de outras lógicas de metropolização (sendo feitas as devidas ressalvas).

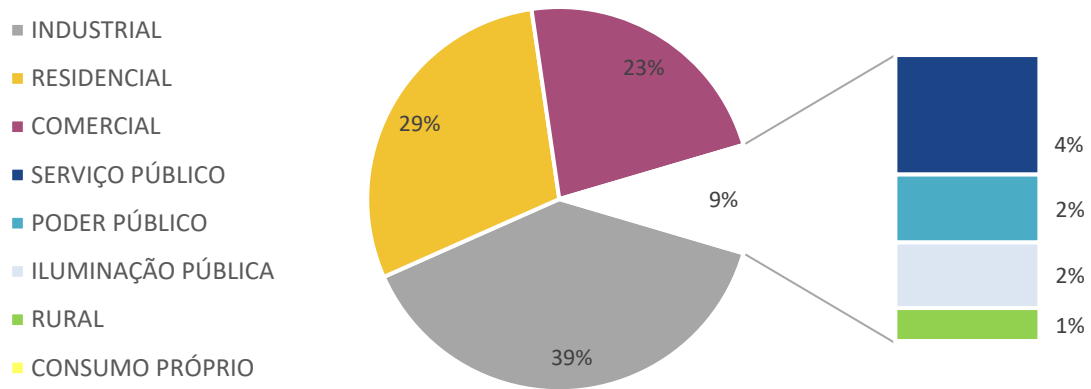
3.2.2 O Consumo de Energia Elétrica na MMP

De acordo com os dados dos Anuários Estáticos de Energéticos por Município (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007-2018), o consumo de energéticos na MMP apresentou um crescimento de 30% no último decênio e; de todo o consumo de energéticos do estado de São Paulo, 73% (31,6 MTOE/ano) foi destinado para suprir o consumo da MMP no ano de 2017.

O consumo de eletricidade desempenhou em todos esses anos uma importante participação e em 2017 foi responsável pela demanda de 28% (8,7 MTOE) do total de consumo de energéticos na MMP (31,6 MTOE). Tal consumo (101,1 TWh) representou no mesmo ano 78% da demanda de eletricidade em todo o estado de São Paulo (129,8 TWh) e 22% de todo o consumo de eletricidade do Brasil (467,2 TWh).

Esse último indicador ilustra a importância da região para o Brasil: a MMP em 2017 sozinha demandou mais energia elétrica que toda a Região Norte (34,5 TWh), Região Nordeste (79,7 TWh), Região Centro-Oeste (35,4 TWh) e Região Sul (85 TWh) individualmente (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018). Essa constatação é melhor entendida quando analisando os setores mais responsáveis pela demanda de energia elétrica da MMP. O Gráfico 5 ilustra a participação das diferentes classes de consumo no consumo final de energia elétrica na região. Observa-se que o setor industrial foi responsável pelo maior consumo (39,3 TWh), seguido pelo consumo residencial (29,6 TWh) e comercial (23,0 TWh).

Gráfico 5 - Participação das classes de consumo no consumo final de energia elétrica na MMP (2017)



Fonte: Autora (2019). Adaptado de Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado De São Paulo (2019).

Tabela 2 - número de unidades e consumo de energia por classe de consumo na MMP (2017)

INDUSTRIAL	N.C	46927
	TWh	35,6
RESIDENCIAL	N.C	7084991
	TWh	9,3
COMERCIAL	N.C	429089
	TWh	5,5
SERVIÇO PÚBLICO	N.C	5520
	TWh	1,05
PODER PÚBLICO	N.C	35606
	TWh	0,74
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	N.C	10079,6
	TWh	1,02
RURAL	N.C	70409
	TWh	0,76
CONSUMO PÓPRIO	N.C	579
	TWh	0,02

Fonte: Autora (2019). Adaptado de Adaptado de Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado De São Paulo (2019).

Comparando o consumo da MMP e do Brasil por classe de consumo, conforme ilustrado pela Tabela 3, fica explícita a importância do consumo comercial, de serviço público, industrial e residencial na MMP e seu impacto no consumo nacional. Tal constatação será de fundamental importância quando analisando as potencialidades da GD na MMP, visto que estes são setores aptos e ideias para o investimento.

Tabela 3 – Impacto do consumo de energia elétrica por classe de consumo da MMP no consumo nacional

CLASSE DE CONSUMO	Consumo (TWh)		%MMP
	MMP	BRASIL	
INDUSTRIAL	39,2	167,4	23%
RESIDENCIAL	29,7	134,4	22%
COMERCIAL	23,0	88,3	26%
SERVIÇO PÚBLICO	3,8	15,2	25%
PODER PÚBLICO	2,2	15,1	14%
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	2,1	15,4	14%
RURAL	1,1	28,1	4%
CONSUMO PRÓPRIO	0,1	3,3	2%
TOTAL	101,1	467,2	22%

Fonte: Autora (2019). Adaptado de Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado De São Paulo (2019).

3.2.3 A Geração de Energia Elétrica na MMP

Com base nos dados disponibilizados no Banco de Informações de Geração (BIG) da ANEEL, o estudo de Collaço et al. (no prelo) analisou a oferta de energia na MMP. Estes dados se encontram apresentados na Tabela 4. O Gráfico 6 resume as informações de forma a analisar o percentual de capacidade instalada por fonte. Observa-se que a capacidade instalada em usinas térmicas representa 62% de toda a capacidade instalada na MMP. Dado que uma parcela representativa dessas usinas emprega a biomassa como insumo energético, propôs-se a análise da capacidade instalada em termos de emprego de fontes fósseis ou renováveis. A Tabela 5 ilustra que pouco mais da metade da geração de energia elétrica no território é oriundo de fontes fósseis.

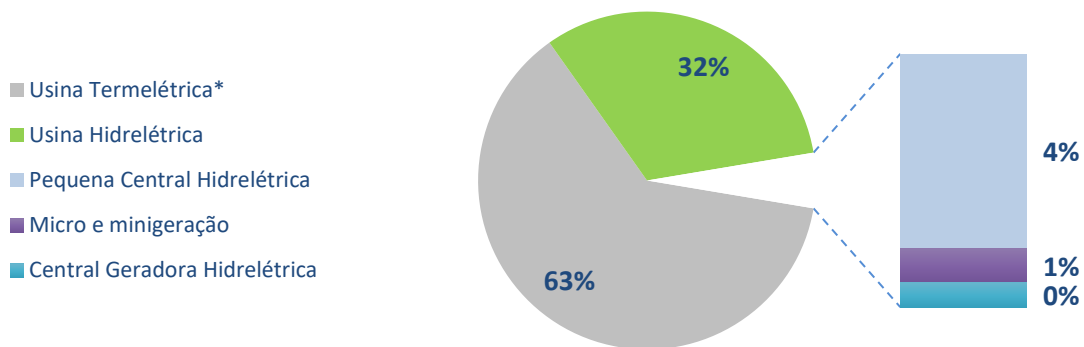
Tabela 4 - Capacidade Instalada e número de usinas geradoras de energia elétrica na MMP por tipo de usina

FONTES	CAP.INST (KW)	NÚMERO DE USINAS
Central Geradora Hidrelétrica	20.613	18
Pequena Central Hidrelétrica	164.998	16
Usina Hidrelétrica	1.306.860	13
Usinas de micro e minigeração CGH	90	1
Central Geradora Eólica	2	1
Usinas de micro e minigeração EOL	34	5
Central Geradora Solar Fotovoltaica	1.236	8
Usinas de micro e minigeração UFV	28.530	4949

Usina Termelétrica- Bagaço de Cana	358.241	24
Usina Termelétrica- Biogás	67.766	8
Usina Termelétrica - Calor de Processo	24.400	1
Usina Termelétrica - Carvão - RSU	2.700	1
Usina Termelétrica - Biomassa	60.007	4
Usina Termelétrica - Gás de Refinaria	204.730	3
Usina Termelétrica - Gás Natural	980.679	45
Usina Termelétrica - Óleo Combustível	213.358	5
Usina Termelétrica - Diesel	544.961	514
Usina Termelétrica - Outros derivados de petróleo	85.188	7
Usinas de micro e minigeração UTE	275	3
TOTAL	4.064.669	5626

Fonte: Adaptado de Collaço et al. (no prelo).

Gráfico 6 - Matriz de geração de energia elétrica na MMP



Fonte: Adaptado de Collaço et al. (no prelo).

Tabela 5 – Oferta de energia na MMP: Renováveis x Fósseis

FONTES	CAP. INST. (kW)	%
Renováveis	2.008.377	49%
Fósseis	2.056.292	51%

Fonte: Adaptado de Collaço et al. (no prelo).

Ademais, empregando os dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2018) que apresentam tanto dados oferta de energia em termos de capacidade instalada e energia gerada, foi possível gerar um fator de conversão para cada tipo de fonte para o ano de referência. Tais cálculos se encontram apresentados no Apêndice A. Empregando o mesmo fator de conversão para as usinas instaladas no território da MMP e já apresentadas na Tabela 4, foi possível criar

uma estimativa da energia gerada no ano de 2017. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos por onde constata-se que as usinas instaladas no território da MMP geraram cerca de 15,96 TWh no ano de 2017.

Tabela 6- Estimativa da energia gerada por tipo de usina na MMP

TIPO	Fator de Conversão	Cap. Inst	Energia gerada
	MWh/MW	MW	MWh
Hidrelétrica	4059,3	1492,6	6058712,6
Térmica	3794,3	2542,3	9646193,3
Eólica	7843,0	0,04	124,4
Solar	3456,2	29,8	258372,1
TOTAL	8680,1	4064,7	15963402,4

Fonte: Autora (2019).

3.2.4 Balanço de EE na MMP: oferta x demanda (Recursos Endógenos)

O fato da maior parte urbanizada do Brasil gozar de acesso a uma infraestrutura elétrica da dimensão e porte da Rede SIN implica na superação da ideia de fronteiras políticas entre cidades e estados quando se tratando do acesso à energia elétrica. Visto que as plantas de geração se encontram conectadas à essa rede, rastrear a origem da energia consumida se torna impossível; trata-se de energia consumida da rede, compartilhada entre todos os clientes finais. O percentual de energia elétrica consumida oriunda de fontes renováveis será, portanto, o mesmo para todos os clientes finais, visto que a análise se dá de forma integrada.

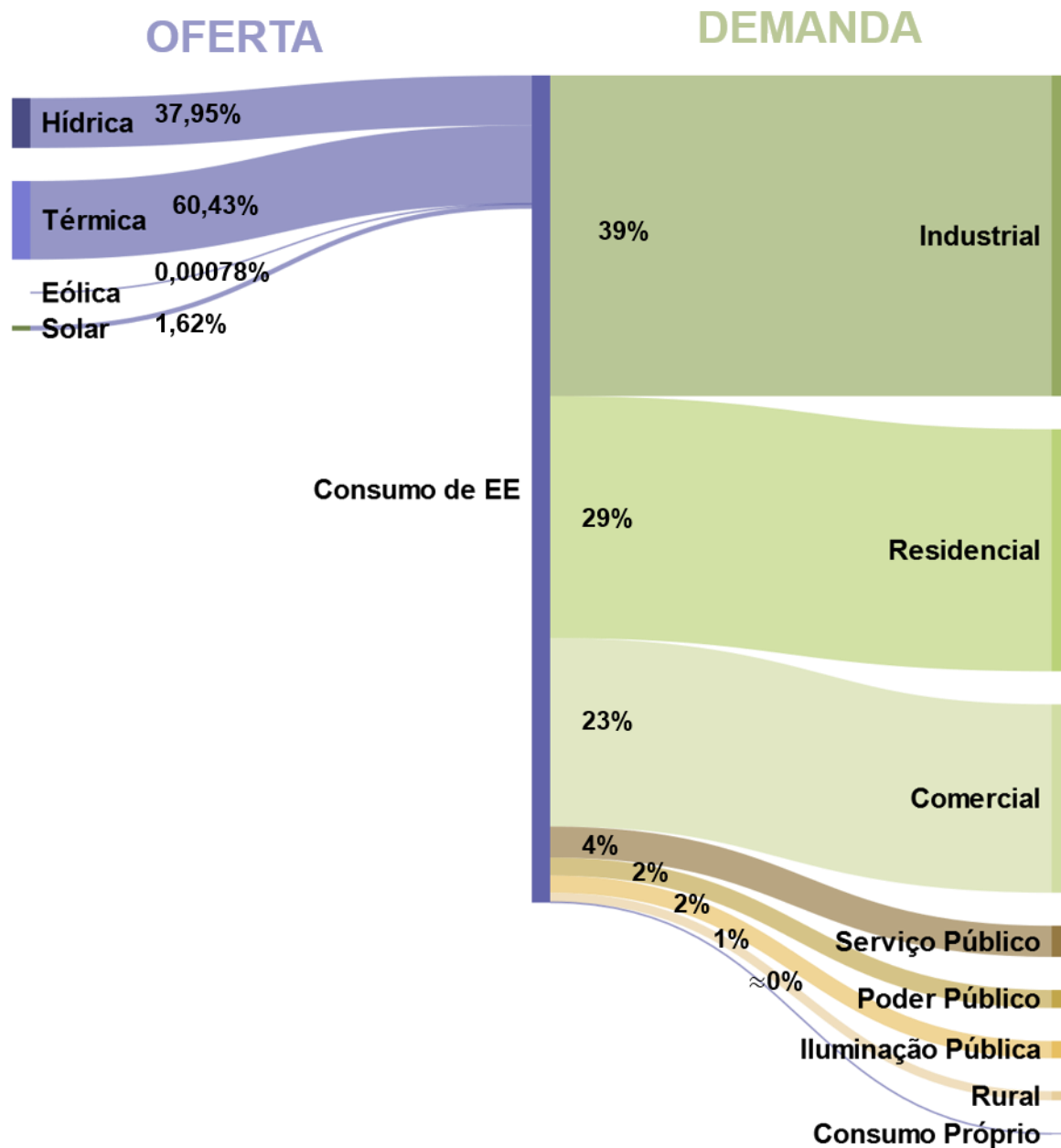
Tendo em vista essa questão, analisar a demanda *versus* a oferta de energia elétrica na MMP pode parecer sem sentido. No entanto, a importância dessa análise diz respeito à análise de consumo pela geração endógena de energia elétrica para fins de verificar o peso do consumo de energia elétrica da MMP para a rede com um todo. Isso é, ainda que equivocada a premissa de que a energia oriunda das usinas geradoras instaladas na MMP sejam consumidas em seu território (quando conectadas à rede de distribuição nacional), a análise contraposta de oferta e demanda permite que seja feita a análise da subsistência do ponto de vista do consumo de eletricidade desse complexo urbano.

Dada a alta demanda de energia elétrica da MMP registrada em 2017 e apresentada neste capítulo - 22% de todo o consumo nacional - a verificação de que a MMP gerou estimados 15,96 TWh de energia elétrica que foi ofertada para a rede no ano de 2017 culmina na inferência de que a MMP ofertou para a Rede SIN cerca de 16% do que consome. Isso é, partindo da

premissa teórica já explorada de que o desenvolvimento econômico e social está diretamente ligado ao consumo de energia elétrica, a discrepância entre consumo e oferta de energia verificada no território da MMP implica na constatação de que a mesma é altamente dependente da geração de energia em outros territórios.

Tendo em vista as implicações ambientais e sociais associadas ao setor de geração, sobretudo da construção de usinas hidrelétricas de grande porte (dada a importância que essas usinas têm na oferta de energia elétrica nacional), a análise de consumo e oferta na MMP desencadeia um outro espectro da questão do acesso à energia visto que, ainda que interligada a distribuição e transmissão do serviço, encontram-se concentrados os impactos associados à sua geração. E que o próprio desenvolvimento da região é, até certo nível, dependente do desenvolvimento do setor de geração em outras localidades. O diagrama de Sankey apresentado na Figura 5 ilustra essa relação entre geração e demanda de energia elétrica na MMP. Reforça-se que para o correto entendimento dessa relação, é necessário levar em consideração o modelo de distribuição nacional.

Figura 5 - Diagrama de Sankey: geração de EE x Consumo por classe na MMP



Fonte: Autora (2019).

Finalmente, a geração distribuída representa, nesse sentido, tanto para a MMP quanto para o Brasil, uma alternativa possível e factível para expandir a capacidade instalada de geração na MMP de forma sustentável, visto que fomenta a produção de energias renováveis. Dada a estrutura da Rede SIN, a importância da GD para a MMP deve naturalmente ser extrapolada para o Brasil, sobretudo diante da importância que o consumo de energia elétrica na MMP tem para o país. Tais conclusões reiteram a importância do setor e norteiam a construção da próxima sessão da dissertação.

3.3 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NA MMP

3.3.1 Incentivo ao setor em São Paulo e na MMP

De acordo com as informações prestadas pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, responsável pelo acompanhamento do setor no Estado de São Paulo, a geração distribuída fotovoltaica teve dois principais incentivos no estado (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019).

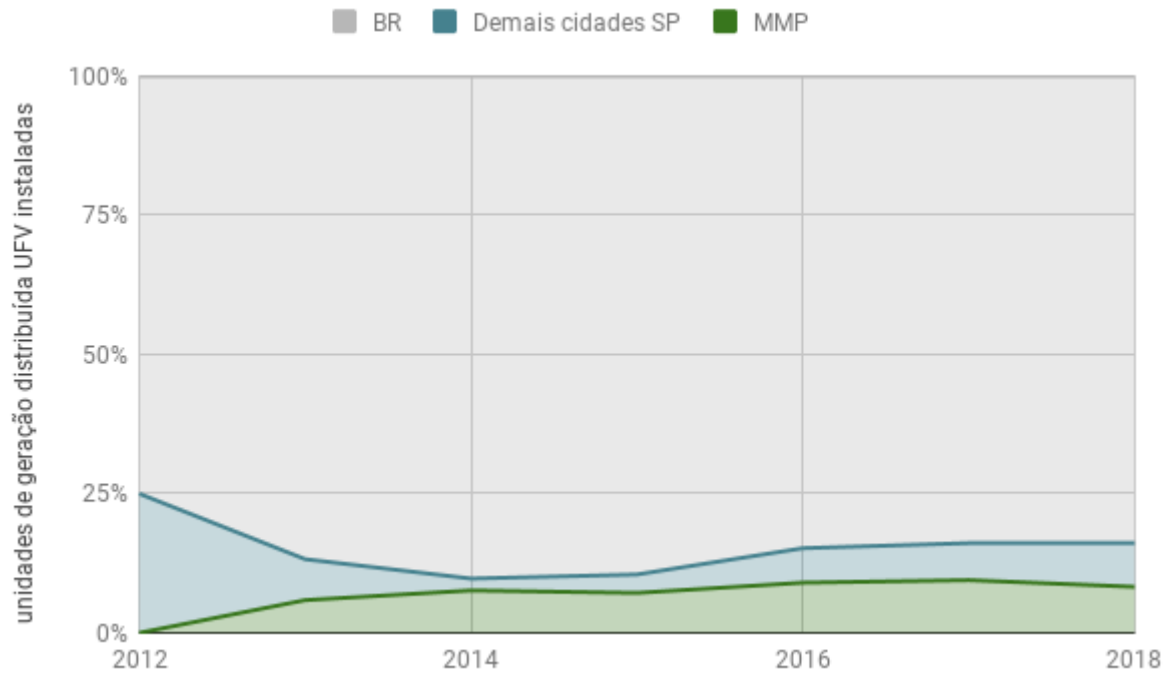
O primeiro sendo a Resolução SMA -74/2017, que “[d]ispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica” e que, no que tange a micro e minigeração distribuída, definiu que “só será exigida autorização para supressão de vegetação nativa ou para instalação em áreas de proteção de manancial”. (Resolução SMA -74/2017).

O segundo, o Decreto N° 63.095, de 22 de dezembro de 2017, que concede isenção de ICMS à saída interna de produtos destinados à montagem de sistema ou central geradora solar fotovoltaica em prédios públicos estaduais.

3.3.2 Indicadores

Conforme ilustrado pelo Gráfico 7, cerca de 50% de todas as instalações de geração distribuída observadas no estado de São Paulo se deram na MMP; em relação ao Brasil, 10% de todas as instalações implementadas se deram na região. Ainda que seja um número relevante, considerando o protagonismo do consumo de eletricidade da MMP e os impactos mencionados advindos disso, trata-se ainda de uma participação discreta no setor da GD. Ademais, levando-se em consideração que o setor de GD é movimentado sobretudo pelas camadas mais privilegiadas da população e naqueles lugares em que existem fluxos de capital, seria esperado que o setor se expandisse mais rapidamente da região.

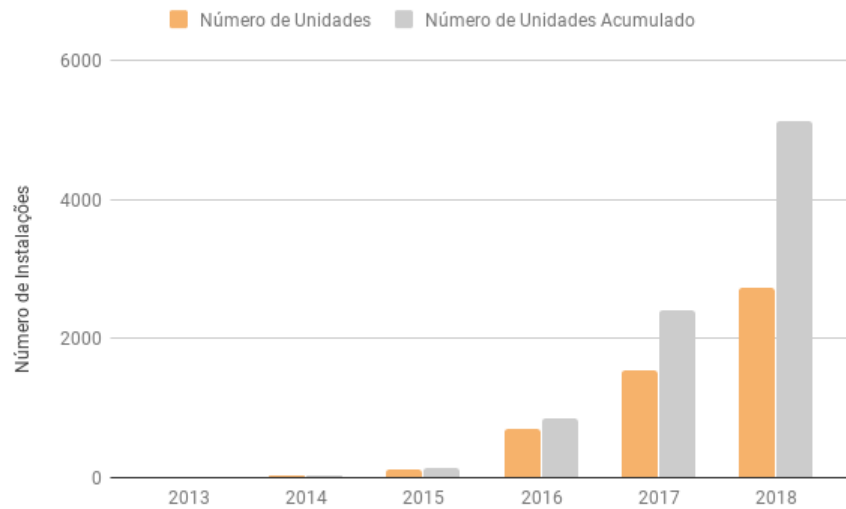
Gráfico 7 – Comparação entre unidades de GD fotovoltaica na MMP, em SP e no Brasil



Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

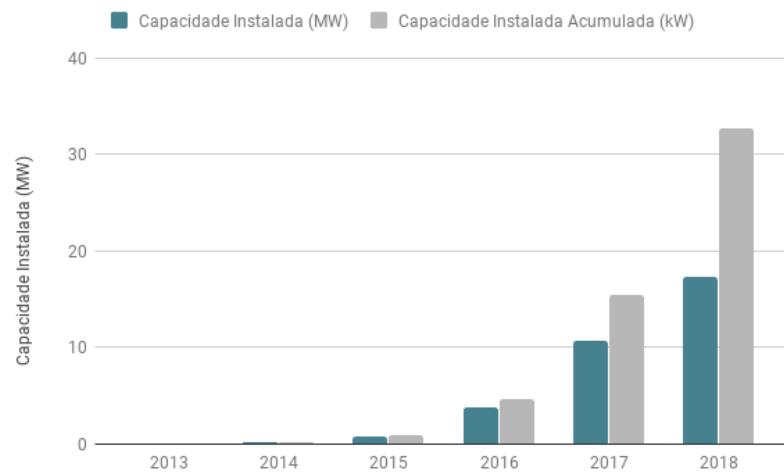
O Gráfico 8 ilustra o crescimento do setor desde a publicação de seu marco regulatório do ponto de vista do número de unidades de geração instaladas da modalidade de geração na própria unidade de consumo (isso é, sem compartilhamento remoto). O crescimento médio observado no setor foi de 333% neste período. No que diz respeito à capacidade instalada, o Gráfico 9 ilustra a sua expansão que, tal qual a expansão do número de unidades de GD, deu-se de forma exponencial e cresceu em média no período 280%.

Gráfico 8 - Evolução do número de unidades de GD fotovoltaica na MMP (2013-2018)



Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

Gráfico 9 - Evolução da capacidade instalada (MW) de GD fotovoltaica na MMP (2013-2018)

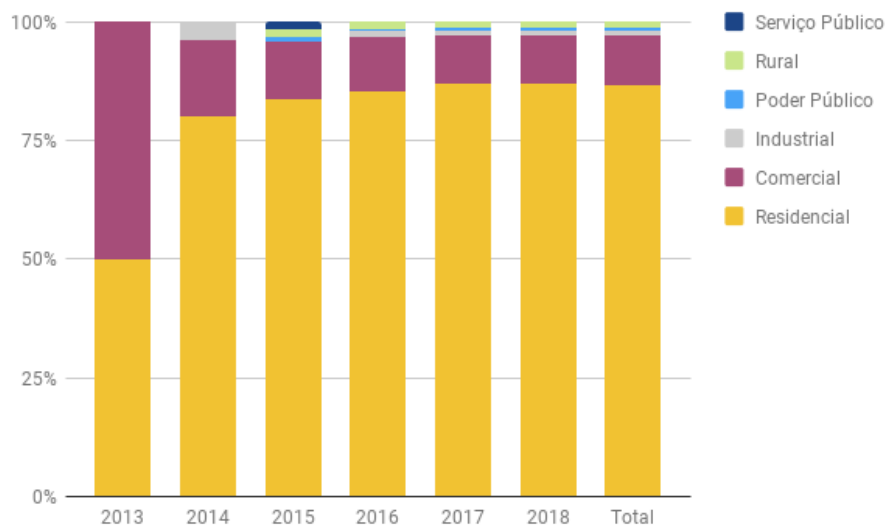


Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

Conforme demonstrado no Gráfico 10, se em um primeiro momento a classe de consumo comercial investiu tanto no setor quanto a residencial; hoje, são os clientes residenciais são os verdadeiros responsáveis pela expansão do setor na MMP. Analisando o número de unidades de geração instaladas até o final de 2018, 86,5% foram oriundas do investimento de clientes da classe de consumo residencial; 10,5% por clientes comerciais; 1,3%, rural; 1,1%, industrial; 0,6%, poder público; 0,1%.

É de particular importância destacar que o número de projetos em nome do Poder e do Serviço Público de esfera municipal, estadual ou federal, em contrapartida, tenha representado tão somente 0,1% do total de projetos implementados no período. Ainda que certamente limitado por uma questão estrutural (o número de imóveis públicos é muito inferior aos privados); somente 36 projetos foram instalados nesse período considerando ambas as classes de consumo de serviço e poder público. Isso é, o consumo de prédios públicos e em estações de tratamento de água, esgoto e saneamento. Levando em consideração a publicação do Decreto Nº 63.095 de 2017, espera-se que essa situação possa ser contornada e mais prédios públicos invistam no setor.

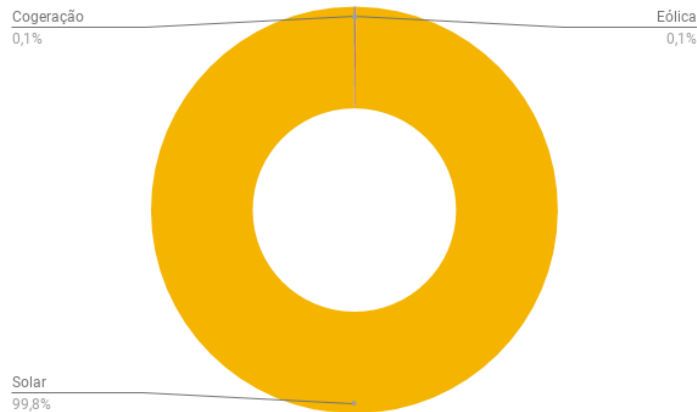
Gráfico 10 - Evolução da participação das classes de consumo no número de unidades de GD fotovoltaicas na MMP (2013-2018)



Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

Dado que os dados anteriormente apresentados são limitados, em função do escopo da presente dissertação, à GD fotovoltaica, destaca-se para fins de análise do setor como um todo que a geração fotovoltaica foi responsável por 99,8% de todos os empreendimentos instalados. Isso é, em se tratando da MMP, falar em setor de mercado de geração distribuída é falar em mercado fotovoltaico.

Gráfico 11 - Participação das fontes no número total de unidades de GD na MMP (2018)



Fonte: Autora (2019). Base de dados: ANEEL (2019b).

3.3.3 Importância da GD fotovoltaica na composição da oferta de energia limpa na MMP

A presente dissertação demonstrou que é elevado o consumo de energia elétrica da MMP quando comparado às demais regiões do Brasil e limitada a oferta interna de energia elétrica da mesma quando comparada ao seu nível de consumo. Em um país com as dimensões e o elevado nível de desigualdade como o Brasil, uma rede interligada como a Rede SIN implica na terceirização do ônus de um elevado consumo de dada região, visto que a mesma não necessariamente sediará projetos de manutenção da oferta de energia.

Conforme apresentado nos indicadores deste capítulo, 99,8% dos projetos de GD instalados na MMP foram projetos fotovoltaicos. Nesse sentido, buscar compreender a difusão da GD na MMP é, em outras palavras, buscar compreender a projeção da oferta de energia fotovoltaica descentralizada. Um estudo quanto ao potencial de geração de energia fotovoltaica na macrometrópole paulista implicaria na análise de cobertura disponível para a aplicação tecnológica e dos indicadores de radiação solar disponíveis. Em outras palavras, seria necessário para essa estimativa um estudo detalhado para a obtenção de resultados científicos.

Nesse sentido, dada a importância do setor fotovoltaico em um contexto de distribuição da geração e a motivação da presente dissertação em ofertar uma análise quanto a um horizonte factível dessa expansão, ao invés de analisar o potencial total de geração distribuída fotovoltaica, optou-se por empregar um estudo de estimativa nacional realizado pela ANEEL que culminou na Nota Técnica 0056/2017 publicada em maio de 2017 na qual apresentam a atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024. Com base esse estudo, foi possível estimar com base nos

seus resultados uma projeção para a expansão do setor na Macrometrópole. A condição empregada foi a de que a Macrometrópole exercerá a mesma participação no número total de instalações verificados para o ano de 2018 nesse horizonte – já ilustrada no Gráfico 7 e melhor apresentada descrita na Tabela 7. Os resultados da projeção estimada para o Brasil se encontram apresentados na Tabela 8.

Tabela 7 – Síntese dos indicadores observados até 2018 quanto à capacidade instalada nos setores residencial e comercial na macrometrópole e sua participação em um contexto nacional

Classe de consumo	Capacidade instalada acumulada (até final de 2018) (MW) na MMP	% na capacidade instalada nacional para a classe de consumo
Residencial	18,57	9,7%
Comercial	9,93	4%

Fonte: Elabora pela Autora (2020) com base nos indicadores prestados pela ANEEL (2020).

Tabela 8 – Síntese da projeção da expansão da capacidade instalada residencial e comercial para o Brasil no horizonte de 2024

ANO	Estimativa da potência instalada por ano (Brasil) MW			
	Residencial	Residencial Acumulada	Comercial	Comercial Acumulada
2017	71	25,4	30	25,9
2024	2425	7004	783	2323

Fonte: Adaptado pela Autora (2020) com base nos dados apresentados na Tabela 2 da NT 0056/2017 (ANEEL, 2017).

Assim sendo, por meio das premissas adotadas, em um cenário pessimista em que a Macrometrópole Paulista siga sendo responsável por parcelas tão ínfimas da capacidade instalada total no Brasil, pode-se esperar uma expansão da capacidade instalada fotovoltaica para até 679,4 MW na classe de consumo residencial e 92,9 MW na classe comercial. Somando um total de 772,3 MW de capacidade instalada em ambos os setores. Tal feito, incrementaria a capacidade instalada na macrometrópole (4,065 GW) em 19% e, concomitantemente, representaria um incremento da capacidade instalada de fontes renováveis (até 2019, 2008,4 MW) da ordem de 38%.

Contrastando esses resultados com aqueles relacionados ao seu consumo interno, observa-se também que, se antes a geração de energia elétrica na MMP respondia por 16% da sua demanda; com a implementação dessa projeção, esse percentual passaria para 23%. Ainda que esse número possa parecer tímido, é importante destacar que se trata de um elevado

montante de energia que seria gerado por meio de instalações de painéis fotovoltaicos em residências e comércios. Isso é, energia limpa gerada em locais antes ociosos do ponto de vista energético. Ademais, dada a importância do consumo de eletricidade da MMP em um cenário nacional, esses dados ilustram a importância da geração distribuída como estratégia para a maior independência energética da região.

4 A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

4.1 FATORES DE DIFUSÃO DA GDFV

Internacionalmente, diferentes autores vêm buscando compreender quais razões levam um indivíduo a investir em energias renováveis diante de um cenário em que as mesmas ainda se encontram incipientes e, portanto, caras do ponto de vista financeiro e levando em consideração a localidade em que estudadas. Tais indivíduos são entendidos como *early adopters*, isso é, pioneiros na adoção. O presente estudo busca amparo bibliográfico naqueles autores que entendem tal pioneirismo como resultado de um conjunto de mecanismos que envolvem as (1) características demográficas de um dado lugar, incluindo a renda e o nível de escolaridade, (2) a percepção individual daqueles que realizaram o investimento sobre o ele seus riscos e (3) a difusão de informação nas redes de comunicação que os cercam e permeiam suas vidas (SCHELLY, 2014)⁹.

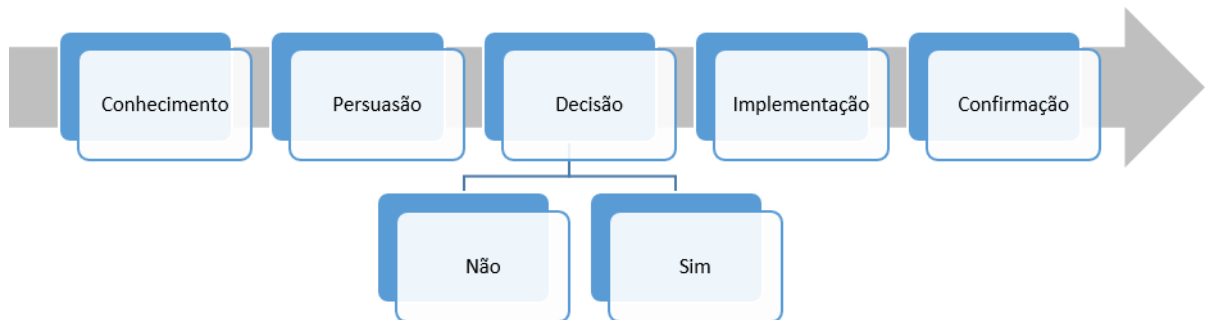
Vasseur e Kemp (2015), na mesma linha, entendem como os principais determinantes na adoção de “*tecnologias ambientais*” aqueles apresentados por Kemp and Schot (1996 apud VASSEUR; KEMP, 2015, tradução nossa), sendo eles (1) o contexto em que se encontra o adotante; (2) as características técnicas e econômicas da tecnologia empregada; e (3) o sistema de transferência de informação disponível; acrescidas do (4) fator associado à percepção individual dos adotantes apresentadas por Straub (2009 apud VASSEUR; KEMP, 2015).

Tais fatores podem ser ainda melhor entendidos quando em posse de uma compreensão de como se dá o processo de difusão dessas tecnologias. Isso é, quando os mecanismos que levaram os indivíduos à tomada de decisão é entendido em profundidade, como resultado de diferentes etapas decisórias. Nesse sentido, por meio da revisão bibliográfica, foi notória a presença do estudo “*Diffusion of Innovations*” (ROGERS, 1962) como referência em muitos dos estudos que embasam conceitualmente a presente pesquisa. A difusão dessas inovações de acordo Roger (1962), consiste em cinco principais etapas: a etapa de conhecimento, a etapa de

⁹ Importante destacar a diferença temporal entre o *early adopter* em função da diferença geográfica: ainda que a geração distribuída e a energia solar já sejam consolidadas há relativo longo período de tempo em algumas partes do mundo, no Brasil tarda de 2012 a primeira norma regulando o setor.

persuasão, a tomada de decisão, a implementação e a confirmação (ROGERS, 1962), conforme exposto na Figura 6.

Figura 6 –Etapas da difusão de inovações segundo Rogers (1962)



Fonte: Autora (2019).

Antecipa-se que o presente estudo tem particular interesse em compreender as três etapas iniciais desse processo de difusão, isto é, quais foram as razões catalisadoras, motivadoras e decisórias na difusão da geração distribuída na MMP levando em consideração os três determinantes apontados por Schelly (2014) anteriormente descritos.

É importante destacar as principais diferenças entre os três eventos definidos por Rogers (1962) que precedem a implementação de um projeto inovador, uma vez que eles podem facilmente ser mal interpretados. A etapa de conhecimento deverá ser entendida pela pesquisa como a etapa em que aquele indivíduo passa a ter conhecimento sobre a inovação; no caso da pesquisa, o momento em que o investidor ganha conhecimento da possibilidade de gerar sua própria energia no formato de geração distribuída. Essa etapa deve ser diferenciada da etapa de persuasão uma vez que, até esse momento, o indivíduo não possui uma atitude frente ao conhecimento daquela inovação/prática inovadora, senão, sabe de sua existência.

Durante a etapa de persuasão, no entanto, define-se o momento em que o mesmo indivíduo que outrora tomou conhecimento acerca de uma dada inovação assume uma atitude em relação a ela. Rogers (1962) segmenta diferentes fatores determinantes nessa etapa associadas à inovação em si com base na percepção do indivíduo, sendo elas: (1) sua vantagem relativa, seja sua conveniência, o prestígio associado ao seu consumo, as vantagens econômicas ou a satisfação pessoal em realizar o investimento (VASSEUR; KEMP, 2015); (2) sua compatibilidade, aqui entendida como a compatibilidade da inovação com as percepções, valores, experiências e necessidades do adotante (VASSEUR; KEMP, 2015); (3) sua

complexidade, se de fácil ou difícil compreensão ao usuário; (4) sua experimentabilidade, apresentada na leitura da Teoria de Rogers (1962) por Vasseur e Kemp (2015) como o nível em que a inovação poderá ser experimentada sem que isso implique em custos significativos ou um comprometimento de longo prazo para o adotante; e (5), finalmente, a observabilidade, isso é, o nível em que os resultados da adoção dessa inovação poderão ser observada por outros. Tal etapa é de fundamental importância para a tomada de decisão, momento em que a ponderação diante desses diferentes fatores leva o indivíduo a adotar ou não a inovação.

4.1.1 As Características Contextuais

Diferentes estudos buscaram compreender os fatores sociológicos, demográficos e mesmo políticos que amparam essa difusão. Isso é, os fatores contextuais que diferem a experiência de um indivíduo para com a de um outro e que justifique as adesões e não-adesões com base em características mais determinísticas. Nessa perspectiva, são compreendidos tanto aqueles fatores regionais quanto aqueles individuais que implicam em diferentes perfis de adesão às inovações.

Partindo da premissa de que o conhecimento acerca das diferentes fontes de energias renováveis tem impacto no comportamento da expansão da geração distribuída (VASSEUR; KEMP, 2015), – isso é, que aqueles que conhecem a energia solar ou eólica, por exemplo, tendem a estar mais sujeitos a investir nas mesmas – diferentes estudos demonstraram com significância estatística que a idade, o gênero, a renda e a formação acadêmica estão relacionadas a essa tomada de consciência (KARYTSAS; THEODOROPOULOS, 2014). Claudy et al. (2010 apud ZHAI; WILLIAMS, 2012), por exemplo, demonstram que homens, pessoas mais velhas, com mais elevado grau de formação e devidamente empregadas são mais sujeitas a ter conhecimento sobre as tecnologias envolvendo as energias renováveis. Em alinhamento com esses resultados estão os obtidos por Sarandinou e Genoudi (2013), que demonstraram em um estudo realizado na Grécia que aqueles indivíduos com maior formação e de meia idade são os mais propensos a investir em energias renováveis no setor residencial. Tais características podem também ser lidas como indicadores da percepção do indivíduo. Isso é, se, por um lado, dadas as inerentes desigualdades ou diferenças entre raça, gênero e idade que seguem sendo perpetuadas na sociedade, certos grupos tendem a estar mais familiarizados com a temática das energias renováveis, ter mais conhecimento sobre elas; por outro, no que tange a percepção dos indivíduos, certos grupos vão ser mais sensíveis às demandas sociais e ao bem coletivo.

A questão da renda tem também fundamental importância nessa perspectiva dado o condicionante financeiro da difusão das energias renováveis. Isso é, ainda que a tendência seja de que os custos iniciais de instalação gradualmente diminuam com o tempo, em dadas realidades sociais, é esperada – dado o inerente o recorte social associado à difusão dessas tecnologias. Em outras palavras, a difusão não estará somente associada a uma questão de percepção dos consumidores, dado não se tratar somente de uma motivação em “querer investir”; mas, também, de poder o fazer. Advém desse entendimento a hipótese empregada por diferentes autores de que a disposição dos clientes em investir em sistemas fotovoltaicos, por exemplo, é diretamente proporcional a renda per-capita de uma região¹⁰ (SCHAFFER; BRUN, 2015). Ademais, ainda no que se refere às questões socioeconômicas da população e que tem impacto direto na percepção dos indivíduos, está a questão da posse do imóvel em que se reside. Em sua pesquisa, Schelly (2014) demonstra que aqueles indivíduos que planejam se manter em suas residências estão mais inclinados a realizar o investimento. Ou seja, em um contexto em que os clientes finais tenham uma relação de posse com a propriedade que habitam, uma região com menor cultura de locação de residências, por exemplo, a difusão das tecnologias renováveis em residências poderia se dar de forma mais rápida.

As características contextuais envolvem também os fatores sociotécnicos, assim definidos por Schaffer e Brun (2015) e entendidos em seu estudo como a presença ou não de “agentes intermediários” facilitadores nessa difusão. Truffer e Dewald (2012 apud SCHAFFER; BRUN, 2015), por exemplo, concluem em seu estudo que a difusão dos sistemas fotovoltaicos na Alemanha está fortemente dependente das iniciativas privadas do setor, resultando nas diferenças regionais de difusões.

Entre as questões conjunturais a serem levadas em consideração estão também as questões regulatórias e políticas. Alterações das normas vigentes que venham a dificultar ou facilitar o acesso dos clientes na rede de distribuição como prosumidores repercutem na expansão (ou retração) da adesão de prosumidores à rede. Dong e Wiser (2013 apud PALM, 2016), por exemplo, demonstraram como as variações nas permissões de acesso têm impacto sobre o custo de investimento de sistemas fotovoltaicos em residências. Tais diferenças de custos, por sua vez, são também entendidas como fatores condicionantes da expansão da

¹⁰ Importante atribuir a essa premissa uma visão crítica de discernimento das diferenças socioeconômicas que governam as diferentes localidades: a questão da desigualdade social é reconhecidamente mais imperativa no Brasil do que na Alemanha, loco em que se deu o estudo de Schaffer e Brun. Nesse sentido, em regiões em que a desigualdade social é um fator de relevância, outros indicadores possivelmente necessitem ser levantados em face do produto interno bruto de uma dada região não necessariamente representar o perfil socioeconômico da maior parte de sua população.

geração distribuída, uma vez que podem tanto ser apresentadas como um incentivo quanto como um desincentivo para aqueles interessados em investir na geração de energia renovável.

4.1.2 A percepção do indivíduo

Zhai e Williams (2012) apresentam uma importante contribuição acerca da percepção do indivíduo em seu trabalho que estuda o que entendem como “aceitação” dos sistemas fotovoltaicos por parte dos consumidores na região metropolitana de Phoenix nos Estados Unidos. Dado que possuem duas amostras, uma adotante e outra não-adotante dos sistemas fotovoltaicos, os autores observaram que os benefícios ambientais figuram como o mais importante fator na tomada de decisão pró-adoção; enquanto para os não-adotantes, o fator de custo é apresentado como o de maior relevância¹¹. Já em Queensland na Austrália, de acordo com os resultados apresentados por Sommerfeld et al (2017), a mesma percepção ambiental não fora observada entre os adotantes; a percepção econômica acerca do risco do investimento, sim, teve fundamental efeito na difusão dos sistemas fotovoltaicos residenciais. Tais diferenças observadas nos estudos de Zhai e Williams (2012) e Sommerfeld et al (2017) ilustram a amplitude de variáveis envolvendo tais tomadas de decisão. Nesse sentido, depreende-se da verificação dessas discrepâncias, a necessidade que cada região tem – no caso de buscar entender as projeções ou barreiras associadas à difusão de tecnologias inovadoras – de aprofundar seu entendimento acerca da conjuntura que a cerca, dado que os resultados obtidos em pesquisas para além de seus limites sócio-técnicos-econômicos não necessariamente possam ser replicáveis para o entendimento do fenômeno nesta região.

O estudo de Wustenhagen et al.(2007 apud ZHAI; WILLIAMS, 2012) atribuiu ao que leu como “aceitação social das inovações com energias renováveis” três dimensões dignas de menção nessa perspectiva: a dimensão sócio-política; a comunitária; e a aceitação de mercado, isso é, do consumidor. Ainda nesse sentido, o estudo realizado por Vasseur e Kemp na Holanda indica que a percepção do indivíduo sobre os benefícios oriundos da instalação dos painéis figura como uma importante característica nesse processo de difusão. Enquanto aqueles não adotantes tendem a ler os custos sem vislumbrar os eventuais benefícios do investimento,

¹¹ É importante destacar que o presente estudo se debruça em tais constatações não sobre a prerrogativa de que tal entendimento possa ser estendido para a população da MMP; mas sim, que o fator da percepção dos indivíduos têm impacto no processo de tomada de decisão. Isso é, o presente estudo não parte da premissa de que a percepção comum dos indivíduos que adotaram sistemas fotovoltaicos na região metropolitana de Phoenix sobre a tecnologia seja necessariamente a mesma daqueles que a adotaram na MMP; mas sim, de que é esperado que a percepção dos adotantes da MMP seja uma importante variável a ser considerada no estudo.

aqueles adotantes demonstraram uma diferente percepção desses custos, associando os mesmos às vantagens desencadeadas pelo investimento (VASSEUR; KEMP, 2015). Sovacool (2009 apud ZHAI; WILLIAMS, 2012), por sua vez, verificou que os consumidores tendem a optar sempre pelo “status quo”. Diante dessa perspectiva, ressalta-se a importância dos canais de informação e dos *early adopters* no processo de difusão dessas tecnologias inovadoras, de onde conclui-se que, como era de se esperar, as dimensões associadas às características contextuais, a percepção dos indivíduos e aos canais de informação estão todas em certo nível associadas.

4.1.3 Os Sistemas de Informação Disponíveis

Farhar e Coburn (2000 apud ZHAI; WILLIAMS, 2012) demonstraram por meio da aplicação de um *Survey* com 3000 residentes de Colorado e proprietários de suas residências que a principal barreira para a adoção de sistemas fotovoltaicos residenciais diz respeito ao fato de que os clientes só implementariam tais sistemas uma vez que possuíssem maiores informações acerca da tecnologia como, por exemplo, de suas vantagens, da experiência de outras pessoas e de como funcionam. Corroborando com esse entendimento, Sommerfeld et al (2017) demonstram por meio de uma pesquisa qualitativa realizada na região de Queensland na Austrália que a maior parte dos entrevistados recebeu informação adequada antes de investir em sistemas fotovoltaicos residenciais. Diferentes canais de informação foram levantados nessa pesquisa e muitos indicaram ter “pesquisado muito” antes de adquirir o sistema. Daí, depreende-se a importância de ferramentas de busca online. Entre os canais apontados pelos clientes estão também os familiares e amigos que já investiram nesses sistemas e o marketing envolvendo empresas ligadas ao setor (SOMMERFELD et al., 2017).

Nessa perspectiva, adotam-se como sistemas de transferências de informação não só aqueles institucionalizados, midiáticos ou tradicionais. Uma conversa com vizinhos nessa métrica pode ser entendida como catalisadora do investimento. Ou, ainda, um componente passivo associado à mera visualização dos módulos instalados em sua vizinhança, partindo-se da premissa de que comunicação visual é também informativa e levando em consideração que os módulos tendem a ser visíveis (PALM, 2016). Rai e Robinson (2016) verificaram em seu estudo no Texas, por exemplo, que os clientes que adotaram os sistemas fotovoltaicos residenciais foram tanto influenciados pelos seus vizinhos ativa quanto passivamente. Isso é, tanto foram influenciados por meio a troca de informações com seus vizinhos já investidores quanto com a visualização dos módulos instalados em suas residências.

Para a compreensão da magnitude dos efeitos dos sistemas de informação, é também necessário levar em consideração que a percepção desses investidores é “atingida” de forma diferente em face das questões locais e pessoais que os permeiam. Para as fazendas na Áustria, por exemplo, a informação “boca-a-boca” e a presença em reuniões informativas sobre o assunto foram, por exemplo, fatores importantes nesse processo de tomada de decisão (BRUDERMANN et al., 2013 apud PALM, 2016).

Schelly (2014) verificou em seu estudo a importância dos early adopters enquanto agentes dessas redes de informação dado que muitas vezes atuam como promotores da tecnologia e, portanto, amplificadores da sua difusão local. Os agentes intermediários (as empresas que vendem módulos fotovoltaicos, inversores, os agentes instaladores, etc.) já descritos nas características contextuais, são entendidos também como importantes atores na confecção dessas redes de informação local. Isso é, dado o interesse em atingir um maior número de investidores, as empresas ligadas ao ramo atuam como importantes canais de informação no processo de difusão da tecnologia. Os resultados de Owen et al. (2014 apud PALM, 2016) sugerem, por exemplo, que esses agentes tiveram alto impacto na tomada de decisão final dos clientes no Reino Unido.

4.2 A TEORIA DA ACEITAÇÃO SOCIAL

A busca pela compreensão do impacto que a percepção dos sujeitos atores do processo de difusão da energia fotovoltaica tem sobre o setor, seja ela positiva ou negativa, sugere a compreensão do que se entende academicamente pela teoria da aceitação social. Essa teoria contempla uma lacuna da teoria de Rogers (1962): de que a percepção/aceitação daqueles outros atores que não os investidores do setor em análise também impactam a difusão dos sistemas inovadores. Ademais, a teoria sugere que as relações entre esses atores, naquilo que se entende como redes interpessoais, colaborativas, de confiança, tendem a favorecer a difusão dessas tecnologias (MALLET, 2007).

Em seu artigo, Wüstenhagen, Wolsink e Bürer (2007) apresentam uma introdução sobre o conceito, indicando as três dimensões da teoria. São elas: (1) a dimensão sócio-política; (2) a dimensão de mercado; e, finalmente, (3) a dimensão comunitária dessa aceitação.

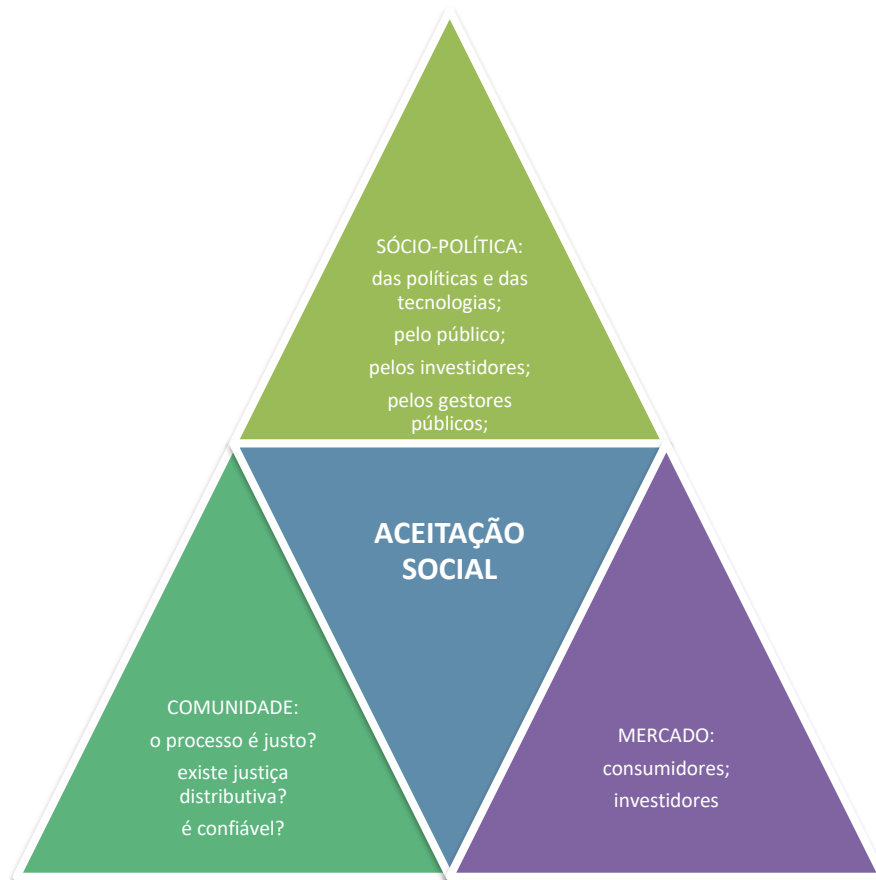
No que diz respeito a sua dimensão sócio-política, os autores apresentam uma valorosa análise que complementa os fatores associados à difusão já apresentados anteriormente, que é a perspectiva do mercado em relação às normas que regulam a inserção das energias renováveis

(WÜSTENHAGEN, WOLSINK; BÜRER, 2007). Levando em consideração o caso particular da geração distribuída fotovoltaica e a hipótese de que os agentes intermediários, integradores do setor – isso é, os instaladores, vendedores da tecnologia, consultores, e por aí em diante – têm importância na etapa de tomada de conhecimento e de persuasão dos investidores, a sua aceitação é de fundamental importância para manter (ou tornar) o mercado aquecido e diminuir os riscos associados ao seu resfriamento. Fato é que, conforme apresentado por Washburn e Pablo-Romero (2019) nas conclusões do estudo envolvendo a busca pelo entendimento da indústria fotovoltaica em países sul americanos, existe uma correlação positiva entre o número de medidas políticas de incentivos adotadas e a expansão do setor fotovoltaico na América Latina.

Quanto a análise da difusão sob a perspectiva da aceitação de mercado, analisando para além da aceitação dos investidores finais, os autores identificam lacunas na literatura quanto as discrepâncias entre as atuações de diferentes empresas do mesmo ramo em contextos semelhantes. Isso é, eles adicionam a perspectiva da análise de que os próprios sujeitos de mercado sejam lidos como sujeitos predispostos à investirem em energia solar. Em outras palavras, depreende-se da análise dos autores que esses investidores podem dividir as características dos *early adopters*, ainda que não atuando na ponta como investidores finais, mas sim, como agentes intermediários.

Finalmente, no que diz respeito à dimensão da aceitação comunitária, os autores indicam que se trata de uma análise mais conjuntural do que a mera análise dos indivíduos que investem nas energias renováveis, uma vez que incorporam as perspectivas dos *stakeholders* locais às autoridades competentes por essas localidades. Os autores enfatizam que essa dimensão se trata de uma dimensão temporal, haja vista que mutável em função da etapa de instalação: antes, durante e depois da mesma. Ademais, os autores apresentam novas perspectivas a serem incorporadas na análise da perspectiva dos investidores finais, uma delas sendo a questão da justiça distributiva da possibilidade de realizar esse investimento, por exemplo. Entre as possíveis perguntas norteadoras da sua aceitação ou não, os autores citam três: (1) “como são divididos esses benefícios?”; “existe um processo de construção do processo da tomada de decisão que incorpore todos os *stakeholders* importantes de serem lembrados?”; (3) “a comunidade local confia nas informações e intenções de investidores de fora de sua comunidade?” (WÜSTENHAGEN, WOLSINK; BÜRER, 2007, tradução nossa).

Figura 7 – Triângulo da Aceitação Social das inovações no setor das energias renováveis



Fonte: Autora (2019). Adaptado de Wüstenhagen, Wolsink e Bürer (2007).

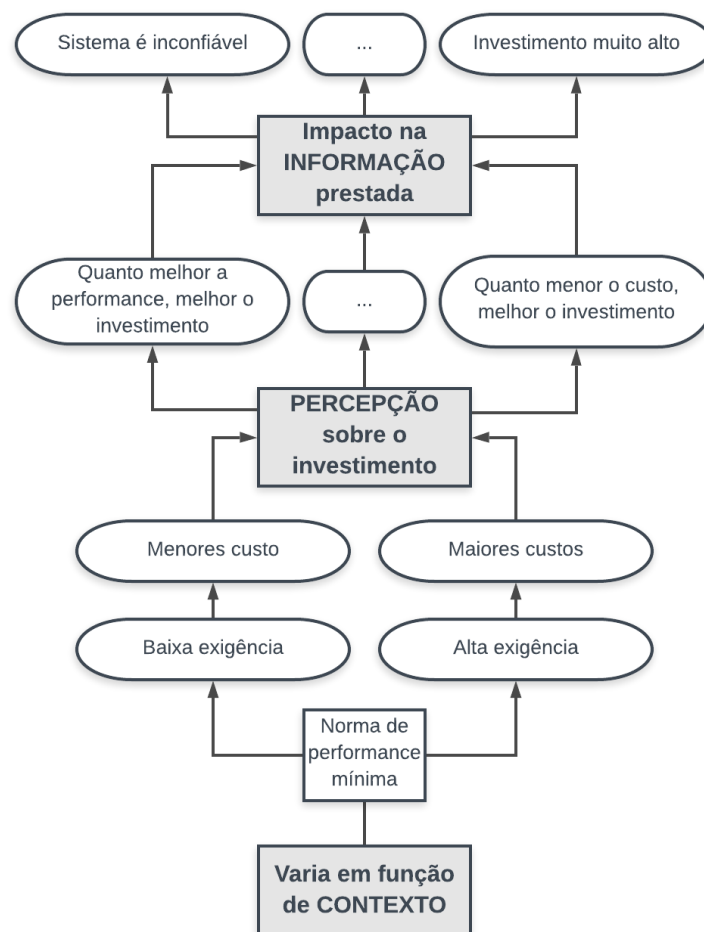
4.3 BARREIRAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

Karakaya e Sriwannawit (2015) apresentaram em seu estudo o estado da arte da produção acadêmica acerca das barreiras para a adoção de sistemas fotovoltaicos, empregando o método da revisão extensiva e sistemática da literatura. Por meio da aplicação desse método, os autores identificam quatro principais entraves para a difusão de sistemas fotovoltaicos tanto para os países desenvolvidos quanto para aqueles em desenvolvimento, sendo eles (1) sociotécnicos; de gerenciamento; (3) econômicos; e, finalmente, (4) políticos.

Conforme já apresentado, a difusão das inovações (como de sistemas fotovoltaicos) se dá em função de diferentes fatores que foram classificados como (1) fatores contextuais, (2) de nível de informação e (3) de percepção do cliente. É importante destacar que esses fatores de

difusão estão diretamente relacionados com as barreiras identificadas pelo estudo de Karakaya e Sriwannawit, dado que, em diferentes níveis, eles estão todos associados. Isso é, tomando o entrave sociotécnico como exemplo: dado que as normas de performance mínima de inversores (que é tão somente uma representação dessa barreira) variam de lugar para lugar, é possível identificar que essa barreira afetará de forma diferente a difusão dos sistemas em função do contexto, que pode ter maior ou menor rigor nas exigências técnicas; na percepção das pessoas (que podem vir ficar insatisfeitas com a falta de rigor ou com os custos associados à maiores exigências); e aos sistemas de informação, visto que essas pessoas podem ser promotoras ou não da tecnologia em função do seu grau de satisfação. Dessa forma, é importante que se estabeleça uma visão integradora desses fatores quando analisando os desafios e as potencialidades da difusão da geração distribuída fotovoltaica.

Figura 8 - Exemplo de como o contexto, a percepção e a informação podem ser barreiras para a difusão da GDFV



Fonte: Autora (2019).

O Quadro 3 sintetiza os resultados da pesquisa elaborada por Karakaya e Sriwannawit (2015) apresentando todas as barreiras elencadas por meio da aplicação da pesquisa bibliográfica mencionada.

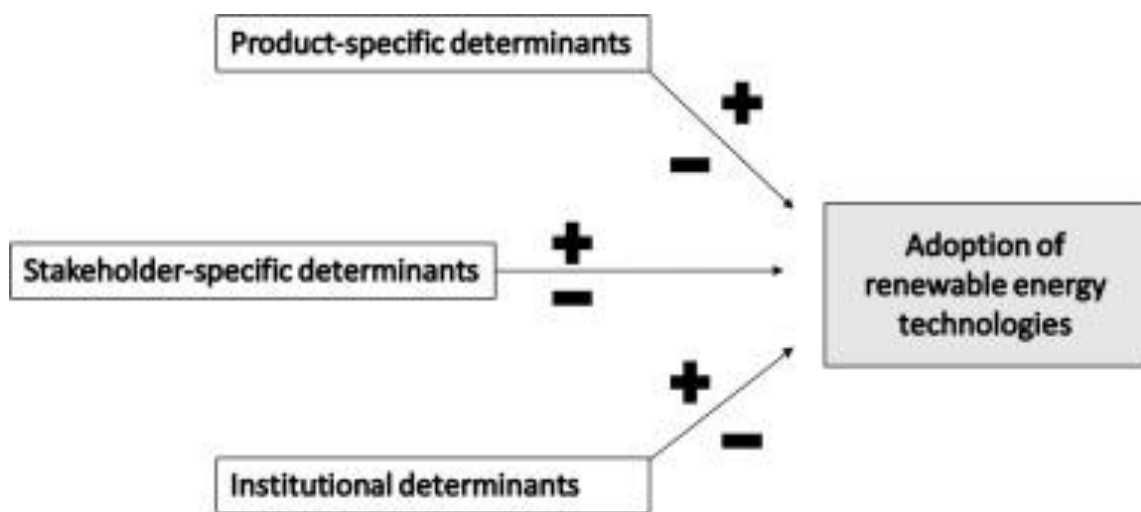
Quadro 3 - Barreiras para a difusão da GDFV

Barreiras sociotécnicas	Falta de qualidade dos sistemas fotovoltaicos
	Falta de conhecimento adequado e percepção dos investidores quanto a complexidade dos sistemas
	Falta de disponibilidade solar
	Falta de conhecimento
	Arquitetura urbana verticalizada
	Falta de regulações ou de estímulos regulatórios
	Alto custo dos sistemas
	Falta de demanda energética
Barreiras de gerenciamento	Portfolio inadequado das empresas
	Falta de incentivo fiscal ou de investimento
	Falta de assistência técnica pós-instalação
	Marketing insuficiente
	Falta de formação de profissionais capacitados
	Falta de disponibilidade logística dos sistemas
Barreiras econômicas	Alto custo de investimento
	Falta de disponibilidade de linhas de financiamento
	Falta de poder de compra populacional
Barreiras políticas	Falta de políticas de incentivo
	Remoção ou alterações de políticas antes da estruturação do mercado
	Incentivos pouco eficientes
	Falta de participação dos diferentes stakeholders na construção e revisão das políticas de incentivo

Fonte: Autora (2019), baseado nos resultados do estudo de Karakaya e Sriwannawit (2015).

Curtius (2018) em seu estudo apresenta os desafios em função daqueles três determinantes que emprega como os mais preponderantes no processo de difusão dos sistemas fotovoltaicos, sendo eles: os determinantes específicos da tecnologia; os determinantes específicos dos *stakeholders* e os determinantes específicos das instituições, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9- Determinantes da adoção de tecnologias renováveis



Fonte: CURTIUS (2018)

Os determinantes específicos do produto, para além de certamente estarem condicionados à percepção dos usuários (que diz respeito às suas vantagens, compatibilidade, observabilidade, experimentabilidade e complexidade), estão condicionados aos diferentes contextos que implicam em diferentes normas de regulação de qualidade, de importação e exportação de sistemas. Quanto aos determinantes específicos dos *stakeholders*, devem ser incorporados na análise dos desafios do setor tanto os aspectos associados aos indivíduos investidores – que variam desde suas potencialidades de consumo, marcadas por suas diferentes realidades socioeconômicas, até o entendimento da sua subjetividade (de como valoram investimento, da sua visão social e ambiental) – quanto aqueles que dizem respeito aos agentes de mercado e a maneira como exercem suas atividades. Finalmente, quanto aos determinantes institucionais, Curtius (2018) opta por diferenciá-los entre dois principais desafios: (1) aqueles

que dizem respeito à existência de normas regulatórias de incentivo do setor e; (2) aqueles que dizem respeito à continuidade dessas normas.

Esse segundo ponto é também atacado por Luthi e Wustenhagen (2012), na ocasião em que apresentaram como de fundamental importância na análise da difusão das energias renováveis os riscos associados às normas que regulam o setor. Ainda que apontando para a insuficiência de recursos empíricos que demonstrem como e em que medida os riscos associados ao setor afetam e são percebidos pelos investidores e projetistas do mercado fotovoltaico, os autores indicam que naqueles países em que as normativas apresentem os menores riscos, há maiores potenciais para o estabelecimento e difusão do mercado fotovoltaico. Por meio da aplicação de uma pesquisa com projetistas do setor, os autores identificaram que a duração dos processos administrativos, por exemplo, está diretamente ligada à maior insegurança dos investidores.

4.4 A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

É importante destacar que ao analisar o processo de difusão da geração distribuída fotovoltaica no Brasil é necessário somar às contribuições dos autores já mencionados a visão crítica de que, por se tratar de um país em desenvolvimento, a compreensão do fenômeno no país exige abordar questões conjunturais que podem ser lidas como barreiras para a penetração tecnológica. Entre as considerações a serem incorporadas na análise deverá estar a de que as questões contextuais são mais importantes – posto que mais condicionantes – em países em desenvolvimento com baixa renda média do que em países desenvolvidos (ZANELLO, 2016). Altenburg (2009 apud ZANELLO, 2016) elencou cinco principais diferenças estruturais entre a difusão de inovações entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, sendo eles: (1) o fato dos países em desenvolvimento possuírem uma economia menos diversificada; (2) o fato dos setores de mercado e companhias estarem menos integradas nos países em desenvolvimento; (3) o fato de existirem mais arranjos de transações econômicas e financeiras informais em países em desenvolvimento; (4) o fato da maior parte do comércio estar arranjada de forma informal em países em desenvolvimento; (5) o fato do percentual de inovações importadas ser maior em países em desenvolvimento e de serem menores as chances da inovação ter sido desenvolvida em seu território.

5 UMA ANÁLISE TERRITORIAL DA DIFUSÃO DA GDFV NA MMP

Partindo-se da premissa de que o investimento em geração distribuída fotovoltaica é um investimento inovador e diante dos fatores que impulsionam e consolidam o setor anteriormente apresentados, a presente seção visa a apresentar dados ilustrados territorialmente acerca da difusão da GDFV na MMP. Para além de uma análise concreta acerca de como se concentra a GDFV no território, a presente seção apresenta também uma análise crítica onde analisa a correlação entre o número de unidades geradoras por município e indicadores socioeconômicos das regiões.

5.1 MAPEAMENTO DAS UNIDADES TOTAIS, CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES E CAPACIDADE INSTALADA POR MUNICÍPIO

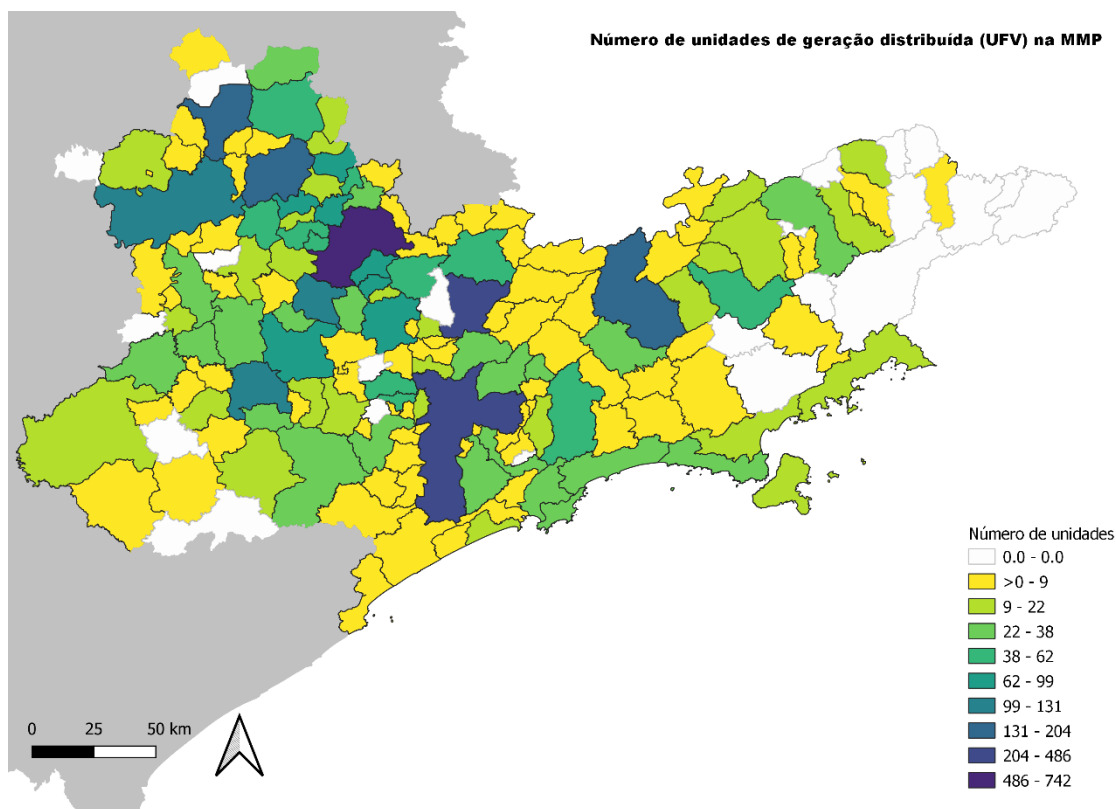
Os mapas 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, o número de unidades geradoras, a concentração de unidades geradoras por unidade de consumo e a capacidade instalada por município na MMP. Foram elaboradas tabelas para cada um dos mencionados mapas contendo aqueles municípios cujos indicadores superaram em pelo menos um desvio padrão a média do indicador observada para o território, com a finalidade de facilitar a leitura dos mesmos (Tabela 9, 10 e 11).

Depreende-se da análise dos mapas em questão que, em números totais e no que diz respeito à capacidade instalada, o município de Campinas e de São Paulo são aqueles com maior significância para o setor da geração distribuída na MMP para o período de análise. No entanto, analisando a concentração de projetos por unidade de consumo, observa-se que esses indicadores mudam drasticamente: nem São Paulo e tampouco Campinas figuram entre aqueles municípios com concentração superior à um desvio padrão da média observada. O município de Holambra é aquele com mais significativa concentração, sendo ela de cerca de nove unidades para cada mil unidades de consumo.

Em se tratando da geração distribuída fotovoltaica, essa observação remonta uma pergunta particularmente importante para aquelas partes interessadas em sua difusão: por que essa modalidade de geração se difunde, penetra, de forma diferente em diferentes territórios da MMP? Dado que, de forma geral, a MMP reúne diferentes manchas urbanas, denota-se a

possibilidade que tais diferenças sejam oriundas das diferentes configurações sociotécnicas desenvolvidas no território.

Mapa 1 - do número de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)



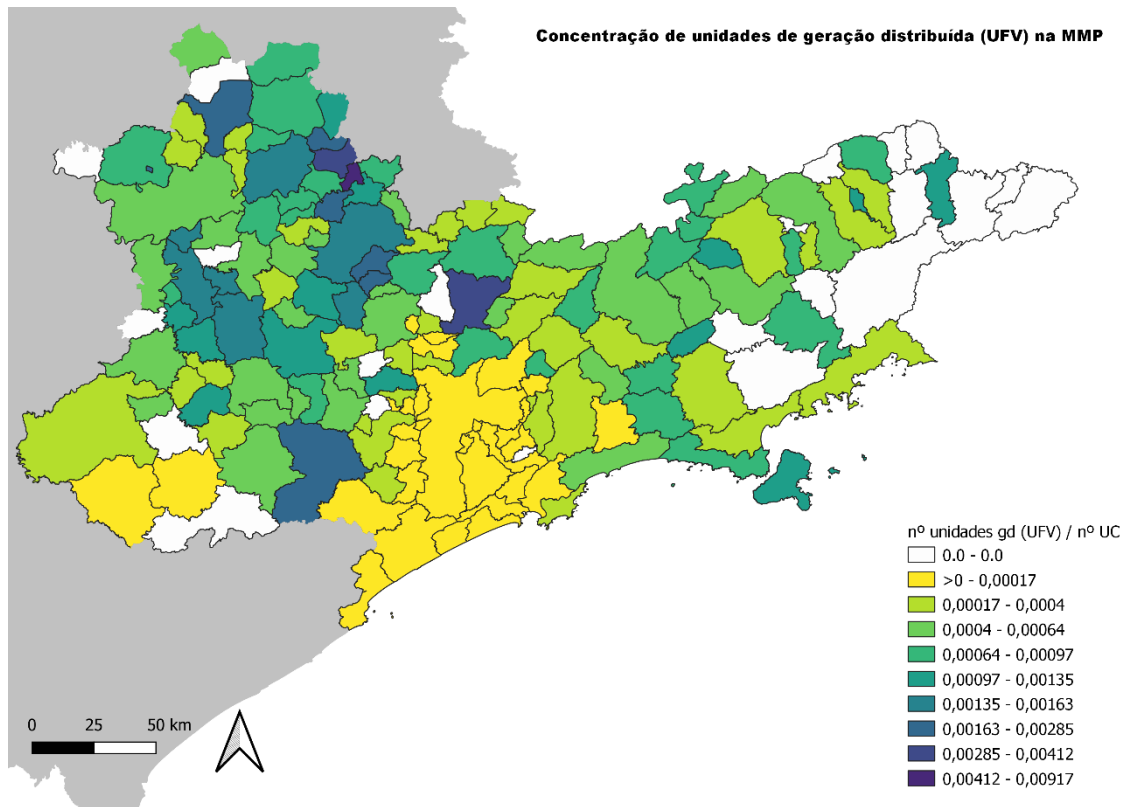
Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

Tabela 9- Os municípios com maior número de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)

Posição	Município	Número de unidades	(%)
1º	Campinas	742	15%
2º	São Paulo	486	10%
3º	Atibaia	259	5%
4º	Limeira	204	4%
5º	Rio Claro	181	4%
6º	São José dos Campos	172	3%
TOTAL		4948	100%

Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

Mapa 2 - Mapeamento da concentração de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)



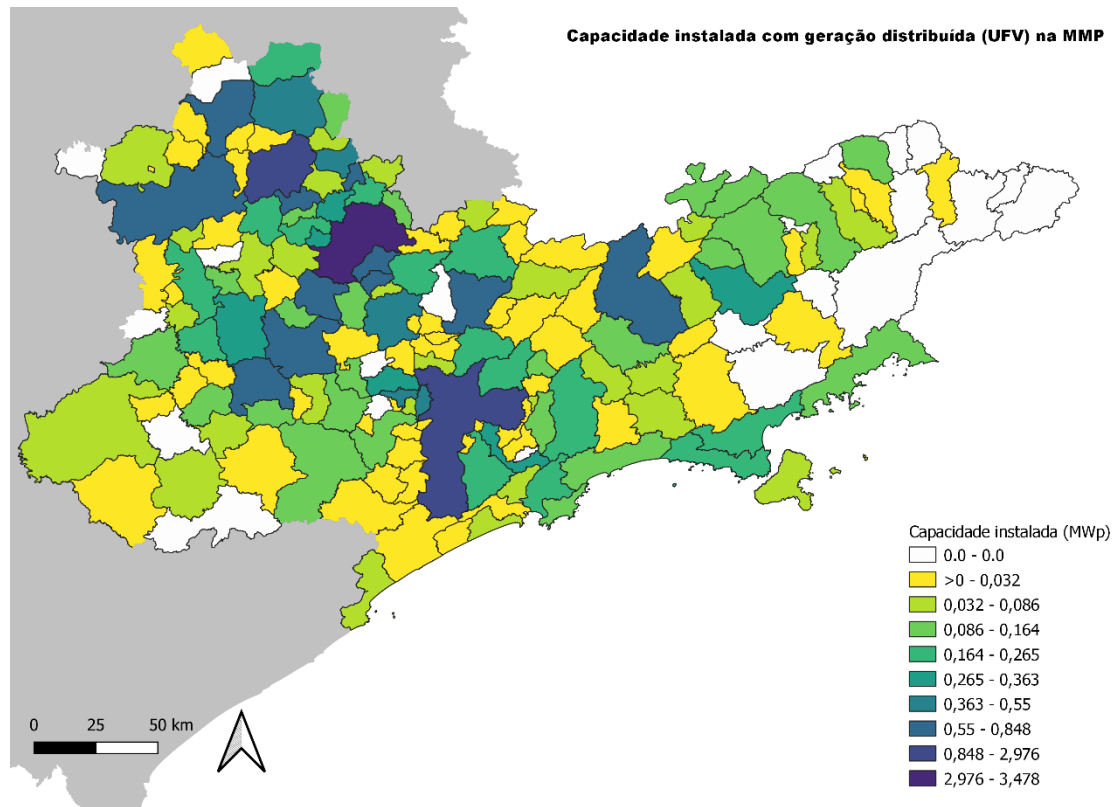
Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

Tabela 10 - Os municípios com as maiores concentrações de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)

Posição	Município	Concentração
1º	Holambra	0,009172442
2º	Artur Nogueira	0,004124678
3º	Atibaia	0,003772541
4º	Vinhedo	0,002854548
5º	Rio Claro	0,002019481
6º	Engenheiro Coelho	0,001921845
7º	Valinhos	0,001891009
8º	Paulínia	0,001885037
Média		0,000608138

Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

Mapa 3 - Mapeamento da capacidade instalada com geração distribuída fotovoltaica na MMP (ano base 2018)



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

Tabela 11 - Municípios com maior capacidade instalada com unidades de geração distribuída na MMP (ano base 2018)

Posição	Município	Capacidade instalada (MWp)	(%)
1º	Campinas	3,47761	12%
2º	São Paulo	2,97605	10%
3º	Porto Feliz	1,06772	4%
4º	São José dos Campos	0,84763	3%
5º	Valinhos	0,81238	3%
TOTAL		28,52957	100%

Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados da ANEEL (2019b).

5.2 MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE GERAÇÃO EM CONTRASTE COM INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

Com a finalidade de agregar uma dimensão crítica de análise dos indicadores mapeados e anteriormente apresentados, os mapas dessa subseção foram elaborados no sentido de apresentar um contraste da penetração da geração distribuída em função de indicadores socioeconômicos relevantes para a análise.

5.2.1 IDHM x número de unidades geradoras distribuídas na MMP

O índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) é uma média geométrica dos índices das dimensões renda, educação e longevidade que passou a ser entendido como um importante indicador a ser levado em consideração em se tratando do setor energético em países em desenvolvimento como o Brasil.

O indicador vem sendo empregado por diferentes autores para a análise da projeção de consumo de energia residencial, por exemplo, em contraste com o tradicional método de emprego da evolução do produto interno bruto. Isso porque em países em desenvolvimento, onde se observa a ascensão de classes emergentes que passam a consumir bens e serviços que antes lhes eram indisponíveis, a dimensão (sobretudo) da renda, da escolaridade e da longevidade passam também a ser variáveis independentes de fundamental importância para o entendimento do consumo de eletricidade (SILVA; GUIMARÃES, 2012).

Goldemberg (2001), por exemplo, demonstrou a correlação de IDH e consumo de energia, indicado que o consumo energético é determinante para a elevação do IDH em países em estágios iniciais do desenvolvimento (2001); Alan Pasternak (2000 apud SILVA; GUIMARÃES, 2012), por sua vez, verificou o limite de IDH de 0,9 para países com o consumo de eletricidade per capita anual inferior a 4000 kWh.

No que diz respeito à difusão da GDFV, o Mapa 4 apresenta o contraste do número de unidades de geração distribuída fotovoltaica e o IDHM dos municípios que compõe a MMP. Observa-se que os municípios com maiores IDHM são também aqueles com maior número de unidades geradoras; e que a maior parte dos municípios sem nenhuma unidade de geração se dá em municípios com os menores IDHM. A hipótese de que existe uma correlação entre a penetração de GDFV por município e o IDHM pode ser justificada quando analisando os fatores indutores da difusão de GDFV apresentados na Seção 5.1 e foi testada por meio da análise

estatística da correlação de variáveis: dado que a estatística-t observada é maior que o valor crítico para valor-p igual a 0,001, a possibilidade de que essa relação entre as variáveis ocorra ao acaso é menor que 0,1%.

Diante dos argumentos de Goldenberg (2001), por exemplo, assumindo que o maior acesso a bens de consumo básicos (geladeiras, fogões, televisores e computadores, por exemplo) tem implicações positivas na construção do IDHM, uma hipótese possível seria a de que o maior consumo de energia elétrica poderia ter resultado em uma maior busca dos clientes em satisfazer suas necessidades energéticas, diminuído seu consumo¹² e, portanto, os custos associados a eles. Outra hipótese possível é a de que a maior escolarização da população tenha implicado em uma maior preocupação com os aspectos ambientais envolvendo a implementação de projetos fotovoltaicos; ou, ainda, que a maior escolarização tenha resultado em uma diferente percepção sobre a projeção dos ganhos financeiros resultantes do investimento.

No entanto, é a dimensão da renda aquela esperada para ter maior impacto na difusão da GDFV. Isso porque, ainda que venham caindo ao longo dos anos, os custos associados ao investimento em geração fotovoltaica ainda são altos e inacessíveis a uma camada importante da população. O estudo realizado pela Greener (2019) – que apresenta a variação de custos de investimento com a instalação de sistemas fotovoltaicos em termos de custos despendidos (R\$) por potência instalada (kWp) – retrata bem essa redução do custo de investimento desde a publicação do marco regulatório no Brasil. A Tabela 12 foi elaborada para fins de analisar os custos médios associados às instalações de GD UFV na MMP: Dado que foram os setores residencial e comercial que movimentaram a geração distribuída no território em questão, foi proposta a sintetização das informações do estudo em questão para as capacidades médias instaladas em cada uma dessas classes de consumo. Observa-se que, apesar da queda rápida dos preços – 39% de queda na média do investimento em sistemas residenciais e 35% na de comerciais no período de análise – os investimentos seguem altos para uma parcela importante da população.

Tabela 12 - Custo de investimento médio em tecnologia nas unidades de geração distribuída (UFV) na MMP

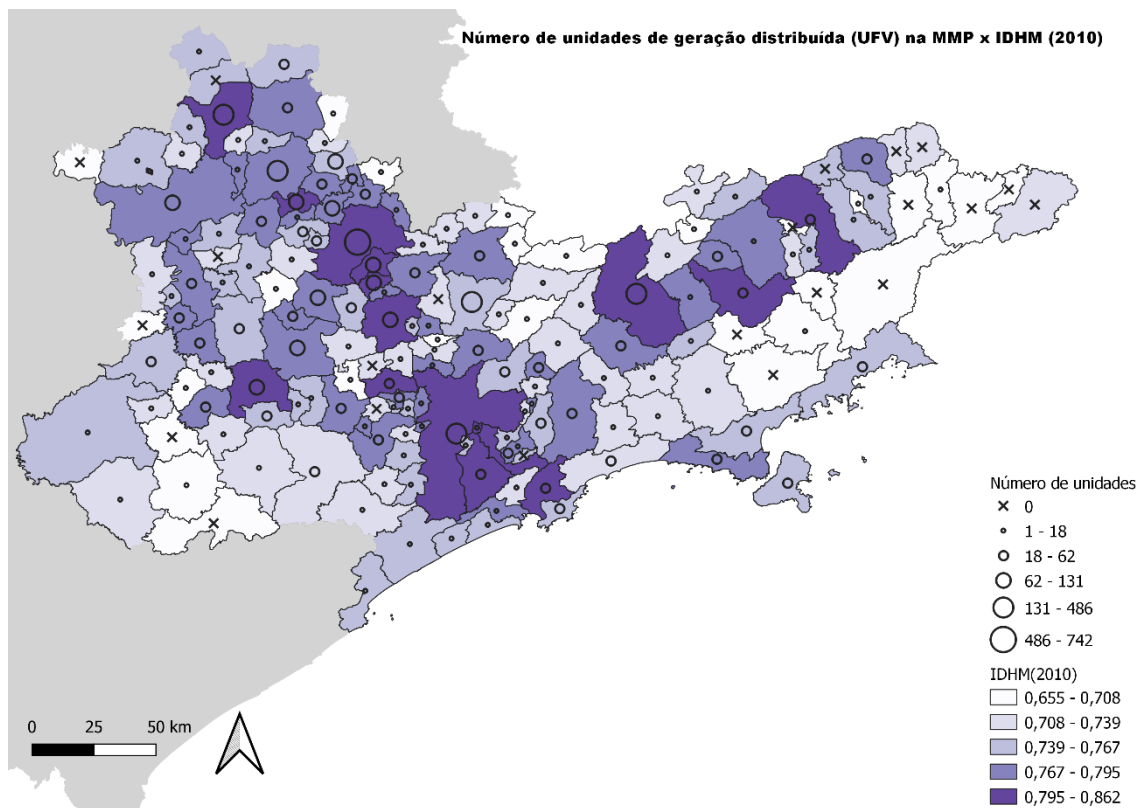
MÊS/ANO	Sistemas de 4kWp (Cap.Inst. média Residencial)		Sistemas de 18 kWp (Cap.Inst. média Comercial)	
	R\$/Wp	Investimento médio (R\$)	R\$/Wp	Investimento médio (R\$)

¹² É importante considerar que esse efeito pode não ser verificável no caso em que, uma vez instalada a tecnologia, as necessidades de consumo dos clientes investidores sejam alteradas.

jun/16	5,12	20.480,00	3,94	70.920,00
jan/17	4,16	16.640,00	2,95	53.100,00
jun/17	3,19	12.760,00	2,36	42.480,00
jan/18	3,62	14.480,00	2,73	49.140,00
jun/18	3,49	13.960,00	2,99	53.820,00
jan/19	3,17	12.680,00	2,52	45.360,00
jun/19	3,11	12.440,00	2,54	45.720,00

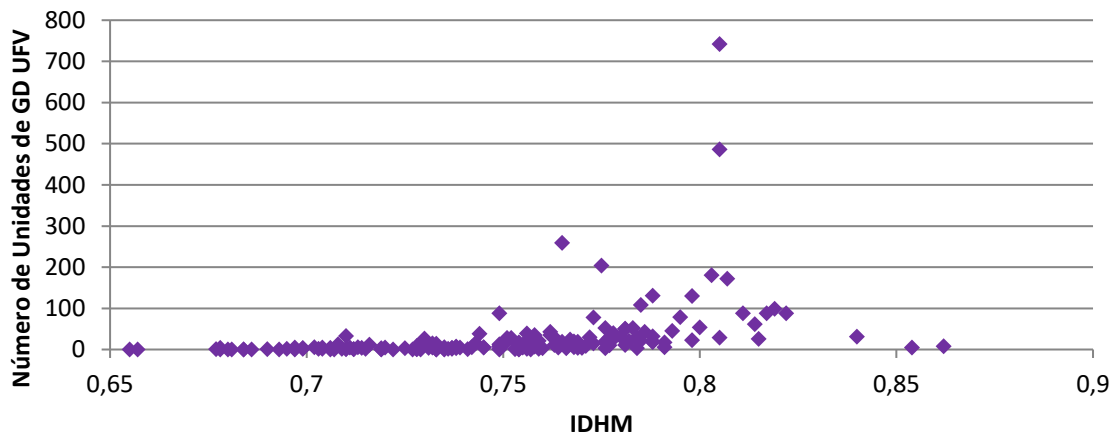
Fonte: Autora (2019). Adaptado de Greener (2019).

Mapa 4 – Unidades com GD UFV x IDHM (2010)



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados PNUD (2010); ANEEL (2019b).

Gráfico 12 – Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x IDHM



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados PNUD (2010); ANEEL (2019b).

Tabela 13 – Teste de correlação entre IDHM x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP

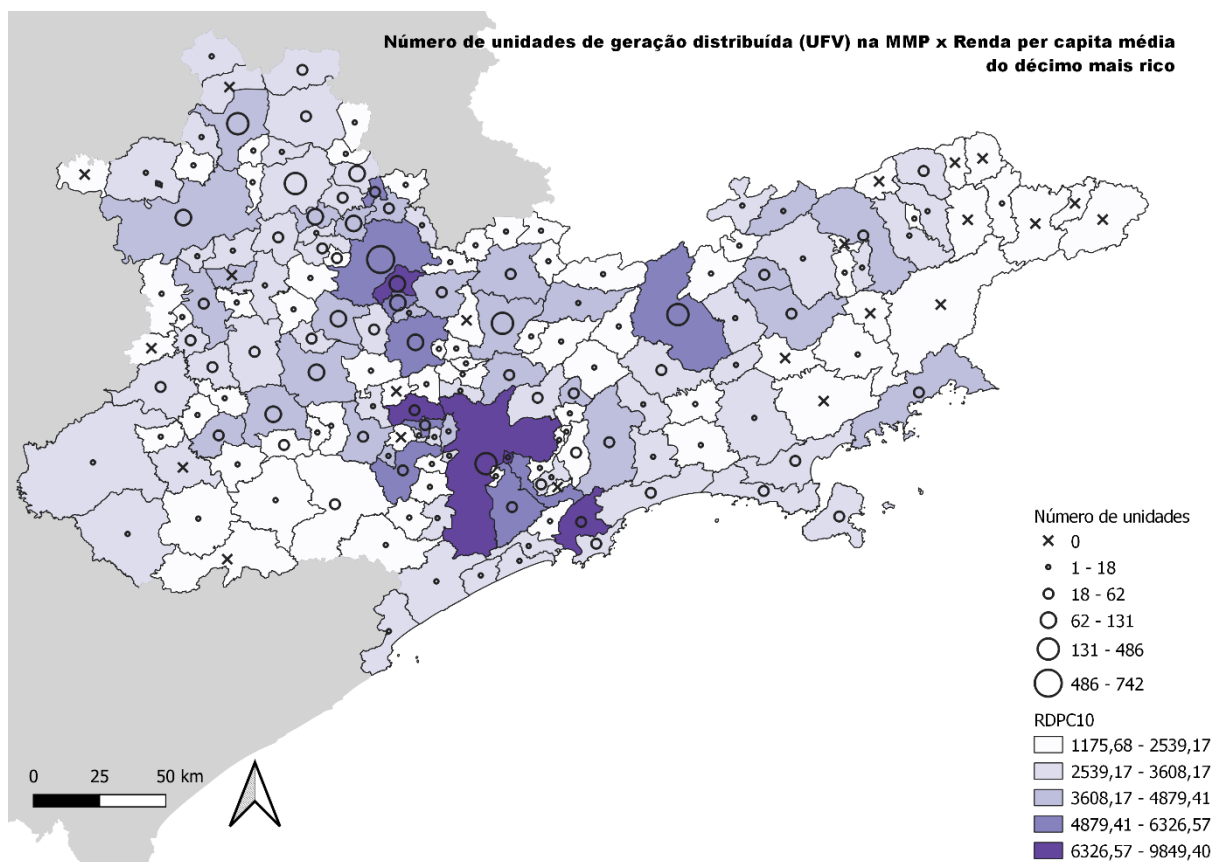
Média IDHM (município)	0,749851
Média do número de unidades de GD UFV (município)	28,43678
Coef. Pearson	0,36229
Estatística-t	5,097698
Estatística-t > valor crítico para valor-p igual a 0,001	

Fonte: Autora (2019).

5.2.2 RDPC10 x número de unidades geradoras distribuídas na MMP

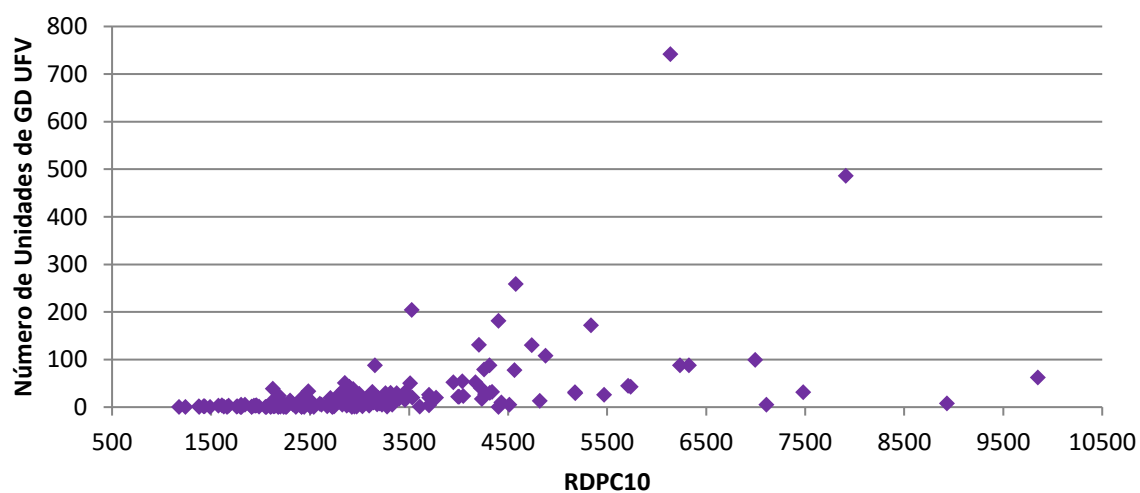
Diante da verificação do custo médio das instalações na conjuntura da MMP, conforme apresentado na Tabela 12, foi mapeada e testada a hipótese de que aqueles municípios cujas rendas médias do décimo mais rico das suas respectivas populações (RDPC10) são as mais altas no estado de São Paulo, são também os municípios com maiores números de projetos de geração distribuída fotovoltaica. O Mapa 5, o Gráfico 8 e a Tabela 14 apresentam a análise de correlação entre as variáveis em questão. Dado que a estatística-t observada é maior do que o valor crítico para valor-p igual a 0,001, a possibilidade de que essa relação entre as variáveis ocorra ao acaso é menor que 0,1%.

Mapa 5 - Unidades com GD UFV x RDPC10 (2010)



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados PNUD (2010); ANEEL (2019b).

Gráfico 13 - Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x RDPC10 (2010)



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados PNUD (2010); ANEEL (2019b).

Tabela 14 – Teste de correlação entre RDPC x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP

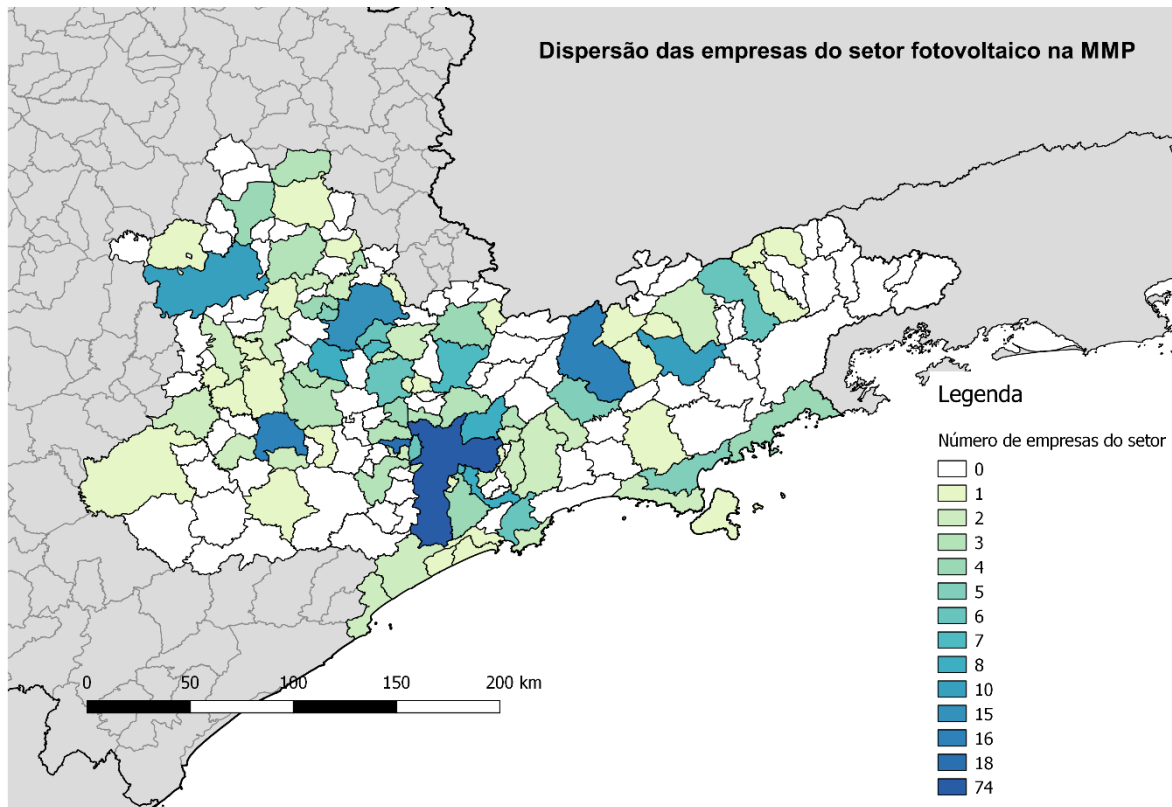
Média RDPC10 (município)	3120,792
Média do número de unidades de GD UFV (município)	28,43678
Coef. Pearson	0,46852
Estatística-t	6,95519
Estatística-t > valor crítico para valor-p igual a 0,001	

Fonte: Autora (2019).

5.3 MAPEAMENTO DAS EMPRESAS DO RAMO

Por meio de uma consistente busca na internet na plataforma Google pelo nome dos municípios que configuram a MMP acrescidos da palavra-chave “energia solar”, foi possível criar um banco de dados com todas as empresas cadastradas no banco de pesquisa da Google. Conforme ilustrado no Mapa 6, a busca demonstrou que existem hoje municípios que concentram as empresas do setor na MMP enquanto 50% dos municípios da MMP (87 municípios) não possuem nenhuma empresa do setor instalada em seu território.

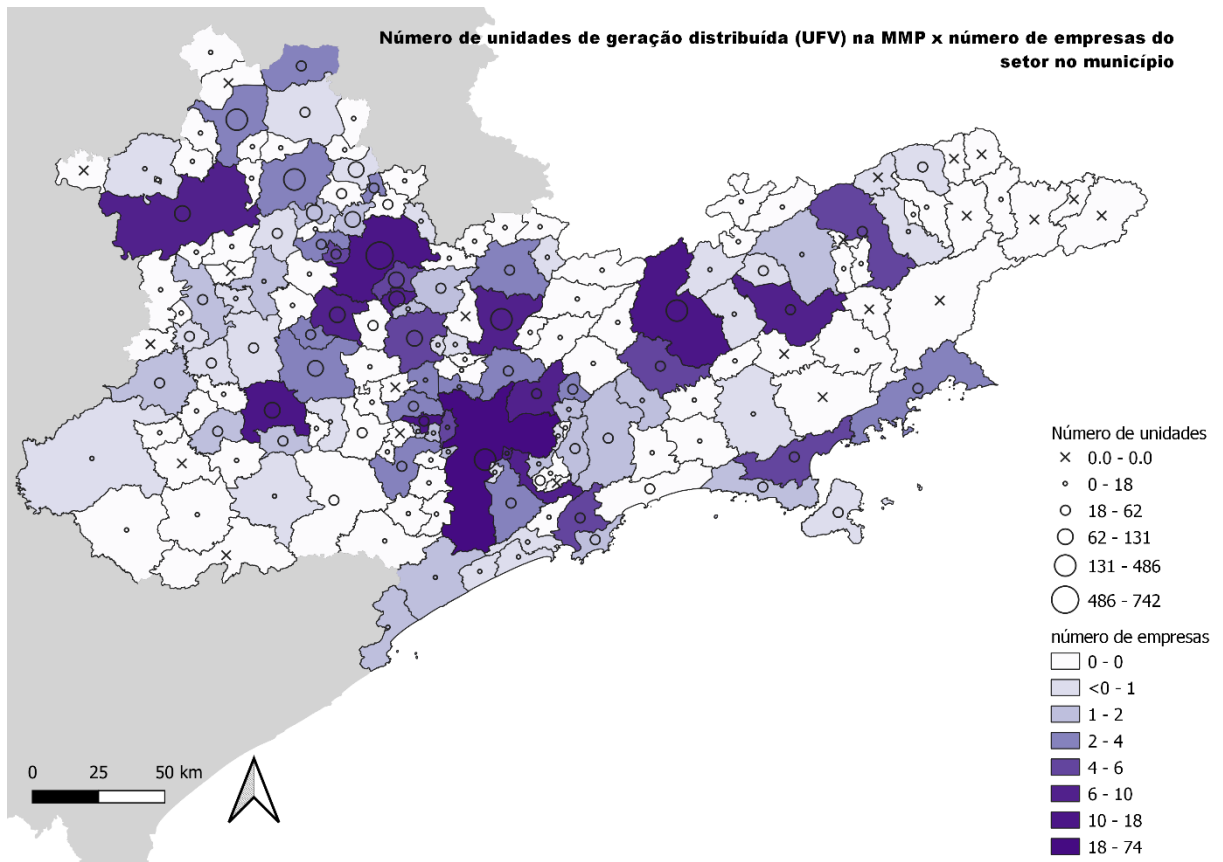
Mapa 6 – Dispersão das empresas do setor fotovoltaico na MMP



Fonte: Autora (2019).

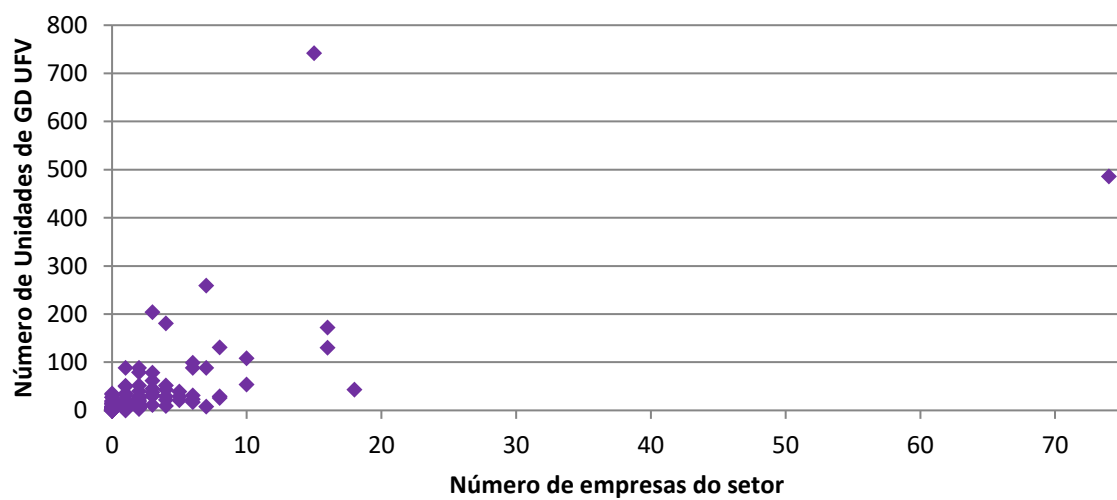
Com a finalidade de analisar o impacto das empresas no setor, enquanto propulsoras da informação, de ações de marketing e do incentivo necessário (seja na tomada de conhecimento seja na persuasão de clientes) para que os consumidores finais de energia investissem em energia fotovoltaica, foi elaborado o Mapa 7. Tal qual anteriormente realizado com os indicadores socioeconômicos, o Mapa 7 ilustra a relação entre o número de empresas do setor e o número de unidades de GD fotovoltaica instaladas até 2018. A análise visual do mapa permite a observação de que aqueles municípios em que não se encontram alocadas nenhuma empresa do setor são também municípios com poucas ou nenhuma unidade de geração distribuída fotovoltaica instalada. Por meio da elaboração do Gráfico 14 e da análise estatística apresentada na Tabela 15, verifica-se essa correlação; de onde extrai-se a conclusão de que, dado que a estatística-t observada é maior do que o valor crítico para valor-p igual a 0,001, a possibilidade de que essa relação entre as variáveis ocorra ao acaso é menor que 0,1%.

Mapa 7 - Unidades com GD UFV x Número de empresas do Ramo (2018)



Fonte: Autora (2019). Elaborado com base nos dados ANEEL (2019b).

Gráfico 14 - Diagrama de dispersão do número de unidades de geração distribuída UFV na MMP x número de empresas do setor (2018)



Fonte: Autora (2019). Banco de dados: ANEEL (2019b).

Tabela 15 - Teste de correlação entre número de empresas do setor x número de unidades de geração distribuída UFV na MMP

Média número de empresas (município)	2,15
Média do número de unidades de GD UFV (município)	28,43678
Coef. Pearson	0,6654
Estatística-t	11,7
Estatística-t > valor crítico para valor-p igual a 0,001	

Fonte: Autora (2019).

6 ESTUDO DE CASO: O MUNICÍPIO DE HOLAMBRA

A cidade de Holambra se destaca no setor de geração distribuída fotovoltaica na Macrometrópole Paulista em termos de números de projetos instalados por unidade de consumo. Por essa razão, foi empregada para a condução de um estudo de caso que visou a compreender as razões que levaram o investidor a realizar o investimento, de forma a permitir a compreensão do impacto dos sistemas de informação disponíveis, das características contextuais e da sua própria percepção em sua decisão final - que foi a de realizar o investimento.

É importante destacar que, dadas as dificuldades em realizar o contato com esses investidores e a, então, opção de realizar o estudo de caso em um local entendido como o caso ótimo, os resultados obtidos neste estudo de caso não poderão ser meramente extrapolados para os demais municípios ou regiões com credibilidade estatística. Sobretudo porque é premissa da presente dissertação que fatores locais podem ter alto impacto na penetração dessa tecnologia, onde podem ser entendidos como fatores locais tanto as características contextuais (renda, posse de imóvel, etc.) quanto as características da percepção do indivíduo e dos sistemas de informação disponibilizados ao mesmo. Isso é, a percepção do Holambranse é orientada em função de diferentes fatores que não podem ser necessariamente esperados em demais regiões. Isso significa perceber que os resultados obtidos por meio da condução desse estudo não podem ser descuidadamente replicados para compreender a difusão da geração distribuída na MMP, em SP ou mesmo no Brasil¹³.

No entanto, compreender as razões que levaram esse indivíduo a realizar o investimento e associar a esse entendimento uma visão crítica acerca das diferentes realidades que compõe a MMP, por exemplo, permite analisar futuros possíveis para a participação da GDFV na composição do setor energético nacional. Nesse sentido, o esforço desse estudo se dá no sentido de compreender este caso ótimo para oferecer um maior entendimento acerca do público dessa inovação.

¹³ Razão pela qual também não é possível inferir que as razões que levaram pessoas de outras partes do mundo são também as razões que levam a população do Brasil, de São Paulo ou de Holambra, por exemplo, a fazerem o mesmo.

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

6.1.1 O município de Holambra

Com uma população estimada em 14930 pessoas em 2019; taxa de escolarização de 98,8%; PIB per capita de R\$ 66.380,04; IDHM de 0,793; e área total de 65,6 km²; o município apresenta particularidades importantes de serem endereçadas no presente estudo oriundas da sua formação histórica (IBGE, 2019). Diferentemente de como ocorreu com outros municípios da Macrometrópole Paulista, o município de Holambra como se conhece hoje resulta do esforço da fundação de um núcleo de imigração coletiva, acordado entre as partes Brasil e Holanda em 1948.

A chegada dos primeiros Holandeses se deu em 5 de junho de 1948 e tal emigração é oriunda dos esforços da Associação dos Lavradores e Horticultores Católicos da Holanda, interessada na ocasião na contrapartida brasileira de concessão de empréstimos para a aquisição da terra onde seria instalada a colônia. (IBGE, 2019). O nome selecionado pelos imigrantes celebra a união da Holanda e Brasil. Se em um primeiro momento estiveram dedicados à produção de leite; foi a indústria da produção de flores que concede a Holambra um patamar econômico privilegiado.

Figura 10 - Pórtico de Holambra



Fonte: Autora (2019). Fotografia tirada em visita de campo.

6.1.2 Importância do município no setor de Geração Distribuída

Conforme ilustrado na Tabela 16, de fato, o município de Holambra apresenta grande destaque no setor quando analisando a concentração do número de instalações de geração distribuída fotovoltaica pelo número de unidades total de unidades de consumo do município. É importante destacar que fica ilustrado também por meio do emprego da Tabela 16 que essa difusão pode ser entendida para além de um fenômeno marcado pela dimensão política municipal. Isso porque dentre os quatro municípios com maiores concentrações de número de unidades de geração, três se encontram na Região Metropolitana de Campinas, sendo eles, Holambra, Artur Nogueira e Vinhedo.

Tabela 16 - Concentração de unidades de GDFV na MMP

MUNICÍPIO	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE DGFV (nº de unidades de GDFV/nº de unidades de consumo)	Número de desvios padrão acima da média
Holambra	0,009172	13,59
Artur Nogueira	0,004125	5,29
Atibaia	0,003773	4,71
Vinhedo	0,002855	3,20
Rio Claro	0,002019	1,82
Engenheiro Coelho	0,001922	1,66
Valinhos	0,001891	1,61
Paulínia	0,001885	1,60
Ibiúna	0,001816	1,49
Águas de São Pedro	0,001812	1,48
Porto Feliz	0,001627	1,18
Limeira	0,001592	1,12
Saltinho	0,001583	1,11
Rafard	0,001558	1,06
Campinas	0,001546	1,05
Tietê	0,001528	1,02
São Paulo	9,90856E-05	-1,33

Fonte: Autora (2019).

6.2 METODOLOGIA

6.2.1 Definições preliminares e epistemológicas

As pesquisas podem ser diferenciadas quanto à utilização dos resultados, à sua natureza, aos fins e aos meios que às direcionam. A presente pesquisa busca a entender os fenômenos associados à difusão da GDFV no município de Holambra de acordo com a perspectiva daqueles que adotaram a GD fotovoltaica em suas residências ou negócios.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa exploratória, dado que não preocupada em atingir amostras representativas da população, conforme já exposto, a ponto de poder generalizar os resultados obtidos para demais localidades ou mesmo para Holambra em um segundo momento – conforme esperado no processo de difusão das inovações, os “momentos” são cruciais para a estratificação ou não das mesmas. Onde o ambiente da pesquisa é o campo; o método de coleta,

é a interrogação/comunicação; a dimensão temporal, é a transversal; as percepções dos entrevistados, é mediante sua rotina real. Ademais, a mesma pode ser entendida tanto como causal, visto que busca compreender a maneira como interagem diferentes variáveis entre si (COOPER; SCHINDLER, 2003).

6.2.2 Pressupostos metodológicos

O estudo empregou a estatística não paramétrica como método estatístico de análise das variáveis estudadas. A estatística não paramétrica é um método muito aplicado no estudo das ciências sociais, visto que a mesma não está preocupada em assumir uma distribuição normal das variáveis em estudo. Tratam de testes mais fracos do ponto de vista estatístico e que, no entanto, são amplamente empregados quando se tratando da análise do comportamento humano. Isso porque é de extrema dificuldade prever a distribuição de uma população quando em se tratando de perspectivas pessoais. Ademais, a análise quantitativa de tais variáveis em estudo se torna uma tarefa, senão impossível, com elevado grau de incertezas. Como quantificar um comportamento? Uma opinião? No caso do presente estudo, como quantificar o porquê uma pessoa investiu em energia fotovoltaica? Como quantificar o porquê ela acha importante investir no setor? Para a presente pesquisa, dado que a amostra é pequena, visto que um grupo limitado de pessoas investiu no setor e menos ainda concordaram em participar do estudo, a estatística não paramétrica acaba não somente sendo a opção ideal, mas também, a única.

Entre as principais vantagens da estatística não-paramétrica, estão (1) a aplicabilidade em casos em que os dados não sejam inerentemente classificáveis em postos; (2) a aplicabilidade em casos em que a população seja pequena; (3) a aplicabilidade em que a população não seja conhecida a ponto de que qualquer inferência quanto à sua distribuição seja irrealista; (4) a aplicabilidade na pesquisa qualitativa, dado que não prevê compreender “o quanto” de uma característica e sim “se mais ou menos” quando comparada a um parâmetro atribuído; (5) aplicabilidade com pesquisas com escala nominal; (6) e o fato de serem mais facilmente aplicáveis (SIEGEL, 1956). Entre as principais desvantagens do método, estão: (1) se todas as inferências forem averiguadas, a aplicação do método pode implicar na verificação de um “desperdício de dados”; (2) dificuldade em testar interações na análise do modelo de variância (SIEGEL, 1957).

Outra importante questão limitadora do emprego ou da cientificidade do método, apresentada por Rocha (2010) em sua tese diz respeito à dificuldade de agregar um nível de significância aos resultados não paramétricos. Seu artigo apresenta uma proposta metodológica

para buscar responder a essa lacuna e o mesmo será empregado pelo presente estudo, conforme será explicação na seção da análise de resultados.

6.2.3 Localização dos clientes

O esforço da presente dissertação em levantar dados primários acerca do setor de GDFV instalado na MMP deve ser levado em consideração para a compreensão, inclusive, das razões que implicaram na delimitação do estudo de caso de Holambra. A maior dificuldade encontrada na delimitação dessa pesquisa se deu justamente na elaboração do método de contato com os clientes, dada a dificuldade em investigar quem são esses investidores.

Foram realizadas consultas por meio da Lei de Acesso à Informação (LAI) com a Agência Nacional de Energia Elétrica objetivando averiguar mecanismos de consulta que garantissem a integridade dos clientes e que, no entanto, permitissem a construção de um canal de comunicação entre a pesquisadora e os mesmos. Ambas consultas foram negadas¹⁴. Diante dessa limitação, por meio do contato com a distribuidora local CEMIRIM, foi localizada a principal empresa instalada na região (em termos de números de projetos). Tal empresa concordou em auxiliar o projeto por meio da divulgação de informações importantes para o contato com esses clientes.

6.2.4 Os entrevistados

A empresa citada disponibilizou o contato de 37 responsáveis por instalações projetadas pela mesma no município, o que representa 82% (45 projetos) (ANEEL, 2019b) de todos os projetos instalados na região no período de 2012-2018. Três desses projetos estão sob a responsabilidade de um mesmo contato; e outros dois, de outro. Nesse sentido, entende-se que foram disponibilizados 34 contatos.

A pesquisa empregou toda a população disponibilizada para construção do estudo. Portanto, visto que é objeto de estudo o caso ótimo de difusão, entende-se como *população* da

¹⁴ Foram estudadas as alternativas de encaminhamento de correspondências, de contato por telefone e de entrevistas presenciais. Visando a obter tais informações, duas solicitações foram encaminhadas para a ANEEL pelo Portal de Transparência e, no entanto, ambas foram encerradas sob o entendimento de que o conteúdo solicitado envolvia informações pessoais.

presente pesquisa os 34 indivíduos. A amostra foi, portanto, o número de respondentes da pesquisa.

6.2.5 Aplicação da Pesquisa

As pesquisas foram elaboradas por meio da aplicação Google Forms (APÊNDICE B) e encaminhadas aos destinatários por meio dos e-mails disponibilizados pela empresa integradora. Trata-se de um questionário com perguntas autopreenchíveis.

Em relação à escolha do método, é importante destacar que o presente estudo entende como uma possível limitação dos resultados a submissão de tais variáveis qualitativas a uma escala de mensuração encaminhadas por email; no entanto, em função dos custos, do tempo requerido para a condução de pesquisas em profundidade com todos os respondentes, a mesma se apresentou como a mais viável.¹⁵

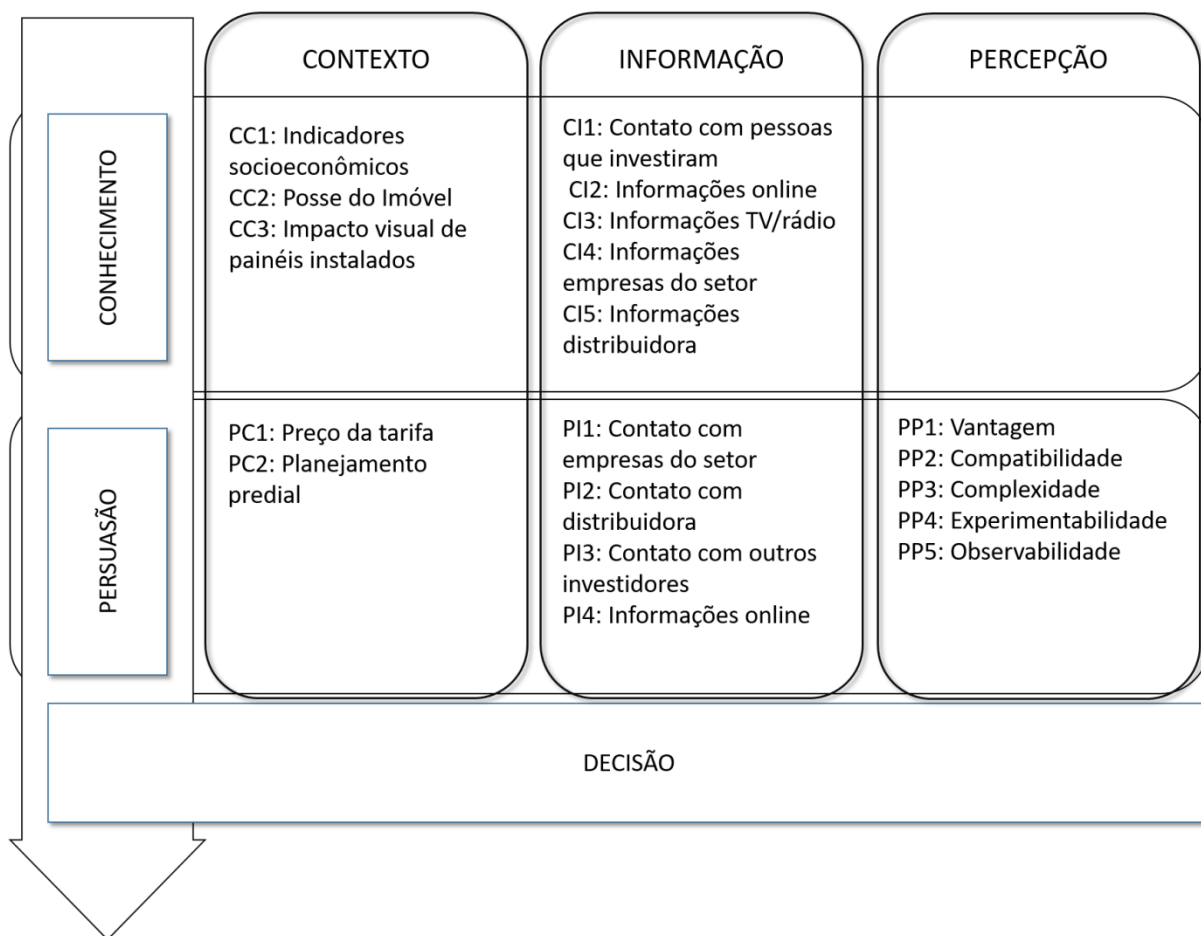
6.2.6 As questões

Baseando-se na Figura 7, que apresenta as variáveis independentes do processo de difusão da GD fotovoltaica é que foram elaboradas as questões do questionário aplicado. A Figura 7 resulta do esforço em analisar a difusão da geração distribuída fotovoltaica em função dos pressupostos apresentados por Rogers (1962) e apresentados na seção 4, que analisa mais pontualmente os fatores. O Quadro 4 apresenta a operacionalização das variáveis em estudos que culminaram na construção do questionário aplicado.

Nesse sentido, a Figura 7 ilustra o entendimento que é premissa para a condução da presente dissertação. Isso é, que o grau de informação, a percepção do indivíduo e o contexto em que ele está inserido devem ter impacto em todo o processo (ainda que em diferentes medidas) que resulta na tomada de decisão em investir em energia fotovoltaica.

¹⁵ Serão descritas em maior profundidade na seção de pesquisas futuras.

Figura 11 - Variáveis independentes do processo de difusão da GD Fotovoltaica



Fonte: Autora (2019).

Todas as perguntas do questionário são perguntas estruturadas: as questões acerca do perfil socioeconômico do investidor foram perguntas múltipla-escolha, bem como a pergunta acerca da forma como os investidores tomaram conhecimento da possibilidade (visto que somente um evento pode ser responsável por tal); as perguntas que dependem da percepção do investidor foram mensuradas por meio de uma escala de Likert.

Quadro 4 – Variáveis Operacionais para analisar a difusão da GD em Holambra

Fatores de difusão da GD	Variáveis Independentes	Variáveis Operacionais
Fatores Contextuais	Indicadores socioeconômicos (CC1)	Grau de escolaridade
		Faixa etária
		Localidade em que se encontra o imóvel
		Classe de consumo da fatura
	Posse do Imóvel (CC2)	Posse ou não do imóvel
	Impacto Visual de Painéis Instalados (CC3)	Impacto visual de painéis instalados na vizinhança/bairro/cidade foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Preço da Tarifa (PC1)	Grau da influência da tarifa elétrica no aumento de interesse sobre o tema
Planejamento Predial (PC2)	Grau da influência da reestruturação ou planejamento predial no aumento de interesse sobre o tema	
Sistemas de Informação Disponíveis	Contato com pessoas que investiram (CI1)	Conversas com pessoas que já haviam investido foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Informações Online (CI2) e	Informação online foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Informações TV/Rádio (CI3)	Informações na TV/Rádio foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Informações empresas do setor (CI4)	Ação de marketing (propaganda) de empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem) foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Informações distribuidora (CI5)	Informação prestada pela Distribuidora foi ou não a maneira como tomou conhecimento
	Contato com empresas do setor (PI1)	Grau da influência de conversas com empresas do ramo no aumento de interesse sobre o tema
		Grau de Influência do marketing de empresas do ramo aumento de interesse sobre o tema
	Contato com Distribuidora (PI2)	Grau de Influência do contato com a distribuidora no aumento do interesse sobre o tema
Contato com outros Investidores (PI3)	Grau da influência das instalações vizinhas ou das conversas com vizinhos que investiram no aumento de interesse sobre o tema	
	Grau da influência de conversas com familiares no aumento de interesse sobre o tema	
Percepção do Investidor	Vantagem (PP1)	Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu.
		Investir em energia solar é economicamente vantajoso.
		Investir em energia solar é importante para o meio ambiente
	Compatibilidade (PP2)	Investir em energia solar é compatível com meus valores/crenças/ princípios/ideias
	Complexidade (PP3)	É fácil/prático o processo de instalação de painéis solares
		É fácil/prático manter ativo um sistema fotovoltaico
Experimentabilidade (PP4)	Se necessário, o sistema fotovoltaico pode ser modificado/aprimorado/ ampliado depois de instalado.	
Observabilidade (PP5)	Os painéis instalados causam um impacto visual positivo na propriedade	
	Passei a incentivar as pessoas a investir em energia solar	

Fonte: Autora (2019).

6.2.6.1 Escala de Likert

Diante da necessidade em buscar compreender as razões que levam as pessoas a tomar as atitudes que tomam, organizar-se da forma com que se organizam, tomar decisões da forma que o fazem (dentre outros), as ciências sociais passaram a buscar métodos para mensurar tais indicadores. Partindo-se da premissa de que “a atitude é uma predisposição [...] que respresenta uma posição mental consistente, manifesta, sobre algo ou alguém” (BARDIN, 2009; ANDER-EGG, 1978 apud LUCIAN; DORNELAS, 2015), busca-se mensurá-la por meio ao entendimento do comportamento dos sujeitos de interesse, de forma a analisar sua “ação em si” (LUCIAN; DORNELAS, 2015). É desse entendimento que se estrutura um dos arcabouços metodológicos mais aceitos para a mensuração de atitudes nas ciências aplicadas, a aplicação da escala proposta por Likert (1932).

A escala de Likert tem como objetivo mensurar em termos numéricos as variáveis de natureza qualitativa; para tanto, empregando uma escala ordinal, conforme apresentado na Figura 8. Sua grande inovação no campo da mensuração de comportamentos foi a de resumir em uma só escala o sentido e a intensidade da atitude sendo medida. Nessa “régua de intenções”, os sujeitos de interesse da pesquisa são orientados a escolher uma só opção de afirmativa que represente o grau de aceitação do mesmo sobre a proposição feita. Assim sendo, é o diferencial semântico dessa construção que permite com que o sujeito realize o preenchimento do questionário.

Para a construção de uma escala Likert prevê-se o cumprimento de duas principais etapas, sendo elas: (1) a elaboração de uma frase claramente radical, isso é, claramente positiva ou negativa em relação à atitude do sujeito em questionamento; e (2) a construção de uma escala com números ímpares, de forma a permitir que o sujeito se posicione de forma neutra à afirmativa (LUCIAN, R, 2016; LIMA, 2000 apud CUNHA, 2007).

Figura 12 – Modelo de escala desenvolvido por Likert (1932)



Fonte: LIKERT (1932 apud VIEIRA; DALMORO, 2008).

6.2.6.2 Pré-teste

Destaca-se que, antes da aplicação da pesquisa, foram realizados três pré-testes: dois deles com pesquisadores de áreas a fins; e outro com um investidor de GD que não locado na área de interesse do estudo. O objetivo do pré-teste foi de verificar se as classes semânticas do questionário e a sequência das perguntas foram apropriadas; se houve objeção nas respostas; e se o tempo estimado de preenchimento estava acurado (ROCHA, 2009).

6.2.6.3 Forma de análise da escala Likert dos questionários

Uma vez que os dados quantitativos referentes à aplicação da Escala Likert em métodos não-paramétricos diz respeito tão somente a um significado de classificação, a mensuração apropriada para a verificação da medida central é a mediana; e não a média (ROCHA, 2009). Haja vista que a escala fora elaborada com cinco unidades de classificação, entende-se que medianas inferiores a três significam a rejeição da afirmativa.

O contrário, todavia, não é entendido como certo: uma mediana superior a três foi submetida a um teste de sinais proposto metodologicamente por meio da concatenação de diferentes métodos (Triola, 1999; Hoel, 1984; Siegel, 1981) por Rocha (2009). O método emprega a (1) a atribuição de sinais positivos e negativos, uma vez tendo sido considerado a resposta três como zero; (2) o descarte dos valores zero; a compilação do número de vezes que o sinal menos frequente ocorreu (seja ele negativo ou positivo) – entendida como variável “x”; (4) a comparação de “x” com o valor referência, isso é, pontuação menor que três; (5) o encerramento do teste no caso de "x" não responder a expectativa de ser menor ou igual ao valor de referência; (6) caso contrário, a verificação da representatividade estatística do resultado dentro de um dado grau de significância, determinado por meio do emprego dos dados expostos na Tabela contida no Anexo 1; (7) antes da aceitação final; a certificação de que as medianas são inferiores superiores a 3 por meio da reanálise do processo para um valor de referência de 2,5.

6.3 RESULTADOS

Um total de 14 pessoas preencheu o formulário; isso sendo, a pesquisa empregou uma amostra de 41% da população. Dado que a metodologia não paramétrica não requer uma amostra grande (visto que não espera um comportamento normal da distribuição das variáveis),

deu-se continuidade ao estudo. Para a compreensão do perfil do respondente, a Tabela 17 reúne informações socioeconômicas dos respondentes e da localidade em que instaladas as unidades de geração distribuída fotovoltaica no município de Holambra.

Tabela 17 - Informações sócioeconômicas dos respondentes e da localidade em que instaladas as unidades de geração no município de Holambra/SP

Grau de Escolarização	
Sem alfabetização ou até a 3ª sériefundamental	0%
Fundamental completo	0%
Ensino médio completo	50%
Ensino superior completo	50%
Faixa Etária	
de 18 a 25 anos	0%
de 26 a 35 anos	0%
de 36 a 45 anos	28,6%
de 46 a 59 anos	21,4%
acima de 60 anos	50%
Posse do imóvel	
Possui	92,9%
Não Possui	7,1%
Localidade do Imóvel	
No centro da cidade	21,4%
No centro expandido da cidade	50%
Na região rural (fazenda, sítio, chácara..)	28,6%
Na periferia da cidade	0%
Localização do Imóvel (em condomínio ou não)	
Em condomínio	35,7%
Fora de condomínio	64,3%
Classe de consumo de EE do imóvel	
Rural	7,1%
Comercial	14,3%
Residencial	78,6%

Fonte: Autora (2019).

A Tabela 18 reúne as informações prestadas para a análise da tomada de conhecimento dos clientes na possibilidade em investir em sistemas de geração distribuída fotovoltaica, levando-se em consideração as etapas de difusão de inovações propostas por Rogers (1962). Observa-se que para os investidores de Holambra o diálogo com pessoas que já haviam

investido no setor foi de significativa relevância, bem como por meio de informações online e por TV e rádio. Importante destacar que dois respondentes apresentaram “outras” razões que não atacadas pelo questionário: o primeiro informou que “conhece a Europa”; o segundo, que “trabalhava na área de tecnologia” e que sempre teve interesse em investir no setor.

Ademais, considerando também as respostas em relação à realidade socioeconômica dos clientes e as informações em relação à localidade em que instalados os projetos, apresentados na Tabela 17, destaca-se que a posse do imóvel, conforme esperado, foi um importante fator contextual a ser mencionado em se tratando dos fatores associados à etapa de conhecimento. Concatenando os achados, é presumível que aqueles consumidores finais possuidores de imóvel se sintam mais instigados e motivados a buscar informações no sentido de promover melhorias em seus imóveis.

Tabela 18 – Forma como os investidores em Holambra/SP tomaram conhecimento na possibilidade de investir em sistemas de geração distribuída fotovoltaica

Por meio da visualização de painéis instalados na vizinhança/bairro/cidade	0%
Por meio de conversas com pessoas que já haviam investido	43%
Por meio de informações online (na internet)	21%
Por meio de informações na TV ou no Rádio	14%
Por meio de informações disponibilizadas pela distribuidora local de energia elétrica	0%
Por meio de ações de marketing (propaganda) de empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem)	7%
Outros	14%

Fonte: Autora (2019).

Em relação à pergunta “uma vez tendo conhecimento dessa possibilidade, quais eventos levaram ao seu interesse no investimento?”, que investiga os fatores de importância na etapa de persuasão dos investidores a realizar o investimento, o Quadro 5 apresenta a análise da mediana das respostas para cada uma das prerrogativas em análise. Empregando os dados apresentados na Tabela 19, que apresenta uma síntese dos resultados obtidos (a estatística descritiva dessas respostas se encontra apresentada no Apêndice C), uma vez aplicado o método de sinais proposto por Rocha (2009), é possível rejeitar a hipótese nula com um grau de significância de 5% referente à afirmação de que o preço das tarifas levou ao interesse inicial no investimento e com grau de 10% de significância que a conversa com uma empresa do ramo levou a esse interesse. Assim sendo, entende-se que ambos os eventos foram relevantes em um primeiro momento de persuasão dos clientes finais a realizarem o investimento.

Quadro 5 – Análise de medianas: fatores que levaram ao interesse do investidor (estudo de caso de Holambra/SP)

Fatores que levaram ao interesse inicial em investir	Mediana
Preço da Tarifa	Muita influência
Planejamento/Reestruturação de projeto predial	Nenhuma influência
Ver Instalações na vizinhança ou conversar com vizinho(a)s que investiram	Nenhuma influência
Conversa com familiares/amigos/colegas de trabalho que investiram	Moderada influência
Conversa com uma empresa do ramo	Muita influência
Marketing (propaganda TV/Radio/...)	Nenhuma influência
Marketing (propaganda) direto por empresas do ramo	Moderada influência

Fonte: Autora (2019).

Em relação às fontes de informação importantes na decisão final dos clientes nessa etapa de persuasão, conforme exposto pelo Quadro 6 e melhor descrito pela Tabela 20, tão somente a hipótese nula referente à afirmação de que “o contato com empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem) foi fonte de informação final importante para a tomada de decisão” pode ser rejeitada com grau de significância de 5%. Concatenando os resultados da Tabela 19 e 20, observa-se, portanto, que as mesmas estão alinhadas, haja vista que não existem incoerências nas respostas visto que os resultados extraídos de ambas são complementares. Isso é, de que as empresas do ramo (e nesse caso, a empresa específica que cedeu as informações de contato de seus clientes) teve fundamental importância na etapa de persuasão e convencimento de seus clientes a realizarem o investimento ainda que, conforme já exposto, não tenham sido responsáveis pela tomada de conhecimento dos mesmos acerca do setor.

Quadro 6 – Análise de medianas: fontes de informação importantes na decisão final (estudo de caso de Holambra/SP)

Fontes de informação importantes na sua decisão final	Mediana
Contato com outros investidores *	Pouca influência
Contato com a distribuidora local *	Nenhuma influência
Contato com empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem) *	Muita influência
Informações online (internet) *	Pouca influência
Informações TV/Rádio *	Nenhuma influência

Fonte: Autora (2019).

Finalmente, no que diz respeito à percepção desses investidores, as medianas apresentadas no Quadro 7 e os resultados organizados na Tabela 21 permitem concluir que todas as hipóteses nulas podem ser rejeitadas com nível de significância de 1%, exceto as

afirmações “Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu” e “os painéis instalados causam um impacto visual positivo na propriedade”, cujas hipóteses nulas não podem ser rejeitadas a um nível de significância inferior a 10%.

Quadro 7 Análise de medianas: a percepção do investidor (estudo de caso de Holambra/SP)

Percepção do Investidor	Mediana
Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu.	Discorda parcialmente
Investir em energia solar é economicamente vantajoso.	Concorda totalmente
Investir em energia solar é importante para o meio ambiente	Concorda totalmente
Investir em energia solar é compatível com meus valores/crenças/ princípios/ideias	Concorda totalmente
É fácil/prático o processo de instalação de painéis solares	Concorda parcialmente
É fácil/prático manter ativo um sistema fotovoltaico	Concorda parcialmente
Se necessário, o sistema fotovoltaico pode ser modificado/aprimorado/ ampliado depois de instalado.	Concorda parcialmente
Passsei a incentivar as pessoas a investir em energia solar	Concorda totalmente
Os painéis instalados causam um impacto visual positivo na propriedade	Concorda parcialmente

Fonte: Autora (2019).

Desses resultados, entende-se que a noção de vantagem para o investidor de Holambra associada à geração distribuída é oriunda das vantagens econômicas e ambientais oriundas da realização do investimento; e não do aspecto social, entendido enquanto prestígio social pela presente pesquisa. Ademais, quanto à observabilidade, o estudo demonstrou que o investidor de Holambra esteve menos preocupado em relação ao impacto visual dos painéis fotovoltaicos instalados, resultado que corrobora com os achados apresentados nas Tabelas 18 e 20, visto que os mesmos não tomaram conhecimento no setor por meio da visualização de painéis, não foram incentivados pela visualização de unidades instaladas e tampouco pela busca de planejamento e/ou reestruturação predial.

Tabela 19 - Síntese das respostas para a questão acerca dos eventos que levaram ao seu interesse no investimento

FATORES	Respondentes														Med	>3	<3	X	N	Seguir?	VC ($\alpha=1\%$)	VC ($\alpha=2\%$)	VC ($\alpha=5\%$)	VC ($\alpha=10\%$)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										
Preço da Tarifa	4	4	2	4	3	5	5	5	3	5	3	4	3	5	4	9	1	1	10	sim	0	1	1	
Planejamento/Reestruturação de projeto predial	2	1	1	3	1	5	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	10	1	11	nao	-			
Ver Instalações na vizinhança ou conversar com vizinho(a)s que investiram	5	1	1	1	1	3	4	5	1	1	1	1	1	1	1	3	10	3	13	nao	-			
Conversa com familiares/amigos/colegas de trabalho que investiram	3	2	1	3	2	3	4	5	1	5	5	4	5	1	3	6	5	5	11	sim	0	1	1	2
Conversa com uma empresa do ramo	4	1	4	5	1	5	5	5	1	5	4	4	4	4	4	11	3	3	14	sim	1	2	2	3
Marketing (propaganda TV/Radio/...)	1	1	3	1	1	4	2	1	1	2	3	3	3	1	1	1	9	1	10	nao	-			
Marketing (propaganda) direto por empresas do ramo	3	1	4	5	1	4	2	1	1	5	3	3	3	1	3	4	6	4	10	sim	0	0	1	1

Fonte: Autora (2019)

Tabela 20 - Síntese das respostas para a questão acerca das fontes de informação importantes na sua decisão final

FATORES	Respondentes														Med	>3	<3	X	N	Seguir?	VC ($\alpha=1\%$)	VC ($\alpha=2\%$)	VC ($\alpha=5\%$)	VC ($\alpha=10\%$)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										
Contato com outros investidores	4	2	2	1	2	3	2	5	1	4	5	4	5	1	2	6	7	6	13	nao				
Contato com a distribuidora local	2	1	1	5	1	3	5	1	1	1	3	2	3	1	1	2	9	2	11	nao				
Contato com empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem) *	4	4	4	5	1	5	3	5	3	5	4	4	4	3	4	10	1	1	11	sim	0	1	1	
Informações online (internet) *	2	4	4	3	1	5	1	1	2	1	2	1	2	3	2	3	9	3	12	nao				
Informações TV/Rádio *	1	1	3	1	1	4	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	11	2	13	nao				

Fonte: Autora (2019).

Tabela 21 – Síntese das respostas acerca da percepção dos indivíduos

FATORES	Respondentes														Med	>3	<3	X	N	Seguir?	VC ($\alpha=1\%$)	VC ($\alpha=2\%$)	VC ($\alpha=5\%$)	VC ($\alpha=10\%$)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14											
Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu.	3	1	1	1	1	3	3	5	1	4	2	3	2	2	2	2	8	2	10	não	0	0	1	1	
Investir em energia solar é economicamente vantajoso.	5	4	5	4	3	3	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	12	0	0	12	sim	1	1	2	2
Investir em energia solar é importante para o meio ambiente	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	0	0	14	sim	1	2	2	3
Investir em energia solar é compatível com meus valores/crenças/ princípios/ideias	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	14	0	0	14	sim	1	2	2	3
É fácil/prático o processo de instalação de painéis solares	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4,5	14	0	0	14	sim	1	2	2	3
É fácil/prático manter ativo um sistema fotovoltaico	4	4	5	4	5	5	3	5	4	4	4	5	4	5	5	4	13	0	0	13	sim	1	1	2	3
Se necessário, o sistema fotovoltaico pode ser modificado/aprimorado/ ampliado depois de instalado.	3	4	5	4	5	5	3	5	4	5	4	3	4	4	4	4	11	0	0	11	sim	0	1	1	2
Passei a incentivar as pessoas a investir em energia solar	5	3	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	12	0	0	12	sim	1	1	2	2
Os painéis instalados causam um impacto visual positivo na propriedade	4	3	4	3	1	2	3	4	3	4	5	4	5	5	5	4	8	2	2	10	sim	0	0	1	1

Fonte: Autora (2019).

7 PERCEPÇÃO DE DIFERENTES STAKEHOLDERS DO SETOR SOBRE A DIFUSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

O Quadro 8 apresenta uma síntese do perfil dos entrevistados onde a cada um foi cedido um código a ser empregado no texto de forma a facilitar sua leitura e manter a integridade dos entrevistados.

Quadro 8 - *Stakeholders* entrevistados

CÓDIGO	ÁREA
A	PESQUISADOR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO Engenheiro eletricista, PhD na área de energia fotovoltaica, experiência de mais de 5 anos com pesquisa no setor fotovoltaico no município de São Paulo
B1	EMPRESA DE PROJETOS/INSTALAÇÃO Fundador e diretor comercial de empresa de projetos e instalações de painéis fotovoltaicos locada em Holambra. Número de Projetos desenvolvidos: 150.
B2	EMPRESA DE PROJETOS/INSTALAÇÃO Diretor comercial de empresa de projetos e instalações de painéis fotovoltaicos locado em Barueri.
C	CONSULTORIA DE GD Consultor de geração distribuída.
D	SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO Assessor executivo da Secretaria de Infraestrutura e Ambiente do Estado de São Paulo.
E	DISTRIBUIDORA Engenheiro de Planejamento e Investimentos de distribuidora locada no município de São Paulo
F	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA DIFUSÃO DE INFORMAÇÃO DO SETOR FOTOVOLTAICO NACIONAL (locada no território da MMP) Consultor de empresa com 10 anos de trabalho dedicado ao setor fotovoltaico e principal empresa nacional na área de produção de conteúdo de pesquisa de mercado e divulgação de informação da geração distribuída. Atuam hoje com capacitação de profissionais, consultoria e pesquisa de mercado.

Fonte: Autora (2019).

7.1 PERCEPÇÃO DA SUA ATUAÇÃO ENQUANTO *STAKEHOLDER* DO SETOR

Ao analisar a participação de empresas do setor na expansão da geração distribuída, o entrevistado B2 indica que por meio de “cursos, workshops, participação ativa em feiras e

exibições” empresas do setor (a qual entende “empresas sérias de importação, fabricação e distribuição de sistemas e componentes, bem como instaladoras”) incentivam “o crescimento das vendas e das instalações”. O entrevistado B1 corrobora para esse entendimento a ideia de as empresas auxiliam com o “efeito cascata de crescimento”, que, nas suas palavras, “foi fundamental para aumentar a escala e conseqüentemente reduzir o custo dos projetos”.

Também representando a visão de uma empresa – mas no caso de uma empresa de consultoria e de gestão de informações acerca do setor – o entrevistado F, apontando para a liderança da empresa no setor de pesquisa de mercado e difusão de informações de GD, explicou que a atuação de sua empresa “possibilita desde pequenas até grandes empresas a estruturar de maneira mais saudável e eficiente seus planos de negócios, o que proporciona uma maior “vida útil” dessas empresas e uma atuação mais eficiente.” Sobretudo levando em consideração a visão apresentada pelo entrevistado quanto ao perfil dessas empresas integrados hoje alocadas no mercado fotovoltaico que, segundo ele são “muito pequenas” e realizam poucas vendas por mês e que “de maneira geral, atuam também em outro segmento, ou seja, não dependem apenas de solar fotovoltaico”.¹⁶

Quanto à perspectiva do entrevistado A relacionada ao papel que a universidade tem por meio da ciência e tecnologia na expansão do setor, o mesmo indica que ela tem “papel principal na formação dos profissionais que atuarão nas diversas áreas do conhecimento desse mercado” e que “tem atuado na formação técnica de professores de escolas e institutos públicos para disseminar os conhecimentos em FV”.

Quanto à atuação do consultor, o entrevistado C, o mesmo esclarece seu papel no setor:

eu não trato diretamente com clientes, e sim com empresas que precisam de suporte para realizar as conexões de micro e minigerções. [...] Minha expertise está no relacionamento entre a empresa instaladora e a distribuidora. Com o projeto elaborado, as empresas solicitam meus serviços de análise do processo para verificar se há alguma inconsistência e se é necessário alterar/acrescentar algo antes de apresentá-lo à distribuidora. Depois faço o relacionamento com a distribuidora, com o encaminhamento do projeto e avaliando a resposta do processo pela distribuidora, participando de reuniões e garantindo sua continuidade no atendimento. Dessa maneira, não tenho participado muito de atendimentos de pequenos sistemas de geração fotovoltaica. A potência normalmente é a partir de 50 kW.

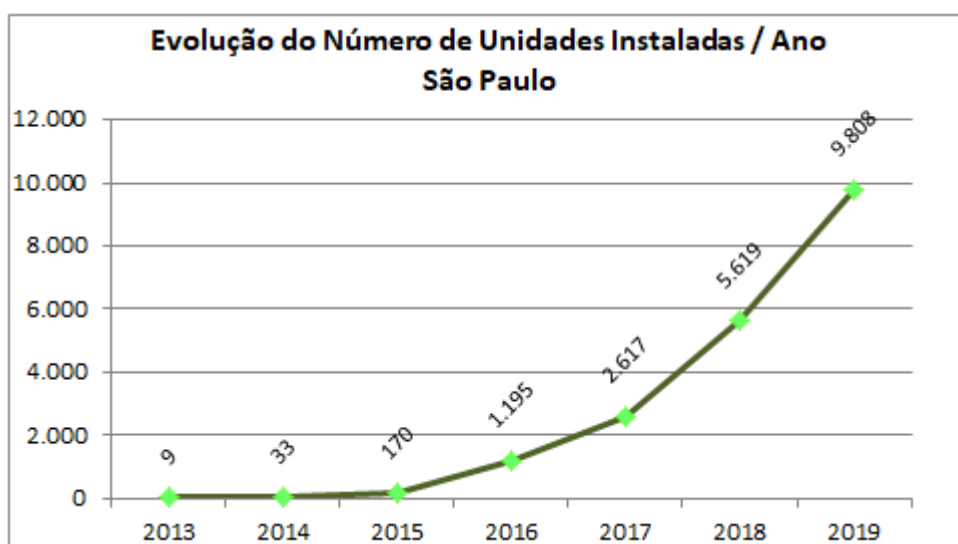
¹⁶ Dado o reconhecimento da empresa em relação às suas pesquisas de mercado, entende-se como valiosa a visão do entrevistado quanto ao perfil dos agentes de mercado atuantes hoje.

Finalmente, em relação ao entrevistado D, responsável pelas informações prestadas pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, o mesmo indica que o órgão “tem como atribuições neste assunto, o fomento e o acompanhamento da evolução do setor em todo o Estado”.

7.2 EXPECTATIVAS PARA O SETOR

O entrevistado D apresentou a perspectiva da Secretaria por meio da ilustração do Gráfico 13, indicando que espera-se um “crescimento exponencial” do setor tal qual vem sendo observado ao longo dos anos.

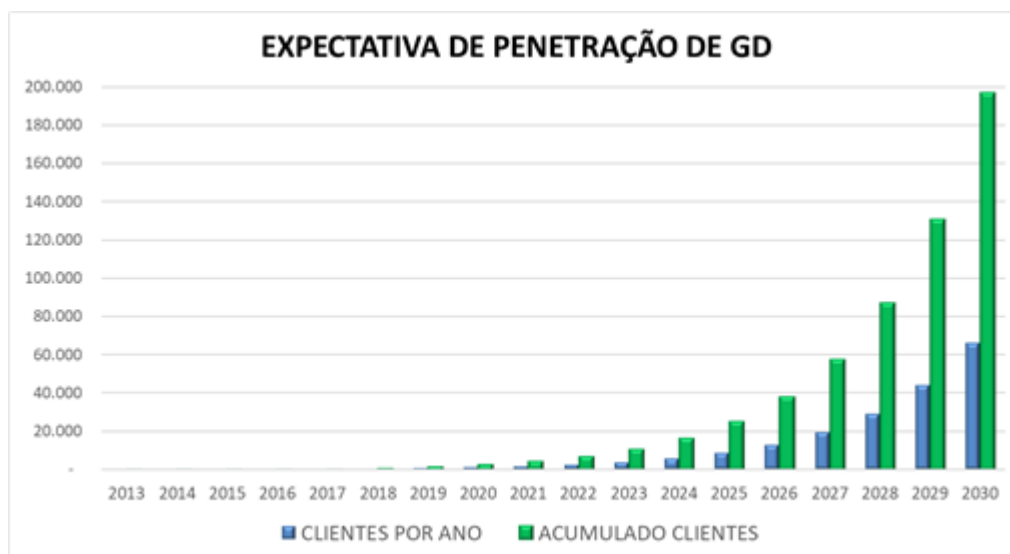
Gráfico 15 – Expectativa de expansão do setor do Entrevistado D



Fonte: Entrevistado D

O Entrevistado E, por outro lado, apresenta a expectativa da distribuidora para o setor, isso é, do crescimento do setor dentro da sua área de concessão. Por meio do Gráfico 16 disponibilizado pelo entrevistado, observa-se que a expectativa da distribuidora é de que, ano após ano, seja observado um crescimento de 50% de unidades geradoras.

Gráfico 16 – Expectativa de expansão do setor do Entrevistado E



Fonte: Entrevistado E

Tanto o entrevistados B1 quanto o pesquisador A, por sua vez, apresentaram preocupação em relação às mudanças tarifárias e como elas podem afetar a expansão do setor. Segundo B1, “se as alterações à REN 482/2012 propostas pela ANEEL em outubro de 2019 entrarem em vigor, o setor irá retrair drasticamente e muitas empresas terão que fechar as portas”. Ainda que atentando para o possível impacto negativo dessas alterações, o pesquisador, entrevistado A, apontou para um outro fator a ser considerado nessa projeção, que é o fato da maior incidência de tarifas bandeiras implicarem em uma maior busca por alternativas de geração. Em suas palavras,

analisando o mercado da energia como um todo, estamos lidando com situações operacionais que demandam a atuação de serviços ancilares para adequação carga/geração, os quais estão sendo supridos majoritariamente por termelétricas com custos às vezes exorbitantes. Inevitavelmente isso acarretará em mais imposições de bandeira vermelha, o que é excelente para quem quer investir em GD. Apesar do estado de SP ter tarifas de energia relativamente baixas, investir em GD ainda vai ser uma boa modalidade de investimento dado o panorama atual de taxa básica de juros (ENTREVISTADO A).

Tal qual o entendimento do entrevistado A, o entrevistado F apresenta uma visão menos determinística quanto às alterações regulatórias em encaminhamento. Segundo o entrevistado “apesar das mudanças regulatórias que estão sendo propostas pela ANEEL, [...] o mercado de GD ainda continuará em crescimento acelerado”; no entanto, o mesmo identifica que ela poderá

prejudicar o modelo de negócio específico da geração compartilhada, entendidos como “modelos de locação, onde o desenvolvedor do sistema oferece créditos de energia para o cliente final, valorados de acordo com um desconto (porcentagem) da tarifa paga atualmente” e que segundo ele “provavelmente deixarão de existir”.

O consultor do mercado, entrevistado C, por sua vez, apresentou uma projeção realizada com sua autoria onde levou em consideração aspectos econômicos da população, localização e disponibilidade de telhados. Segundo o mesmo,

Na área de concessão da ENEL a estimativa é que em 13 anos poderá haver cerca de 350 mil clientes com geração própria nessa região. Parece muito, mas representa menos de 4% do número de consumidores da distribuidora em 2031. Obviamente que este número poderá ser maior ou menor, de acordo com as mudanças regulatórias e de tecnologia que podem ocorrer até lá. Eu acredito que possa ser adotado este percentual para o restante do estado, pois de certa maneira, temos um estado rico e razoavelmente homogêneo (ENTREVISTADO C).

7.3 DESAFIOS PARA EXPANSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

Os principais desafios expressados nas entrevistas forma sistematizados na resposta com Entrevistado F, que julga que são “a mudança regulatória, o conhecimento e confiança dos clientes finais na tecnologia e linhas de financiamento adequadas”. Em relação à alteração regulatória, ambos B1 e B2 apresentaram em suas repostas a preocupação em relação às alterações no modelo tarifário. Tal feito implica em entender que a incerteza quanto à regulação do setor como um limitador da expansão da GD no território. Nas palavras de B1, “o principal fator é a incerteza sobre o retorno do investimento, já que não há clareza da ANEEL sobre a continuidade das regras de GD para quem instala um sistema”. B2 ainda adicionou que os custos altos dos sistemas fotovoltaicos implicam em longos prazos de retorno, “principalmente em instalações comerciais e industriais”; e que a “[p]roliferação de empresas não qualificadas para instalações, principalmente residenciais, gera[m] desconfiança na segurança do sistema e no retorno financeiro”.

Observa-se por meio da análise da resposta dos agentes integradores de mercado, que realizam projetos de geração distribuída fotovoltaica, três principais desafios associados a uma dimensão institucional, econômica e de percepção dos investidores. De acordo com os entrevistados, as incertezas regulatórias (apresentadas na seção 2.3.1.2 Alterações previstas)

implicam em uma maior insegurança de mercado, que pode ser experienciada tanto pelos agentes de mercado como dos potenciais investidores e que corrobora com os achados expressos na Seção 4.2 da presente dissertação, que indicam que a não-continuidade de políticas de incentivo podem ser desestimulantes para o setor.

Quanto à dimensão econômica das barreiras, o consultor do setor, o participante C, contribuiu com a análise indicando que “o custo de instalação dos sistemas é o fator mais limitante [visto que] [e]mbora as camadas sociais que têm procurado realizar a instalação dos sistemas tenham um nível de esclarecimento razoável sobre retorno de investimentos e querem realizar a instalação de um sistema, seja por economia de energia, ou seja por questões de sustentabilidade, o investimento é alto para um retorno em um longo período, como é o caso de sistemas fotovoltaicos”. Tal qual o parecer do consultor do setor, o representante da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, entrevistado D, afirmou que “[o]s principais fatores estão relacionados ao preço do sistema como um todo, preço de instalação e montagem variável para uma mesma região”. A questão dos custos é contraposta pelo pesquisador A, que afirmou que “hoje em dia, com a diversidade de integradores e instaladores, o custo do sistema deixou de ser empecilho em todas as regiões do país”. No entanto, o pesquisador concorda que “o resultado da reforma regulatória que pode ser bastante impactante para a modalidade de GD remota”.

A ideia de proliferação de empresas desqualificadas, por outro lado, apresentada pelo entrevistado B2, demonstra a preocupação quanto aos impactos na percepção dos clientes. Implica na inferência, portanto, de que os mesmos têm papel ativo sobre os sistemas de informação disponíveis acerca dos sistemas fotovoltaicos. Isso é, de que, no caso da prestação de serviços que não atendam às expectativas dos investidores, os mesmos podem propagar ideias contrárias à difusão do setor.

A percepção de E em nome da distribuidora foi de que os altos custos de investimento sejam desafiadores para o setor. Além disso, de que o município de São Paulo possua uma taxa de adesão à geração distribuída inferior aos demais municípios em função do fato de que “a maior parte dos clientes mora em apartamentos, que inviabilizam a instalação” além do fato de que “[e]m outras distribuidoras o cliente pode ter um sítio no interior e instalar a usina para abater os créditos no empreendimento de uma área central (Autoconsumo Remoto)”. Isso é, o entrevistado aponta para o fato de que a arquitetura urbana verticalizada da cidade de São Paulo pode ser desafiador para a difusão do setor no município. De fato, analisando os dados de concentração de projetos apresentados na Tabela 14, o município de São Paulo tem destaque negativo no setor, visto que sua concentração está abaixo da média observada para a MMP.

Ademais, no que diz respeito aos desafios associados à expansão da geração distribuída no sistema de distribuição de energia elétrica, o entrevistado E elencou algumas questões a serem consideradas em se tratando da perspectiva da distribuidora, sendo eles: “[c]ontrol de tensão; fluxo reverso de potência; segurança operacional; custos com adequação da rede para atender a demanda de geração (para casos de várias conexões no mesmo alimentador)”.

7.4 MANEIRAS DE SUPERAR DESAFIOS

Ainda que apontando para o fato de que não é competência da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente proposições nesse mercado, na visão do entrevistado D, “como alternativa as já existentes, poderia ser proposto uma redução no preço final do sistema FV, com uma correspondente redução para os fabricantes de equipamentos”. Essa alternativa corrobora com o entendimento do entrevistado F, que julga que “incentivos tributários e linhas de financiamento mais atrativas” pudessem ser a melhor maneira de contornar os desafios de setor; e do entrevistado C, que julga que

enquanto as associações ligadas à energia solar, instaladores e projetistas ficam brigando com as distribuidoras e ANEEL sobre parcelas de remuneração da tarifa, TUSD, TE e afins, os esforços deveriam ser dirigidos para diminuir o valor dos equipamentos e materiais envolvidos em uma instalação, com diminuição de impostos e talvez até subsídios para tornar a instalação mais acessível. Como disse, o investimento é alto para um longo tempo de retorno.

O entrevistado B2, tal qual apresentado pelo C, indica que “provavelmente os fornecedores, integradores e instaladores vão continuar em uma competição ferrenha por preços” e que as associações do setor deverão ter papel importante no suporte político do setor em prol do mercado fotovoltaico.

As questões de risco associadas à instabilidade regulatória foram apresentadas por ambos entrevistados B1 e B2, onde B1 julga que a “agência deveria deixar claro que irá respeitar o direito adquirido de quem investe em um sistema, e que mudanças de regras de compensação de créditos somente serão aplicadas a novos projetos”; e B2 aponta para a necessidade de uma “definição firme da regulação”.

O entrevistado B2 ainda aponta para a necessidade de maior qualificação das empresas instaladoras e para a “real validação da compensação pela energia injetada”, de onde se infere, portanto, que restam dúvidas hoje quanto à determinação das parcelas de compensação.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 IMPORTÂNCIA DA GD FOTOVOLTAICA NA MMP

Dada a atual conjuntura no que tange o consumo e oferta de recursos endógenos da MMP, que gera somente 16% da eletricidade que demanda e da importância que o consumo de eletricidade tem sobre a demanda total de eletricidade a nível nacional (22%), entende-se que a geração distribuída fotovoltaica pode representar uma maior participação da região na oferta de energia elétrica da rede interligada. De acordo com as premissas adotadas e apresentadas na dissertação, a expansão da oferta de geração distribuída fotovoltaica poderia culminar no aumento de 70,8% da oferta de energia elétrica na MMP considerando o ano base de 2017 para a análise. Ademais, dado que oriundo da projeção do aumento da capacidade instalada baseada em sistemas fotovoltaicos, observa-se que culminaria também em um aumento de 144,5% da oferta de energias renováveis, que representariam nesse cenário 70,14% de toda a geração de energia elétrica na MMP.

8.2 MAPEAMENTO DA DIFUSÃO E CONTRASTE COM INDICADORES

Por meio do mapeamento dos indicadores da difusão e expansão da capacidade instalada e número de instalações de geração distribuída fotovoltaica na Macrometrópole Paulista, foi possível observar contrastes marcantes entre as cidades que podem ser justificados, conforme discorrido na dissertação, pelas mais diferentes razões. Entre as possibilidades estudadas, os diferentes índices humanos (IDHM) dos municípios e a renda média per capita do décimo mais rico da população dessas localidades se mostram correlacionados com o número de projetos instalados nas mesmas. Tal fato aponta para a percepção de que os custos associados ao sistema ainda se encontram restritos à uma parcela da população ou, ainda, que a percepção de investimento daquelas localidades com maior IDHM tentem a incliná-las mais a realizar o investimento. Ademais, a ideia de que consumo de energia elétrica e IDHM são indicadores intimamente relacionados leva a possibilidade de que maiores consumos de energia tendem a levar a população a buscar saídas mais econômicas.

Conforme apresentado nos capítulos que antecederam o mapeamento dos indicadores; no entanto, são as configurações sociotécnicas dessas localidades aquelas esperadas pelos

autores para terem maior ou menor impacto na difusão de sistemas fotovoltaicos distribuídos; onde entende-se por configuração sociotécnica o estabelecimento de empresas e stakeholders associados ao setor, a percepção de todos os sujeitos envolvidos nesse processo de difusão e as normas que a regulam. O mapeamento das empresas cadastradas do setor demonstra que é também heterogêneo seu estabelecimento no território. O contraste desse estabelecimento com o número de unidades instaladas de geração distribuída fotovoltaica no território, por sua vez, demonstra que tais indicadores estão correlacionados.

8.3 ESTUDO DE CASO DE HOLAMBRA

O estudo de caso elaborado no município de Holambra – município com destaque no que diz respeito à concentração de unidades de geração distribuída fotovoltaica na MMP – demonstrou que a tomada de conhecimento acerca da possibilidade de realizar o investimento se deu de diferentes maneiras, com principal destaque para conversa com pessoas que já investiram no setor. No que diz respeito à etapa de persuasão, os entrevistados julgaram que as empresas do setor foram aquelas mais importantes na decisão de realizar o investimento, e que o método mais efetivo fora o diálogo com essas empresas (e não o marketing). Quanto à perspectiva do investidor, o estudo demonstrou que os investidores possuem a percepção de vantagem econômica e ambiental da realização do investimento. Ademais, quanto à observabilidade, o estudo demonstrou que o investidor de Holambra esteve menos preocupado em relação ao impacto visual dos painéis fotovoltaicos instalados e que os mesmos não tomaram conhecimento no setor por meio da visualização de painéis, não foram incentivados pela visualização de unidades instaladas e tampouco pela busca de planejamento e/ou reestruturação predial.

8.4 PERCEPÇÃO DOS STAKEHOLDERS

Por meio das entrevistas realizadas com diferentes *stakeholders* do setor, ficou explícito que é sensível o tema das mudanças regulatórias da tarifação da geração distribuída no Brasil. É importante destacar que a presente dissertação teve sua execução em um momento singular em que estão sendo debatidas as propostas de alteração. Era previsível, portanto, que as partes interessadas expressassem suas opiniões quanto ao assunto, sobretudo ao descrever as

perspectivas que têm para o setor. Dessa constatação, extrai-se a verificação de um dos desafios apresentados na Seção 4 da presente dissertação, de que os riscos associados ao setor podem frear seu avanço – razão pela qual sobretudo as empresas do setor demonstraram preocupação.

8.5 CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA AGENDA POLÍTICA

A presente dissertação teve o esforço de organizar diferentes parâmetros para a análise da geração distribuída no contexto da MMP. Conforme exposto, a região abriga uma importante responsabilidade que é a de buscar maior independência energética, haja vista que hoje 84% da eletricidade que demanda não é gerada em seu território. Assim sendo, considerando que 84% do território da MMP é urbano¹⁷, a geração distribuída fotovoltaica representa uma importante alternativa a ser considerada em se tratando de aumentar a oferta de eletricidade no território. Sobretudo em função de que se tratam de investimentos privados em locais antes inertes do ponto de vista energético. Assim sendo, conforme mencionado no decorrer dessa presente dissertação, a descentralização é um processo que implica, para vias de efetivação, no maior empoderamento local acerca das decisões associadas aquilo que se descentraliza – nesse caso, a geração distribuída. Caberia, então, por parte dos gestores de políticas públicas incentivar a geração distribuída fotovoltaica na MMP de forma a diminuir os custos associados à instalação e tornar o setor mais acessível do ponto de vista econômico para diferentes camadas sociais, tornando menos desigual o acesso ao investimento. Diante das possíveis alterações regulatórias que, conforme demonstrado na presente dissertação, geram dúvidas e incerteza aos *stakeholders* do setor, seria, portanto, importante contornar os riscos associados ao setor de forma a permitir que a geração distribuída se torne uma aliada à transição energética na MMP e, em função da sua importância em um cenário nacional, ao país como um todo.

8.6 PESQUISAS FUTURAS

Diante de um território tão extenso como a Macrometrópole Paulista, a presente pesquisa esbarrou na dificuldade em contatar os clientes investidores do setor de forma realizar um estudo inferencial quanto às características observadas para aqueles clientes investidores.

¹⁷ Elaborado por meio dos dados disponibilizados pelo IBGE em relação a densidade demográfica rural e urbana.

Em função da difusão da geração distribuída fotovoltaica ser esperada para ser sensível às diferentes geografias energéticas observadas no território, inferir que o comportamento observado em Holambra pode ser esperado ou que justifique o comportamento dessa difusão na MMP seria, portanto, um equívoco. Ainda assim, a presente pesquisa se justifica no sentido de ter averiguado a expansão do setor em um lugar em que a mesma se deu de forma mais acelerada. As conclusões advindas dessas constatações permitem formadores de políticas públicas e possíveis investidores do setor a implementar estratégias de atuação para outras localidades, partindo-se da compreensão desse estudo de caso.

Estudos futuros poderiam, nesse sentido, aperfeiçoar o estudo realizado em Holambra e tratar de buscar maneiras de realizar uma pesquisa inferencial das observações advindas de sua aplicação em toda a MMP. Isso é, que resulte em uma compreensão generalizável do fenômeno. Para tanto, o desafio será o de buscar ferramentas que possibilitem o contato com esses clientes. Ademais, em se tratando do fenômeno observado em Holambra, dado que o número de investidores é relativamente pequeno e que por meio do encaminhamento de e-mails a taxa de retorno não se mostrou alta, caberia realizar uma pesquisa em profundidade com grupos focais.

CONCLUSÃO

O esforço acadêmico em promover uma agenda de governança ambiental sustentável para a Macrometrópole Paulista é oriundo da sua atenção para as particularidades dos problemas advindos do modelo de desenvolvimento que foi adotado pela região e que vem sendo protagonizado por diferentes manchas urbanas em processo de desenvolvimento. Modelo esse que não supera as configurações desiguais da organização social no espaço e que não coopera para a criação de uma agenda de desenvolvimento mais atenta às relações ambientais intrínsecas nesse processo.

Repensar os limites do desenvolvimento e das diferentes relações inter e intramunicipais advindas de uma análise mais local implica em criar ou estabelecer uma agenda de governança ambiental que incorpore os diferentes atores que estão – direta ou indiretamente – associados ao desenvolvimento ou incorporados nas dinâmicas sociais da região. Nesse sentido, levando-se em consideração a dimensão de ganho ambiental relacionada à expansão da oferta de energia solar em um contexto em que se busca expandir a oferta de energia limpa, possibilitar que os clientes finais de energia elétrica gerem sua própria energia por meio do que se entende como geração distribuída se apresenta, sobretudo em função da sua adaptação ao meio urbano de não requerimento de grandes terrenos de terra (senão telhados ou espaço para estruturas de montagem), como uma alternativa a ser considerada pela Macrometrópole.

Ademais, o consumo de eletricidade da Macrometrópole Paulista é, senão a maior, uma das principais razões para que sejam repensados os limites da sua oferta de energia. Dado que integrados por uma robusta estrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil, é importante que sejam também questionados se os ônus associados a esse sistema são também integrados e compartilhados entre as partes que o integram. Haja vista a alta concentração de pessoas, o elevado índice de desenvolvimento e de urbanização, o seu desenvolvimento industrial e, sobretudo, seu consumo per capita, a Macrometrópole Paulista acaba escoando muitos recursos oriundos de sistemas compartilhados sendo o mais importante do ponto de vista da presente dissertação, conforme demonstrado, a eletricidade.

Diante dessa perspectiva temática é que se construiu a presente dissertação, que buscou em suma compreender como se deu e como se dá a difusão da geração distribuída no espaço da MMP – como dialoga com suas diferentes geografias. Tal esforço implicou em contextualizar previamente a importância que o setor possui hoje, suas tendências de crescimento e seus principais desafios.

Compreender como se dá essa difusão implica em acessar o arranjo entre espaço e as relações humanas ali desenvolvidas, sejam elas sociais, políticas ou econômicas. Isso é, os arranjos sociotécnicos ali compartilhados. E a importância em compreender esse processo de difusão se dá em função de compreender quais mecanismos são efetivos para a sua ampla penetração. Isso é, entender o porquê ainda que limitada por uma mesma estrutura regulatória a concentração de unidades consumidoras no município de Holambra é tão superior as demais locais na mesma região; ou por que a cidade de São Paulo não desempenha um papel de protagonismo nesse cenário.

A presente dissertação demonstrou que, conforme era esperado, existem correlações entre o Índice de Desenvolvimento Humano, a renda média do décimo mais rico das populações municipais e o número de empresas instaladas nesses municípios com o número de instalações de geração distribuída fotovoltaica locais em seu território. Essas relações configuram a dimensão geográfica da penetração da tecnologia, indicando a relevância das diferentes geografias de um território no que diz respeito à transição energética. No entanto, o esforço em acessar essas diferentes geografias não deve ser lido como um esforço em apresentar as limitações dessa penetração; senão, os desafios e as potencialidades oriundas da mesma. Do ponto de vista dos gestores políticos, compreender o protagonismo das empresas integradoras do setor na criação de empregos, no dinamismo do setor, na informação das pessoas e, sobretudo, conforme demonstrado pelo estudo em Holambra, no seu convencimento, resulta em estender seu esforço em plurificar esse mercado; ou em incentivar novos projetistas por meio da oferta de novos cursos de capacitação, por exemplo.

Conforme apresentado por alguns dos *stakeholders* do setor, ainda que a esfera regulatória seja aquela que cause a maior comoção por parte dos agentes integradores, das distribuidoras e dos projetistas do setor, a aceleração do mercado poderá ser feita por outros mecanismos de incentivo. E, nesse sentido, compreender a dimensão dos ganhos sociais e ambientais oriundos da expansão da oferta da geração distribuída fotovoltaica e, sobretudo, do seu peso no sistema de oferta e consumo interligado de energia (e, portanto, da sua responsabilidade), implica em buscar mecanismos locais de incentivo ao setor.

Isso é, conforme esperado, a descentralização do sistema elétrico remonta um cenário de descentralização política, onde estão projetados os diferentes atores que incentivam e limitam o setor e a transição energética como um todo. Para fins de viabilizar a efetivação da transição energética, reconhecer a importância desses novos atores é uma urgência, posto que os mesmos são entendidos nesse contexto como agentes ativos da sua efetivação.

Diante dessas perspectivas, dado o risco iminente que o setor passa no que tange os seus limites regulatórios (conforme apresentado na dissertação e confirmado pelos *stakeholders* do setor) e as respostas oriundas da pesquisa com os investidores em geração distribuída em Holambra, que demonstra que as pessoas que catalisaram o investimento na região, para além das condições econômicas, estão munidas do entendimento da relevância da tecnologia expressa em função da sua vantagem, compatibilidade, complexidade, experimentabilidade e observabilidade, a geração distribuída fotovoltaica se apresenta como um caminho possível em direção à transição energética e, no entanto, carece de maiores incentivos. Entre as buscas necessárias está a de se fazer mais distribuída do ponto de vista da acessibilidade econômica a esse recurso tecnológico e também mais distribuída do ponto de vista espacial, isso é, no território

REFERÊNCIAS

ALANNE, K; SAARI, A. Distributed energy generation and sustainable development. **Renewable and sustainable reviews**, v.10, p. 539-558, 2006.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidroeletricidade. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.139-153, 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012.

_____. **Nota Técnica nº 0056**, de 24 de maio de 2017.

_____. **Webinar sobre a Audiência Pública 001/2019**. 2019a (1h03m04s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2VkMLBEhn1I&feature=youtu.be&fbclid=IwAR2eT_vpL0cxb3K8BRjk_6JY4klgHypHkI6W8cDnlQWUTvbFHjX5rsZxm2Q> último acesso: nov. 2019. Acesso em: 10 out. 2019.

_____. **Unidades Consumidoras com Geração Distribuída**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp>> Acesso em: 10 out. 2019.

_____. **Entenda melhor o que a ANEEL está propondo para o futuro da GD**. 2019c Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/entenda-melhor-o-que-a-aneel-esta-propondo-para-o-futuro-da-gd/656877?inheritRedirect=false&redirect=https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%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%3D3> Acesso em: 10 out. 2019.

_____. **Sistemas de Informação Geográfica do Setor Elétrico**, 2019d. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>> Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Balço Energético Nacional 2019** – Ano Base 2018, 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades: Holambra**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/holambra/historico>> Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), **Energia Solar Fotovoltaica**, 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/sustentabilidade/energia-renovavel>>. Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Relatório Pró-GD final**, 2019. Disponível em:

<<http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/Relat%C3%B3rio+ProGD+VFINAL+%28SEI%29.pdf/5082ebd8-2391-40d6-965a-57108cbfdde2>> Acesso em: 10 out. 2019.

_____. **Acordo de Paris**, 2019b. Disponível em:

<<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>> Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). **O Sistema Interligado Nacional**, 2019. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>> Acesso em: 10 out. 2019.

BRIDGE, G.; BOUZAROVSKI, S.; BRADSHAW, M.; EYRE, M. Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy. **Energy Policy**, v.53, p.331-340, 2013.

CASTRO, N.; DANTAS, G.; TOMMASO, F.; CÂMARA, L. Impactos da Geração Distribuída na Rede de Distribuição de Energia Elétrica. **Agência Canal Energia**, 2018. Disponível em:

<http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/53_castro195.pdf> Acesso em: 10 out. 2019.

COENEN, L.; BENNEWORTH, P.; TRUFFER, B. Toward a spatial perspective on sustainability transitions. **Research Policy**, v.41, p.968-979, 2012.

COLLAÇO; F. M. de A.; SOARES, R. S.; PAVANELLI, J. M. M.; LÁZARO, L. L. B.; BEREJUL, G. M.; LAMPIS, A.; BERMANN, C. Sistema energético da Macrometrópole Paulista e o papel dos governos locais face às mudanças climáticas. **Ambiente e Sociedade**, 2020 no prelo.

COOPER, D.; SCHINDLER, P. **Métodos de pesquisa em administração**, 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CUNHA, L. M. A. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

CURTIUS, H. The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators. **Renewable Energy**, v.126, p.783-790, 2018.

DINÇER, F. The analysis on photovoltaic electricity generation status, potential and policies of the leading countries in solar energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 1, p. 713–720, 2011.

EID, C; GUILLEN, J. R.; MARIN, P. F.; HAKVOORT, R. The economic effect of electricity net-metering with solar PV: Consequences for network cost recovery, cross subsidies and policy objectives. **Energy Policy**, 758, pp. 244-254, 2014.

ENERDATA. **Global power consumption**, 2019. Disponível em: <<https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>> Acesso em: 10 out. 2019.

ENGIE, **Incentivos governamentais à energia solar**, 2019. Disponível em: <<https://blog-solar.engie.com.br/incentivos-governamentais-energia-solar/>> Acesso em: 10 out. 2019.

FARIA JR. H., TRIGOSO, F. B. M. E.; CAVALCANTI, J. A. M. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 75, pp. 469-475, 2017.

GENG; Y.; FUJITA, T.; BLEISCHWITZ, R.; CHIU, A.; SARKIS, J. Accelerating the transition to equitable, sustainable, and livable cities: Toward post-fossil carbon societies. **Journal of Cleaner Production**, v.239; 2019.

HUANG, P.; BROTO, V. C. Interdependence between Urban Processes and Energy Transitions: The Dimensions of Urban Energy Transitions (DUET) Framework. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v.28, p.35-45, 2018.

IEA, **World Energy Outlook 2010**. 2010

IRENA. **Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019**. Disponível em: <https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_RE_Jobs_2019-report.pdf> Acesso em: 10 out. 2019.

KARAKAYA, E.; SRIWANNAWIT, P. Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.49, p.480-485, 2015.

KARYTSAS, S.; THEODOROPOULOU, H. Socioeconomic and demographic factors that influence publics’ awareness on the different forms of renewable energy sources. **Renewable Energy**, v.71, p.480-485, 2014.

KONZEN, G. **Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil: uma simulação via modelo de Bass**. Dissertação de Mestrado—São Paulo, SP: Programa de Pós-Graduação em Energia, USP, 2014.

KONZEN, G.; ANDRADE, G. O efeito de uma tarifa binômica no retorno financeiro da microgeração fotovoltaica. In: **VI Congresso Brasileiro de Energia Solar**. Belo Horizonte, 2016

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v.22, n.140, p.1-55, 1932.

LAMPIS, A; BENITES-LAZARO, L; COLLAÇO, F. M. A.; PAVANELLI, J M.; SOARES, R. S.; BERMANN, C. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 na Macrometrópole Paulista. In: ODS e a Macrometrópole, no prelo.

LUNA, M. A. R; CUNHA, F. B. C; MOUSINHO, M. C. A. M; TORRES, E. A. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. In: **Applied Energy Symposium and Forum, Renewable Energy Integration with Mini/Microgrids**, 2019.

LUCIAN, R. Repensando o uso da escala Likert: tradição ou escolha técnica? **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v.9, n.1, p. 12-28, 2016.

LUCIAN, R.; DORNELAS, J. Mensuração de atitude: Proposição de um protocolo de elaboração de escalas. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, n. 2, p. 157-177, 2015.

LUCIANI, G. Politics and Economics of International Energy. 2017. Notas de aula.

LUTHI, S.; WUSTENHAGEN, R. The price of policy risk — Empirical insights from choice experiments with European photovoltaic project developers. **Energy Economics**, v.34, n. 4, p.1001-1011, 2012.

MALLETT, A. Social acceptance of renewable energy innovations: The role of technology cooperation in urban Mexico. **Energy Policy**, v.35, n.5, p.2790-2798, 2007.

MANÇO, J. R. X. A geração distribuída e as tarifas do setor elétrico brasileiro: **Estudo sobre os efeitos nas distribuidoras de energia do estado de São Paulo**. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Especializa%C3%A7%C3%A3o+JOS%C3%89+ROBERTO+XAVIER+MAN%C3%87O+2017.pdf/1d5891b3-c02f-0cde-9664-08415bafb54e>> Acesso em: 10 out. 2019.

McLELLAN, B. C.; CHAPMAN, A. J.; AOKI, K. Geography, urbanization and lock-in – considerations for sustainable transitions to decentralized energy systems. **Journal of Cleaner Production**, v.128, p.77-96, 2016.

MEHIGAN, L.; DEANE, J. P.; GALLACHÓIR, B.P.Ó.; BERTSCH, V. A review of the role of distributed generation (DG) in future electricity systems. **Energy**, v.163, p.822-836, 2018.

MEYER, R.; GALVÃO, R.; LONGO, M. São Paulo e suas escalas de urbanização: cidade, metrópole e macrometrópole. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, n.12, p. 7-32, 2015.

NEGREIROS, R.; SANTOS, S.; MIRANDA, Z. Nova escala de planejamento, investimento e governança: na macrometrópole paulista. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, n.12, p. 121-136, 2015.

PANWAR, N. L.; KAUSHIK, S. C.; KOTHARI, S. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n.3, p. 1513–1524, 2011

PALM, D. Local factors driving the diffusion of solar photovoltaics in Sweden: A case study of five municipalities in an early market. **Energy Research & Social Science**, v.14, p.1-12, 2016.

PEPERMANS, G.; DRIESES, J.; HAESLONCKX, D.; BELMANS, R.; D'HAESELEER, W. Distributed generation: definition, benefits and issues. **Energy Policy**, 33, pp. 787-798, 2005.

PICCIRIARIELLO, A.; VERGARA, C.; RESENES, J.; FRÍAS, P.; SODER, L. Electricity distribution tariffs and distributed generation: Quantifying cross-subsidies from consumers to prosumers. **Utilities Policy**, v.37, p.23-33, 2015.

PLATAFORMA AGENDA 2030. Disponível em: < <http://www.agenda2030.com.br/ods/7/>> Acesso em 12 mar. 2020.

POPULATION REFERENCE BUREAU (PRB), **Population Reference Bureau's Annual Report 2018**. 2019. Disponível em: < <https://interactives.prb.org/annual-report-2018/index.html>> Acesso em: 10 out. 2019.

RAI, V.; REEVES, D. C.; MARGOLIS, R. Overcoming barriers and uncertainties in the adoption of residential solar PV. **Renewable Energy**, v.89, p. 498-505, 2015.

ROCHA, H. M. **Fatores críticos de sucesso no processo de desenvolvimento de produtos**. 2009. 277f. Tese (Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.

ROGERS, E. **Diffusion of Innovations**. 5e. Free Press: New York. 1962.

ROSA, M. **Conheça as 10 linhas de financiamento para energia solar no Brasil**, Ciclo Vivo, 2017. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/conheca-10-linhas-de-financiamento-para-energia-solar-no-brasil/>> Acesso em: 10 out. 2019.

RUTHERFORD, J.; OLIVIER, C. Urban Energy Transitions: Places, Processes and Politics of Socio-technical Change. **Urban Studies**, v.51, n.7, 2014.

SAIKKU, L.; TAINU, P.; HILDÉN, M.; ANTIKAINEN, R.; LESKINEN, P.; KOSKELA, L. Diffusion of solar electricity in the network of private actors as a strategic experiment to mitigate climate change. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p.2730-2740, 2017.

SÃO PAULO. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA). **Macrometrópole Paulista**. Disponível em: < <https://emplasa.sp.gov.br/MMP> > Acesso em: 10 out. 2019.

_____. **Plano de Ação da Macrometrópole**, 2014.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2008: Ano base 2007**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2008.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2009: Ano base 2008**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2009.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2010: Ano base 2009**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2010.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2011: Ano base 2010**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2011.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2012: Ano base 2011**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2012.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013: Ano base 2012**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2013.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2014: Ano base 2013**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2014.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2015: Ano base 2014**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2015.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2016: Ano base 2015**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2016.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2017: Ano base 2016**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2017.

_____. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2018: Ano base 2017**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo, 2018.

_____. **Incentivo ao Setor**, 2019. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/infraestrutura/coordenadorias/coordenadoria-de-energias-eletrica-e-renovaveis/incentivo-ao-setor/>> Acesso em: 10 out. 2019.

SARANDINO, E.; GENOUDI, P. Which factors affect the willingness of consumers to adopt renewable energies? **Renewable Energy**, v.57, p. 1-4, 2013.

SCOPUS. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>>. Acesso em: 10 out. 2019.

SCHAFFER, A.; BRUN, S. Beyond the sun—Socioeconomic drivers of the adoption of small-scale photovoltaic installations in Germany. **Energy Research & Social Science**, v.10, p. 220-227, 2015.

SCHELLY, C. Residential solar electricity adoption: What motivates, and what matters? A case study of early adopters. **Energy Research and Social Science**, v.2, p. 183-191, 2014.

SIDNEY, S. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. **The Journal of Nervous and Mental Disease**, v. 125, n. 3, p. 497, 1957.

da SILVA, P.; DANTAS, G.; PEREIRA, G.; CÂMARA, L.; CASTRO, N. Photovoltaic distributed generation – An international review on diffusion, support policies, and electricity sector regulatory adaptation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.103, p.30-39, 2019.

SILVA, M. G.; GUIMARÃES, L. S. Uso do índice de Desenvolvimento Humano como instrumento de projeção de demanda de energia elétrica. **Economia e Energia**, n.86, 2012.

SINGH, A. K.; PARIDA, S. K. Need of Distributed Generation for Sustainable Development in Coming Future. In: **IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems**, India: 2012.

SOARES, R. S., BERMANN. A difusão da geração de energia fotovoltaica na Macrometrópole Paulista. In: IX Encontro Nacional da ANPPAS, Brasília, 2019. **Anais IX Encontro Nacional da ANPPAS**, Brasília, no prelo.

SOMMERFELD, J.; BUYS, L.; VINE, D. Residential consumers' experiences in the adoption and use of solar PV. **Energy Policy**, v.105, p. 10-16, 2017.

TRUFFER, B.; COENEN, L. Environmental Innovation and Sustainability Transitions in Regional Studies. **Regional Studies**, v.46; p.1-21, 2012.

VASSEUR, V.; KEMP, T. The adoption of PV in the Netherlands: A statistical analysis of adoption factors. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.41, p. 483-494, 2015.

VAZQUEZ, M.; HALLACK, M. The role of regulatory learning in energy transition: The case of solar PV in Brazil. **Energy Policy**, v.114, p.465-481, 2018.

VIEIRA, M. K; DALMORO, M. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? In: XXXII ENCONTRO ENANPAD, 2008, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos do XXXII ENCONTRO ENANPAD**, Rio de Janeiro: 2008.

WASHBURN; PABLO-ROMERO. Measures to promote renewable energies for electricity generation in Latin American countries. **Energy Policy**, v.128, p.212-222, 2019.

WORLD BANK. **Decentralization**. Disponível em:
<<https://www.worldbank.org/en/topic/communitydrivendevelopment/brief/Decentralization>>
Acesso em: 10 out. 2019.

WÜSTENHAGEN; WOLSINK; BÜRER. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. **Energy Policy**, v. 35, n.5, p.2683-2691, 2007.

ZANELLO, G.; FU, X.; MOHNEN, P.; VENTRESCA, M. The creation and diffusion of innovation in developing countries: a systematic literature review. **Journal of Economic Surveys**, v. 30, n. 5, p. 884-912, 2016.

ZHAI, P.; WILLIAMS, E. Analyzing consumer acceptance of photovoltaics (PV) using fuzzy logic model. **Renewable Energy**, v.41, p. 350-357, 2012.

APÊNDICE A – CRIAÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO PARA ESTIMATIVA DA OFERTA DE ENERGIA NA MMP

Foi empregado para a estimativa um fator de conversão MWh/MW verificado no Brasil para as diferentes fontes de energia para estimar a oferta de energia na MMP.

CAPACIDADE INSTALADA PARA OFERTA DE ENERGIA (CENTRALIZADA) NO BRASIL – ANO BASE 2017

HIDRELETRICA	100275	MW
TERMICA	41628	MW
NUCLEAR	1990	MW
EOLICA	12283	MW
SOLAR	935	MW

Fonte: Adaptado pela autora (2019) com base nos dados da Tabela 8.4 do Balanço Energético Nacional 2018 (Ano base 2017) (EPE, 2018).

ENERGIA GERADA POR PARA OFERTA INTERNA POR FONTE NO BRASIL – ANO BASE 2017

FONTE	Participação na Oferta	Energia gerada (TWh)
HIDRELETRICA	65,20%	407,0436
TERMICA	25,30%	157,9479
NUCLEAR	2,50%	15,6075
EOLICA	6,80%	42,4524
SOLAR	1,30%	8,1159

Fonte: Adaptado pela autora (2019) com base nos dados do Gráfico 1.1 e Gráfico 1.13.d do Balanço Energético Nacional 2018 (Ano base 2017) (EPE, 2018).

FATOR DE CONVERSÃO MWh/MW NA OFERTA DE ENERGIA NO BRASIL – ANO BASE DE 2017

FONTE	MWh/MW
HIDRELETRICA	4059,273

TERMICA	3794,271
NUCLEAR	7842,965
EOLICA	3456,191
SOLAR	8680,107

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

APENDICE B – QUESTIONÁRIO

Questionário: As percepções dos investidores em Sistemas Fotovoltaicos – O caso de Holambra

O objetivo do presente estudo é analisar a percepção de quem investiu em energia solar desde a publicação da Resolução Normativa 482, ou seja, depois de dezembro de 2012. Como Holambra é o município com maior concentração de projetos fotovoltaicos do estado de São Paulo, pedimos que a senhora ou senhor, residente do município e/ou investidor(a), colabore conosco para nos auxiliar a compreender as razões que levaram você a se interessar pelo assunto e a investir em gerar sua própria energia. Para tanto, pedimos que a senhora ou senhor responda as questões abaixo com o máximo de atenção e seriedade. O tempo para responder o questionário todo é de aproximadamente 5 minutos. Vale salientar que os dados servirão para compor um arcabouço teórico-metodológico que visa a aumentar a participação da geração fotovoltaica na rede elétrica brasileira. Entender as motivações do investidor (vocês!) é de fundamental importância para compreender os caminhos da energia solar no Brasil. Por isso, a importância dessa pesquisa e da sua resposta. Agradecemos sua colaboração. A pesquisa faz parte do Projeto FAPESP 15/03804-9: Governança ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática. Ao responder cada seção, você clica em "próxima" para seguir respondendo o questionário. Tratam-se de 6 seções e o tempo estimado total é de 5 minutos. No final do questionário, caso tenha interesse, você terá mais informações sobre a pesquisa.

Informações acerca do investidor e da usina

As perguntas abaixo dizem respeito às informações sócio-técnicas da geração. Isso é, queremos saber mais sobre o local em que ela foi instalada, quem realizou o investimento e a relação do(a) investidor(a) com esse imóvel.

Qual sua escolaridade? * Marcar apenas uma.

- Sem alfabetização ou até a 3ª série fundamental
- Fundamental completo
- Ensino médio completo
- Ensino superior completo

Qual sua faixa etária? Marcar apenas uma.

- de 18 a 25 anos
- de 26 a 35 anos

- de 36 a 45 anos
- de 46 a 59 anos
- acima de 60 anos

Você é proprietário do imóvel em que instalou os painéis solares? Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

Em que localidade da cidade se encontra o imóvel em que instalou os painéis solares? Marcar apenas uma.

- No centro da cidade
- No centro expandido da cidade
- Na região rural (fazenda, sítio, chácara..)
- Na periferia da cidade

O imóvel em que instalou os painéis se encontra em um condomínio fechado? Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

Qual a classe de consumo do imóvel em que foram instalados os painéis?

- Rural
- Residencial
- Comercial

Etapa de Conhecimento.

Pense em quando você ainda não sabia que poderia gerar sua própria energia: como você tomou conhecimento dessa possibilidade? Marcar apenas uma

- Por meio da visualização de painéis instalados na vizinhança/bairro/cidade
- Por meio de conversas com pessoas que já haviam investido
- Por meio de informações online (na internet)
- Por meio de informações na TV ou no Rádio
- Por meio de informações disponibilizadas pela distribuidora local de energia elétrica
- Por meio de ações de marketing (propaganda) de empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem)

Outro: _____

Uma vez tendo conhecimento dessa possibilidade, quais eventos levaram ao seu interesse no investimento?

Dos fatores apresentados abaixo avalie o grau de influência (de 1 a 5) que os eventos tiveram no seu interesse em investir no seu sistema de geração fotovoltaica. Marque (1) Nenhuma influência; (2) Pouca influência; (3) Moderada influência; (4) Muita influência; (5) Extrema influência.

Preço da tarifa de energia elétrica

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Planejamento/Reestruturação de projeto predial

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Ver Instalações na vizinhança ou conversar com vizinho(a)s que investiram

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Conversa com familiares/amigos/colegas de trabalho que investiram

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Conversa com uma empresa do ramo

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Marketing (propaganda TV/Radio/...)

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Marketing (propaganda) direto por empresas do ramo

	1	2	3	4	5	
Nenhuma influência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extrema influência

Se houve algum evento importante na sua tomada de conhecimento e que não foi mencionado, você poderia citá-lo abaixo? (senão, deixar em branco)

Acerca das fontes de informação importantes na sua decisão final

Pense em quando você se convenceu que iria fazer o investimento. Marque se o canal de informação foi (1) Nada importante ; (2) Pouco importante; (3) Moderadamente importante; (4) Muito importante; e (5) Extremamente importante no seu convencimento.

Contato com outros investidores

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

Contato com a distribuidora local

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

Contato com empresas do setor (que vendem painéis solares e/ou fazem a montagem)

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

Informações online (internet)

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

Informações TV/Rádio

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

Perguntas sobre a percepção do(a) investidor(a). Analise as afirmações abaixo.

Marque se você (1) Discorda totalmente, (2) Discorda parcialmente, (3) é Neutro, (4) Concorda parcialmente ou (5) Concorda totalmente com elas.

Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Investir em energia solar é economicamente vantajoso.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Agradecemos muito seu apoio. Suas respostas são fundamentais para nossa pesquisa.

Caso você tenha tido qualquer problema de ordem prática no preenchimento desse questionário, por favor, entre em contato conosco por meio do email da responsável pela condução do questionário

raianaschirmer@usp.br.

Este questionário faz parte do Projeto FAPESP 15/03804-9: Governança ambiental da macrometrópole paulista face à variabilidade climática. A pesquisa envolve 4 grupos, e o questionário se enquadra no escopo de trabalho do G4: Governança Energética na Macrometrópole Paulista. Os resultados serão primeiramente publicado em um trabalho de dissertação e depois em veículos de informação populares. Caso tenham interesse, o trabalho uma vez publicado pode ser solicitado

Responsável pela condução do questionário: Raiana Soares, Engenheira em Energia e Mestranda do Instituto de Energia e Ambiente da USP. Email: raianaschirmer@usp.br ou raianaschirmer@gmail.com
Skype: raianaschirmer Telefone: (51)99778-1869 Orientação: Prof. Dr. Célio Bermann

Você pode saber um pouco mais da pesquisa nos canais:

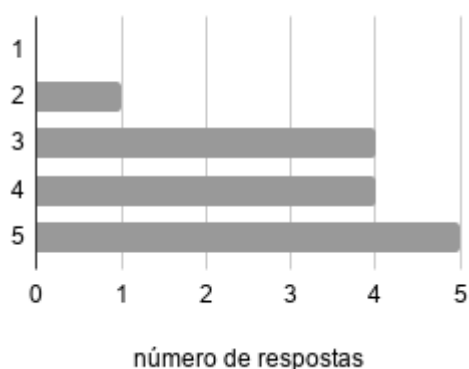
<http://govamb.iee.usp.br/> <https://www.facebook.com/macroambfapesp/>
<https://www.youtube.com/channel/UCXV-E1w76AjukSgWQ7FGkYA>

Universidade de São Paulo Instituto de Energia e Ambiente www.iee.usp.br

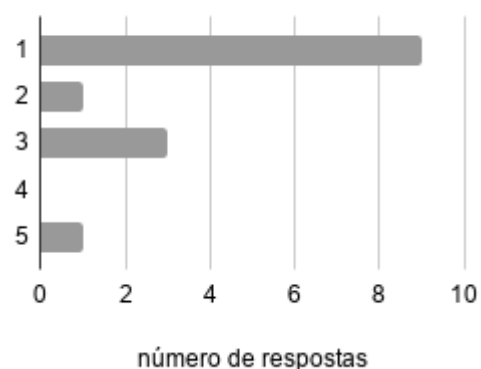
APÊNDICE C – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS OBTIDAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NO ESTUDO DE CASO DE HOLAMBRA

Uma vez tendo conhecimento dessa possibilidade, quais eventos levaram ao seu interesse no investimento?

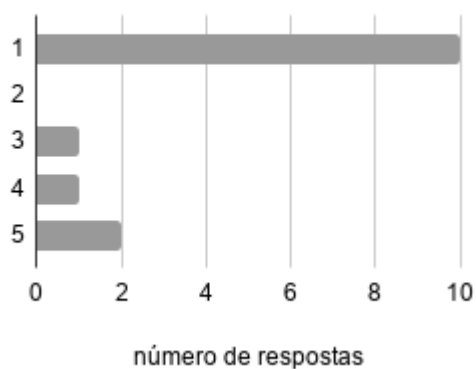
Preço da Tarifa



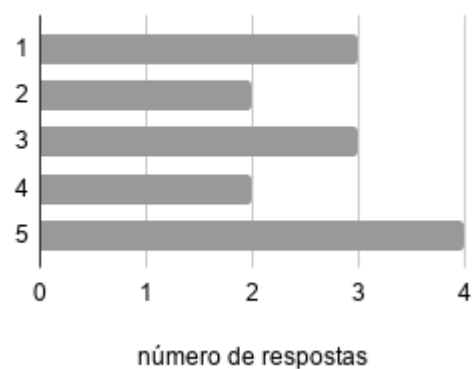
Planejamento/Reestruturação de projeto predial



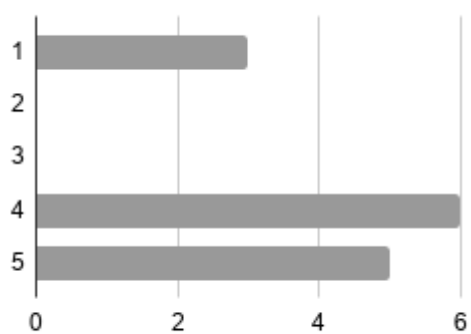
Ver Instalações na vizinhança ou conversar com vizinho(a)s que investiram



Conversa com familiares/amigos/colegas de trabalho que investiram

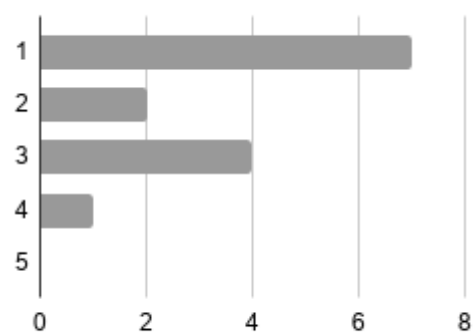


Conversa com uma empresa do ramo



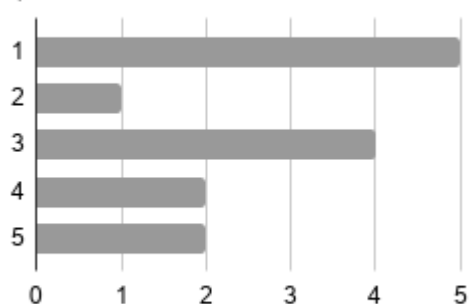
número de respostas

Marketing (propaganda TV/Radio/...)



número de respostas

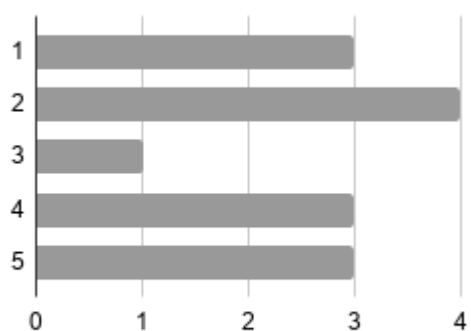
Marketing (propaganda) direto por empresas do ramo



número de respostas

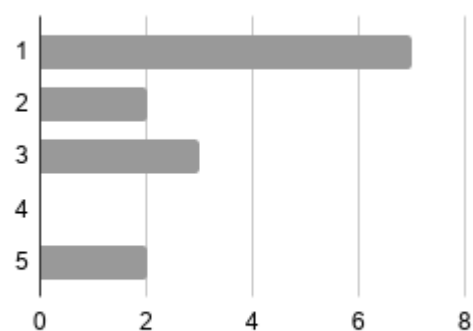
Acerca das fontes de informação importantes na sua decisão final

Contato com outros investidores



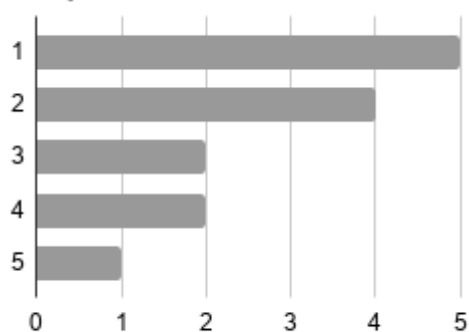
número de respostas

Contato com a distribuidora local



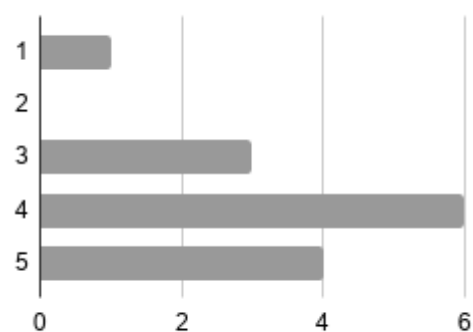
número de respostas

Informações online



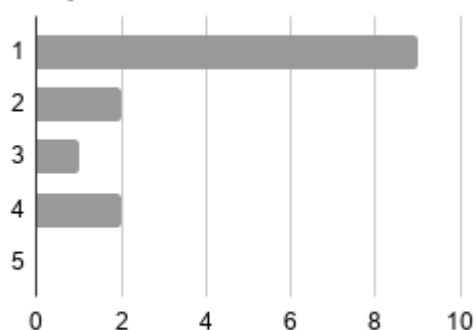
número de respostas

Contato com empresas do setor



número de respostas

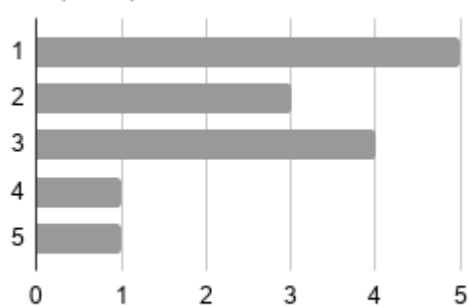
Informações TV/Rádio *



número de respostas

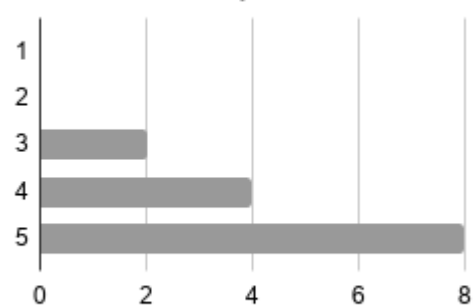
Percepção do Investidor

Investir em energia solar dá prestígio social para aquele que investiu.



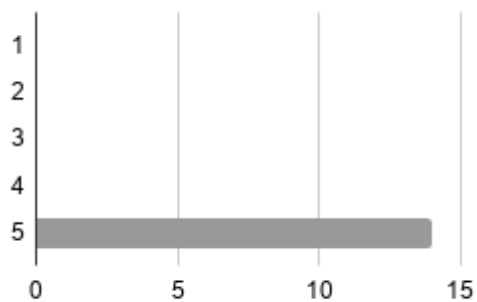
número de respostas

Investir em energia solar é economicamente vantajoso.



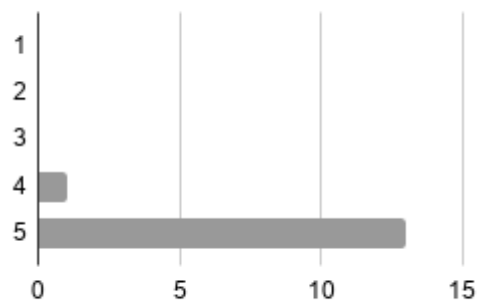
número de respostas

Investir em energia solar é importante para o meio ambiente.



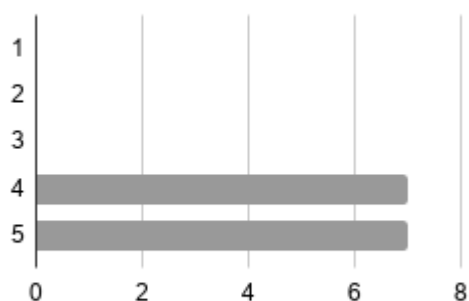
número de respostas

Investir em energia solar é compatível com meus valores/crenças/ princípios/ideias.



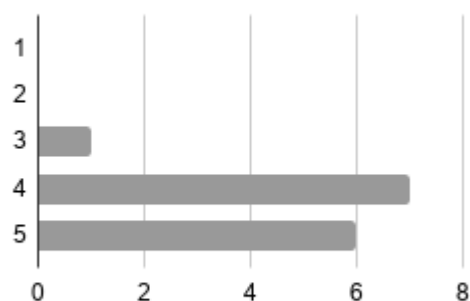
número de respostas

É fácil/prático o processo de instalação de painéis solares.



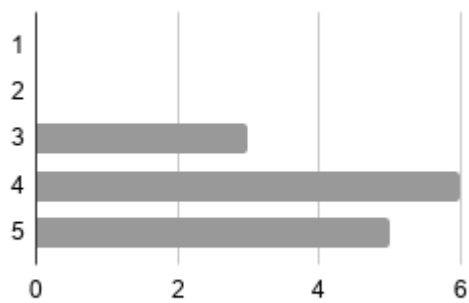
número de respostas

É fácil/prático manter ativo um sistema fotovoltaico



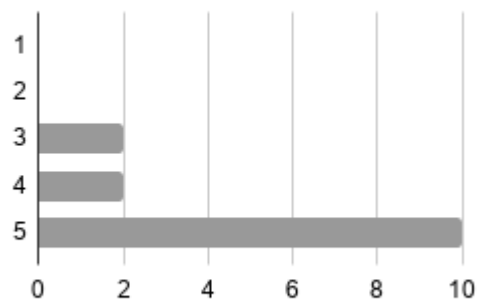
número de respostas

Se necessário, o sistema fotovoltaico pode ser modificado/aprimorado/ ampliado



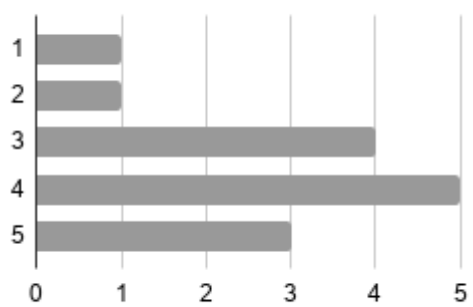
número de respostas

Passei a incentivar as pessoas a investir em energia solar



número de respostas

Os painéis instalados causam um impacto visual positivo na propriedade.



número de respostas

APÊNDICE C – PERGUNTAS PARA OS STAKEHOLDERS

PERGUNTAS PARA O PESQUISADOR

1. Qual sua expectativa para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos? Esse comportamento pode também ser esperado para o estado de São Paulo?
2. Quais fatores hoje limitam a adoção da geração distribuída fotovoltaica?
3. Quais seriam as alternativas para superar essas limitações?
4. Como a universidade pode auxiliar na expansão do setor?

PERGUNTAS PARA AS EMPRESAS DE PROJETOS E INSTALAÇÃO

Estimativa de projetos realizados pela empresa:_____.

1. Quais fatores hoje limitam a expansão da geração distribuída fotovoltaica?
2. Quais seriam as alternativas para superar essas limitações?
3. Qual a expectativa da empresa para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos?
4. Qual o perfil dos clientes da empresa?
5. Como a atuação das empresas do setor pode ter auxiliado na expansão da geração distribuída?

CONSULTOR DO SETOR

1. Na sua percepção, quais fatores hoje limitam a adoção da geração distribuída fotovoltaica?
2. Quais seriam as alternativas para supera essas limitações?
3. Qual sua expectativa para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos? Esse comportamento pode também ser esperado para o estado de São Paulo?
4. Qual o perfil do cliente que busca seu serviço de consultoria?

PERGUNTAS PARA A SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

1. Qual a expectativa da secretaria para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos no estado de São Paulo?
2. Quais fatores hoje limitam a adoção da geração distribuída fotovoltaica em São Paulo?
3. A secretaria prevê alguma alternativa para superar essas limitações?

PERGUNTAS PARA A DISTRIBUIDORA

1. Quais fatores hoje limitam a adoção da geração distribuída fotovoltaica?
2. Quais desafios para o setor de distribuição de energia oriundos da expansão da geração distribuída?
3. Qual a expectativa da distribuidora para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos? Vocês realizam projeções da expansão?
4. Da perspectiva da distribuidora, qual o perfil do cliente que investe em geração distribuída hoje?

PERGUNTAS PARA EMPRESA DE DIFUSÃO DE INFORMAÇÃO DO SETOR

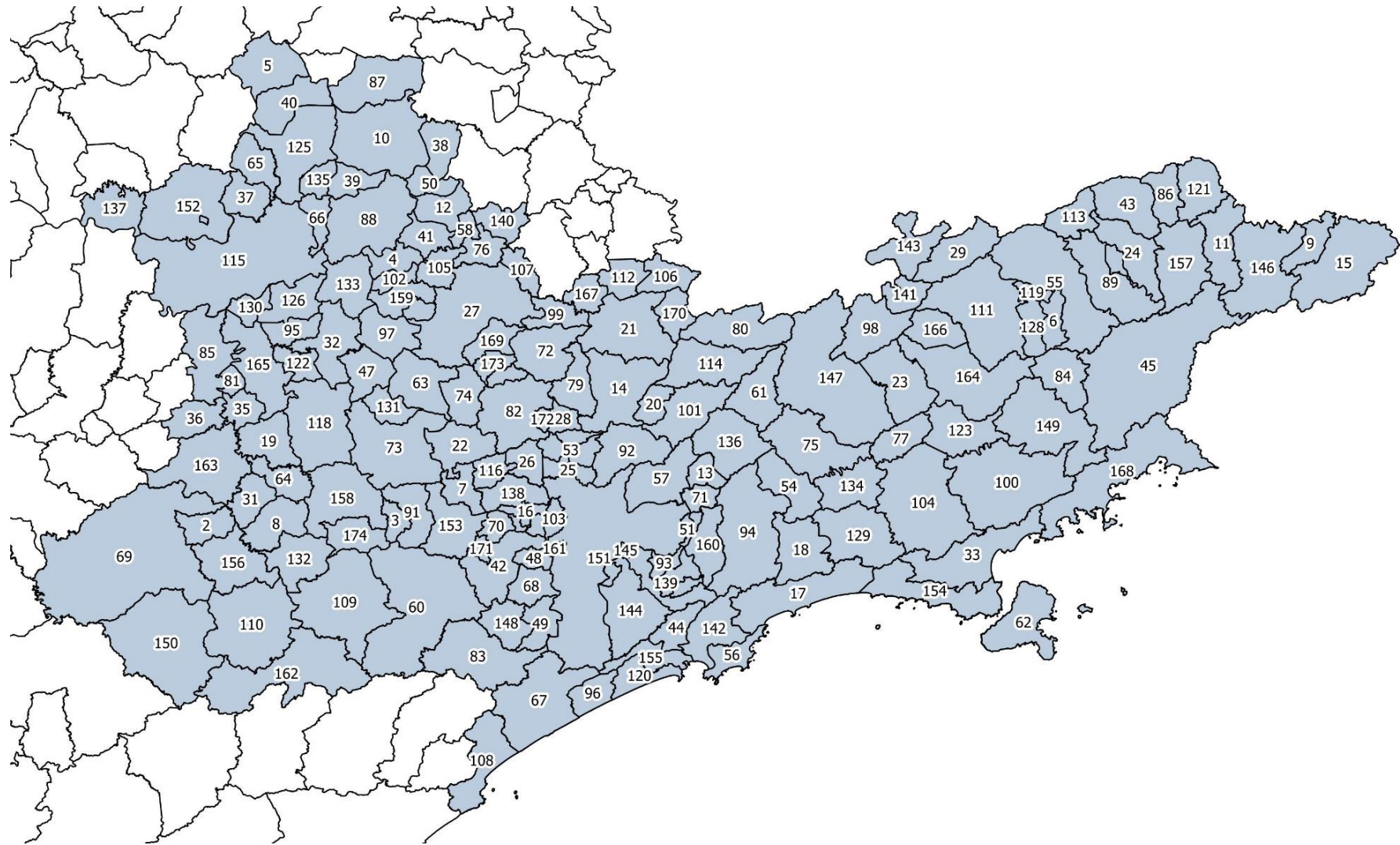
1. Qual a expectativa da empresa para a expansão da geração distribuída fotovoltaica nos próximos anos?
2. Quais fatores hoje limitam a expansão da geração distribuída fotovoltaica?
2. Quais seriam as alternativas para superar essas limitações?
4. Qual o perfil das empresas integradoras do setor?
5. Como a atuação da empresa pode ter auxiliado na expansão da geração distribuída?

ANEXO 1 – VALORES CRÍTICOS PARA O TESTE DE SINAIS

n	α (bicaudal)			
	0,01	0,02	0,05	0,10
5	-	-	-	0
6	-	-	0	0
7	-	0	0	0
8	0	0	0	1
9	0	0	1	1
10	0	0	1	1
11	0	1	1	2
12	1	1	2	2
13	1	1	2	3
14	1	2	2	3
15	2	2	3	3
16	2	2	3	4
17	2	3	4	4
18	3	3	4	5
19	3	4	4	5
20	3	4	5	5
21	4	4	5	6
22	4	5	5	6
23	4	5	6	7
24	5	5	6	7
25	5	6	7	7

Fonte: ROCHA (2009).

ANEXO 2 – MAPEAMENTO DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A MMP



ÁGUAS DE SÃO PEDRO	1	CANAS	30	HORTOLÂNDIA	59	LIMEIRA	88	POÁ	117	SÃO JOSÉ DO BARREIRO	146
ALAMBARI	2	CAPELA DO ALTO	31	IBIÚNA	60	LORENA	89	PORTO FELIZ	118	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	147
ALUMÍNIO	3	CAPIVARI	32	IGARATÁ	61	LOUVEIRA	90	POTIM	119	SÃO LOURENÇO DA SERRA	148
AMERICANA	4	CARAGUATATUBA	33	ILHABELA	62	MAIRINQUE	91	PRAIA GRANDE	120	SÃO LUÍS DO PARAITINGA	149
ANALÂNDIA	5	CARAPICUÍBA	34	INDAIATUBA	63	MAIRIPORÃ	92	QUELUZ	121	SÃO MIGUEL ARCANJO	150
APARECIDA	6	CERQUILHO	35	IPERÓ	64	MAUÁ	93	RAFARD	122	SÃO PAULO	151
ARAÇARIGUAMA	7	CESÁRIO LANGE	36	IPEÚNA	65	MOGI DAS CRUZES	94	REDENÇÃO DA SERRA	123	SÃO PEDRO	152
ARAÇOIABA DA SERRA	8	CHARQUEADA	37	IRACEMÁPOLIS	66	MOMBUCA	95	RIBEIRÃO PIRES	124	SÃO ROQUE	153
ARAPEÍ	9	CONCHAL	38	ITANHAÉM	67	MONGAGUÁ	96	RIO CLARO	125	SÃO SEBASTIÃO	154
ARARAS	10	CORDEIRÓPOLIS	39	ITAPECERICA DA SERRA	68	MONTE MOR	97	RIO DAS PEDRAS	126	SÃO VICENTE	155
AREIAS	11	CORUMBATÁ	40	ITAPETININGA	69	MONTEIRO LOBATO	98	RIO GRANDE DA SERRA	127	SARAPUÍ	156
ARTUR NOGUEIRA	12	COSMÓPOLIS	41	ITAPEVI	70	MORUNGABA	99	ROSEIRA	128	SILVEIRAS	157
ARUJÁ	13	COTIA	42	ITAQUAQUECETUBA	71	NATIVIDADE DA SERRA	100	SALESÓPOLIS	129	SOROCABA	158
ATIBAIA	14	CRUZEIRO	43	ITATIBA	72	NAZARÉ PAULISTA	101	SALTINHO	130	SUMARÉ	159
BANANAL	15	CUBATÃO	44	ITU	73	NOVA ODESSA	102	SALTO	131	SUZANO	160
BARUERI	16	CUNHA	45	ITUPEVA	74	OSASCO	103	SALTO DE PIRAPORA	132	TABOÃO DA SERRA	161
BERTIOGA	17	DIADEMA	46	JACAREÍ	75	PARAIBUNA	104	SANTA BÁRBARA D'OESTE	133	TAPIRÁ	162
BIRITIBA-MIRIM	18	ELIAS FAUSTO	47	JAGUARIÚNA	76	PAULÍNIA	105	SANTA BRANCA	134	TATUÍ	163
BOITUVA	19	EMBU	48	JAMBEIRO	77	PEDRA BELA	106	SANTA GERTRUDES	135	TAUBATÉ	164
BOM JESUS DOS PERDÕES	20	EMBU-GUAÇU	49	JANDIRA	78	PEDREIRA	107	SANTA ISABEL	136	TIETÊ	165
BRAGANÇA PAULISTA	21	ENGENHEIRO COELHO	50	JARINU	79	PERUÍBE	108	SANTA MARIA DA SERRA	137	TREMEMBÉ	166
CABREÚVA	22	FERRAZ DE VASCONCELO	51	JOANÓPOLIS	80	PIEDADE	109	SANTANA DE PARNAÍBA	138	TUIUTI	167
CAÇAPAVA	23	FRANCISCO MORATO	52	JUMIRIM	81	PILAR DO SUL	110	SANTO ANDRÉ	139	UBATUBA	168
CACHOEIRA PAULISTA	24	FRANCO DA ROCHA	53	JUNDIAÍ	82	PINDAMONHANGABA	111	SANTO ANTÔNIO DE POSSE	140	VALINHOS	169
CAIEIRAS	25	GUARAREMA	54	JUQUITIBA	83	PINHALZINHO	112	SANTO ANTÔNIO DO PINHAL	141	VARGEM	170
CAJAMAR	26	GUARATINGUETÁ	55	LAGOINHA	84	PIQUETE	113	SANTOS	142	VARGEM GRANDE PAULISTA	171
CAMPINAS	27	GUARUJÁ	56	LARANJAL PAULISTA	85	PIRACAIÁ	114	SÃO BENTO DO SAPUCAÍ	143	VÁRZEA PAULISTA	172
CAMPO LIMPO PAULISTA	28	GUARULHOS	57	LAVRINHAS	86	PIRACICABA	115	SÃO BERNARDO DO CAMPO	144	VINHEDO	173
CAMPOS DO JORDÃO	29	HOLAMBRA	58	LEME	87	PIRAPORA DO BOM JESUS	116	SÃO CAETANO DO SUL	145	VOTORANTIM	174