

CARACTERIZAÇÃO E ESTRATIFICAÇÃO DOS SFVCR NO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

*Diego Piazza Hilgert*¹, *Jair Urbanetz Junior*²

¹ PPGSE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, diegoph86@gmail.com

² PPGSE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, urbanetz@utfpr.edu.br

RESUMO:

Este documento apresenta uma análise das informações contidas no banco de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) sobre as instalações de geração distribuída amparadas pela resolução normativa (REN) da N°482/2012. Apresenta-se um breve histórico da referida resolução e da evolução das instalações desde 2012, na sequência é ilustrada a metodologia utilizada no trabalho e a definição das faixas de potência a serem usadas na estratificação, originada de um levantamento dos modelos de inversores disponíveis no Brasil. Nas seções de resultados e discussões, são apresentados os gráficos obtidos com a aplicação da metodologia e uma análise dos mesmos, procurando entender como se dá a expansão dos SFVCR de acordo com a classe do consumidor, comparando este comportamento com a estratificação utilizada, e buscando encontrar tendências futuras.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Resolução Normativa ANEEL N°482/2012, Geração Distribuída.

1. INTRODUÇÃO

A resolução normativa n° 482 da ANEEL, de 17 de abril de 2012, que foi posteriormente atualizada pela REN n° 687 de 24 de novembro de 2015, define a microgeração distribuída como “central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras” [1].

Na prática, esta resolução permite que o consumidor seja recompensado através dos descontos concedidos em sua conta de energia elétrica utilizando como base o mesmo valor que os clientes finais pagam pelo kWh, limitado pelo seu consumo, valor este que é superior ao pago em leilões. Este é um dos fatos que fez com que o crescimento do número de consumidores que têm aderido à esta opção tenha crescido de forma exponencial desde 2012, hoje já são mais de 32.816 unidades consumidoras com uma potência total instalada de 396,90 MW, segundo dados da ANEEL considerando sistemas incluídos até o dia 30 de junho de 2018. A Figura 1 detalha este crescimento ano a ano, considerando os dados do Banco de Dados de Unidades Consumidoras de Micro e Minigeração Distribuída amparadas pela REN N° 482/2012 [2].

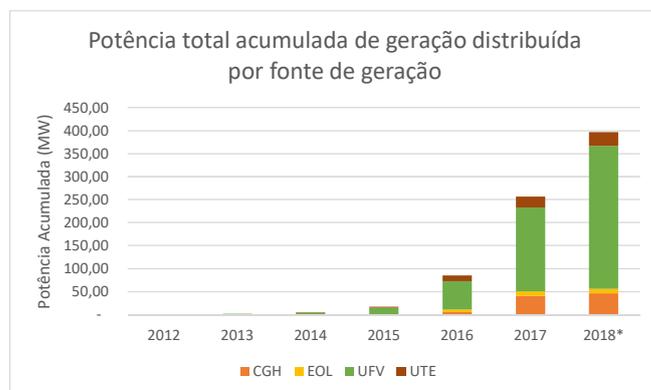


Figura 1- Potência instalada de geração distribuída amparada pela REN N°482/2012 no Brasil.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

A fonte com grande destaque dentre as amparadas pela REN N° 482/2012 é a solar, representando 99,38% dos sistemas instalados e 78,10% da potência instalada. A Figura 2 representa o crescimento apenas dos sistemas em que a fonte de geração é a solar, ou seja, sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR). A potência adicionada até o meio do ano de 2018 já é superior à 2017.

Um dos fatores que contribuiu de forma relevante para este aumento exponencial são a forte queda dos preços dos kits fotovoltaicos entre 2012 e 2017, sendo

que o mesmo apresenta uma alta no segundo semestre de 2017 devido à relação cambial entre o Real e o Dólar, conforme estudo do mercado fotovoltaico brasileiro [3] apresentado na Figura 3.

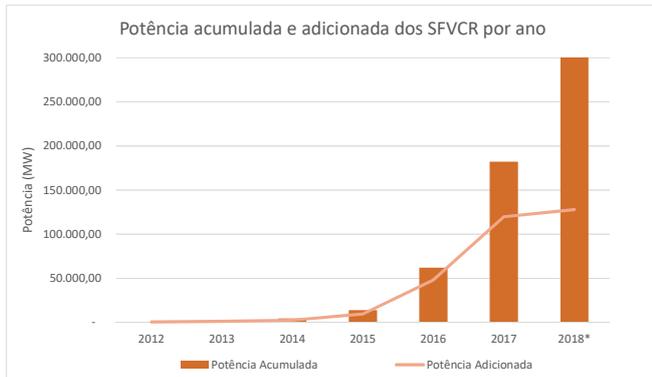


Figura 2 - Potência acumulada e instalada por ano dos SFVCR amparados pela REN N°482/2012 no Brasil.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

Outro fator é o aumento dos valores do kWh cobrado pelas distribuidoras, também conhecida como inflação tarifária de energia, que nos últimos anos têm obtido altas acima da inflação. Segundo EPE [4], a tarifa média no Brasil para consumidores do grupo B (valores sem impostos) em 2013 era de 272,67 R\$/MWh, já em 2016 este valor era de 434,32 R\$/MWh, um aumento de 59,3%, já o IPCA acumulado do período foi de 25,17% [5], menos da metade da inflação energética.

Preços dos Kits Fotovoltaicos

De junho de 2016 até janeiro de 2018



Figura 3 - Preço médio dos kits fotovoltaicos no Brasil.

Fonte: Greener [3]

2. OBJETIVO

Se comparados aos valores totais de potência instalada da matriz energética brasileira estes valores ainda são irrisórios, já que os 0,36 GW instalados de

geração distribuída representam apenas 0,24% da potência total instalada no final de 2016 no Brasil, mais importação, de 156,3 GW, conforme Figura 4.

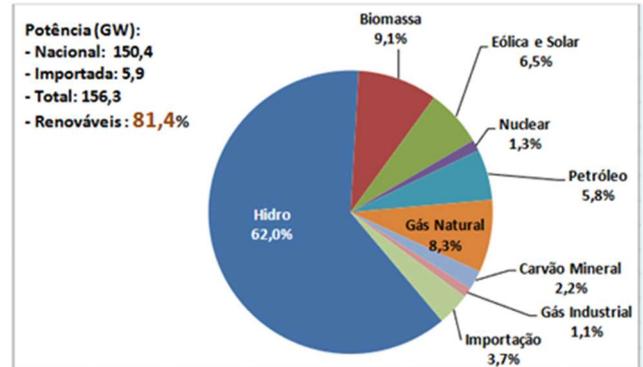


Figura 4 - Oferta de potência de geração elétrica.

Fonte: Ministério de Minas e Energia [7]

De qualquer forma, devido à fatores como a maior importância que as energias renováveis vêm obtendo mundialmente e ao grande crescimento da potência instalada, que deve continuar nos próximos anos, o estudo da caracterização destes sistemas, bem como a forma como se dá o crescimento, como a potência média e a distribuição entre os tipos de sistema, é de fundamental importância e o momento é propício já que está aberta a Consulta Pública 010/2018 pela ANEEL, que tem como objetivo “obter subsídios ao aprimoramento das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída, estabelecidas pela Resolução Normativa n° 482/2012” [6].

3. MÉTODOS

A análise apresentada neste documento foi feita com base nos relatórios sobre as Unidades Consumidoras com Geração Distribuída, disponibilizados pela Aneel, que é o banco de dados oficial de todas as Unidades Consumidoras cadastradas no sistema de compensação de energia de acordo com a REN N°482/2012 [2]. Portanto, por tratar-se da análise dos dados coletados utilizando técnicas estatísticas, trata-se de uma pesquisa quantitativa [8].

Todas as informações disponibilizadas foram introduzidas em uma planilha do Excel, filtradas para considerar apenas as usinas a qual a fonte de geração é “Radiação solar”, e a partir deste ponto demais filtros e fórmulas foram aplicadas ao banco de dados para obtenção dos dados necessários.

Importante ressaltar que, devido a este banco de dados ser constantemente atualizado, o estudo se limitou a considerar as informações inseridas até o dia 30 de julho de 2018, e realizou um corte no banco de dados para considerar apenas sistemas incluídos até o dia 30 de junho de 2018.

Para escolha dos limites de estratificação dos sistemas fotovoltaicos, primeiramente foram pesquisados quais as marcas de inversores com maior representatividade no mercado nacional. Como não existe um dado oficial sobre "market share" dos inversores para sistemas fotovoltaicos, foi considerado como base para definição dos fabricantes mais relevantes o estudo realizado pela Greener [3], com mais de 550 empresas integradoras de todo o Brasil, onde um dos itens avaliados é o "% de empresas que utiliza a marca de inversor", conforme Figura 5.

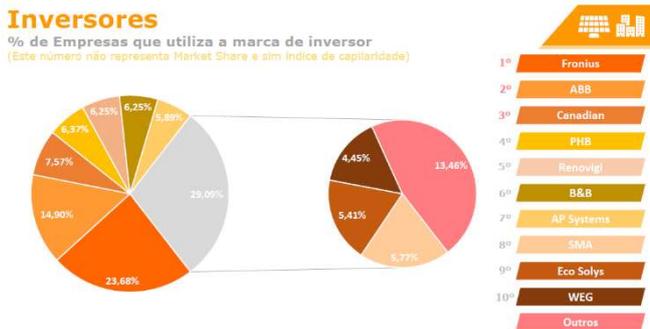


Figura 5 – Índice de capilaridade de diferentes fabricantes de inversores.

Fonte: Greener [3]

Ao se considerar as 9 empresas com maior percentual é atingido um índice de capilaridade de 82,27% do mercado nacional. De posse desta lista de fabricantes, o próximo passo foi pesquisar junto a cada

fabricante as potências dos modelos vendidos no Brasil, ao que se chegou a Tabela 1.

Por esta tabela pode-se ver que os valores mais comuns, com mais de 3 fabricantes com a mesma potência, são 3 kW, 5 kW, 20 kW e 25 kW. Parte-se destes valores para definir os limites da estratificação, incluindo os valores de 1,5 kW e de 7,5 kW devido à alta representatividade de potências próximas a estes valores. O valor de 10 kW também será incluído por ser um dos limites da ANEEL/INMETRO (sistemas com potência superior a 10 kW necessitam de documentação extra, bem como os inversores acima deste valor não são validados pelo Inmetro e devem ser apresentados os certificados), assim como o valor de 75 kWp, que define o limite para microgeração [1]. Distribuindo uniformemente os valores faltantes tem-se a Tabela 2, que será a estratificação a ser considerada.

Tabela 2 – Estratificação da potência a ser considerada para o estudo.

Intervalo	Limite inferior (acima de)	Limite superior (inferior ou igual a)
1	-	1,5
2	1,5	3,0
3	3,0	5,0
4	5,0	7,5
5	7,5	10,0
6	10,0	15,0
7	15,0	20,0
8	20,0	25,0
9	25,0	30,0
10	30,0	50,0
11	50,0	75,0
12	75,0	5.000,0

Fonte: O autor.

Tabela 1 – Potência nominal dos inversores fotovoltaicos por fabricante presentes no mercado nacional.

Fabricante	Potência Nominal do Inversor (kW)																																				
	<1	1	1,2	1,5	1,6	2	2,5	3	3,3	3,6	4	4,6	5	5,8	6	7,5	8,2	8,5	10	12	12,5	14	15	17,5	20	25	27	27,6	30	33	40	50	60	100	120		
Fronius							X			X		X		X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	X										
ABB			X			X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X		X		X		X	X	X	X		
Canadian				X			X				X		X												X	X			X								
PHB				X			X				X											X			X	X											
Renovigi	X				X		X					X								X					X												
B&B					X		X		X	X	X	X							X	X			X	X	X			X		X	X	X					
AP Systems	X																							X		X	X										
SMA				X		X	X		X	X	X	X											X		X	X											
Eco Solys		X				X																															
SOMATÓRIO	2	1	1	3	2	2	1	7	1	2	3	3	6	1	2	1	2	1	3	3	2	1	3	1	7	5	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	

Fonte: Compilação de dados feita pelo autor.

4. RESULTADOS

A fonte que mostra maior adesão às regras impostas pela REN N°482/2012, tanto em número de sistemas como potência instalada, devido às facilidades e menores custos, é a energia fotovoltaica, conforme Figura 6, onde observa-se que a fonte “radiação solar” tem se mantido entre 70 e 80% do total da potência instalada, com um valor de 78% até junho de 2018.

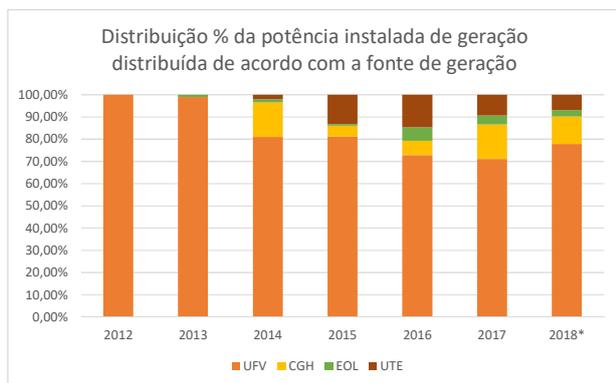


Figura 6 – Distribuição do % da potência instalada por ano de acordo com a fonte de geração.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

Considerando apenas a geração solar, os dados podem ser separados de acordo com a classe ao qual se enquadram. Conforme a Tabela 3, a grande maioria dos sistemas instalados hoje são residenciais (77,1%), mas o setor comercial representa a maior parte da potência instalada (43,6%), pois a potência média de um sistema comercial é 5,48 vezes maior que a de um residencial, e, juntas, estas duas classes representam 93,2% do número de sistemas instalados e 81,7% da potência total instalada. As classes Rural e Industrial possuem uma menor representatividade devido à suas tarifas mais baixas que as tarifas residências e comerciais, tornando os SFVCR menos atrativos para estas classes.

Tabela 3 – Distribuição dos SFVCR por classe.

Classe	Quantidade de Sistemas	Potência Total (kW)	Potência Média (kW)	% em número de sistemas	% em potência total
Comercial	5.244	135.115,65	25,77	16,1%	43,6%
Iluminação Pública	7	80,70	11,53	0,0%	0,0%
Industrial	799	27.011,15	33,81	2,5%	8,7%
Poder Público	267	10.591,59	39,67	0,8%	3,4%
Residencial	25.142	118.256,57	4,70	77,1%	38,1%
Rural	1.108	17.385,36	15,69	3,4%	5,6%
Serviço Público	45	1.543,11	34,29	0,1%	0,5%
TOTAL	32.612	309.984	9,51	100,0%	100,0%

Fonte: O autor.

A Tabela 3 também mostra a baixa relevância de instalações públicas deste universo, representando

apenas 1% das instalações e 3,9% da potência instalada, indicando que poderia haver um incentivo maior do governo com um maior número de instalações.

Também é interessante analisar como esta divisão das classes evolui ao longo do tempo, conforme Figura 7. Pode-se ver que desde 2015 existe pouca variação na distribuição dos percentuais, o que indica uma tendência de que estas classes continuem sendo as grandes responsáveis pelo aumento da potência instalada. Devido a este fato as próximas análises se limitaram principalmente a estas duas classes.

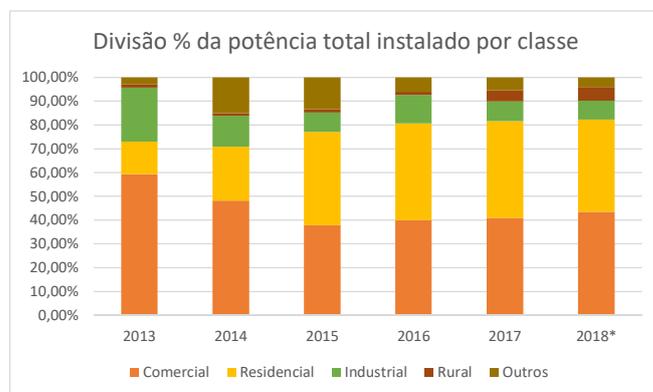


Figura 7 – Distribuição do % da potência instalada por classe de consumo.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

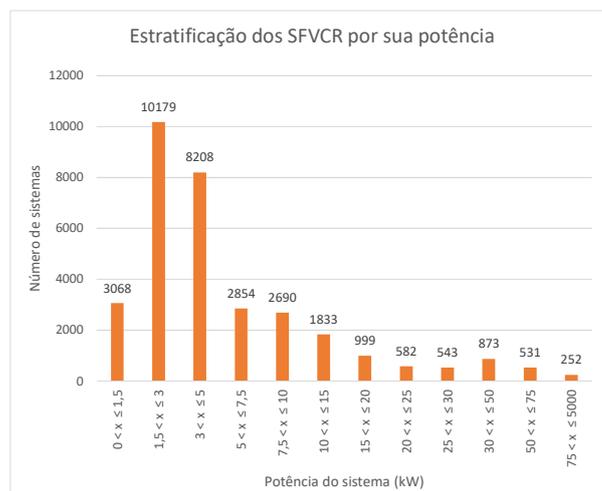


Figura 8 – Estratificação dos SFVCR por sua potência.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

Aplicando a estratificação proposta tem-se o resultado apresentado na Figura 8, onde é possível ver que aproximadamente 75% dos sistemas instalados até 30 de junho tem uma potência de até 7,5 kW, enquanto

os sistemas enquadrados em minigeração (acima de 75 kW) representam apenas 0,77% do total de sistemas instalados. Realizando a mesma estratificação, mas agora para as classes residenciais e comerciais, é possível visualizar a distribuição dos sistemas entre as potências conforme Figura 9.

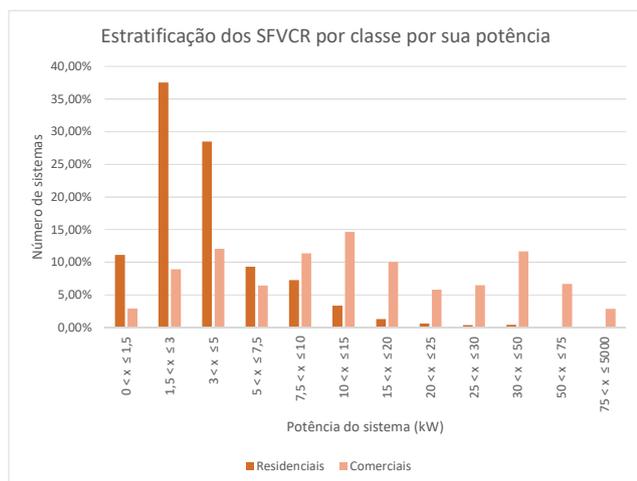


Figura 9 – Estratificação dos SFVCR por potência e classe.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

A estratificação de sistemas comerciais concentra-se em faixas de potências maiores que nas residenciais, como 10 a 15 kW (14,71%) e 30 a 50 kW (11,31%), enquanto nos sistemas residências 54,16% dos sistemas estão na faixa de até 3 kW. Esta faixa coincide com a que possui maior quantidade de inversores, pois observa-se da Tabela 2 que 7 fabricantes possuem inversores de valor nominal de 3 kW e 6 fabricantes possuem inversor de valor nominal de 5 kW, além de ter-se 10 valores nominais diferentes na faixa de 1,5 a 5 kW e do fato de que a maioria dos fabricantes possuem um inversor desta faixa. Na faixa maior de potência, a concentração dos fabricantes está nas potências nominais de 20 kW (7 fabricantes) e 25 kW (5 fabricantes), e olhando a tabela acima, nota-se que uma estratégia interessante para estas faixas é focar no público comercial.

Outro fato que merece destaque é a falta de opções de inversores na faixa de 7,5 a 10 kW, que está entre as 5 mais representativas tanto dos sistemas residenciais como de sistemas comerciais, e possui apenas 4 opções de potência de três fabricantes distintos.

5. DISCUSSÃO

Quanto às perspectivas futuras para os SFVCR, separando as instalações em até final de 2017 e as

realizadas em 2018, conforme Figura 10, percebe-se uma tendência de crescimento da potência dos sistemas, destacando-se o forte crescimento de todas as faixas entre 7,5 até 75 kW, que representam crescimento expressivo, enquanto há uma diminuição considerável da representatividade, em percentual de sistemas instalados, nas faixas de 0 até 3 kW. Mesmo sendo a faixa de 1,5 a 3 kW a com maior representatividade, está também foi a que apresentou maior diminuição.

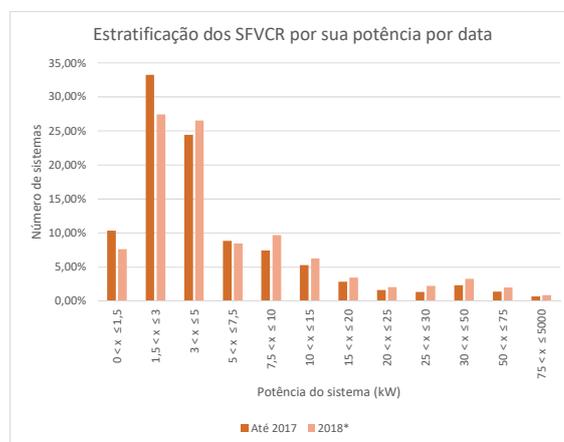


Figura 10 – Estratificação dos SFVCR por sua potência e por sua data de instalação.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

Um fator preponderante para esta migração dos sistemas para faixas maiores é a diminuição do preço para instalação dos sistemas. A Tabela 4 detalha a evolução dos valores médios para instalação de sistemas de 2 e 4 kWp, que são o ponto médio das faixas mais representativas. Pode-se ver que em janeiro de 2018 o valor pago para um sistema de 4 kWp é apenas um pouco maior que o valor pago por um sistema de 2 kWp em junho de 2016.

Tabela 4 – Distribuição dos SFVCR por classe.

Potência (kWp)	Preço médio do sistema instalado			
	jun/16	jan/17	jun/17	jan/18
2	R\$ 20.900,00	R\$ 18.860,00	R\$ 15.620,00	R\$ 14.260,00
4	R\$ 35.080,00	R\$ 30.960,00	R\$ 26.080,00	R\$ 23.320,00

Fonte: O autor com base na referência [3]

Em relação ao crescimento do número de sistemas instalados a cada ano, ao avaliar o número de sistemas e a potência instalada mês a mês, chega-se a Figura 11 e 12. Observar-se que tanto 2016 como 2017 apresentavam uma clara tendência de crescimento no número de sistemas instalados a cada mês, o mesmo não pode ser dito de 2018. Entretanto, como os dados

de 2018 não estão completos, não é possível afirmar que isto indica uma desaceleração do mercado nacional.



Figura 11 - Potência instalada de SFVCR por mês.

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]



Figura 12 - Número de SFVCR instalados por mês

Fonte: Compilação de dados com base na referência [2]

Os dados de potência adicionada de geração distribuída mês a mês, no geral, acompanham os dados de número de sistemas instalados. Neste gráfico, apesar de não haver uma indicação clara de crescimento, destaca-se o fato de que todos os meses de 2018 ficaram acima do mês de novembro de 2017, que até então havia sido o mês com maior potência instalada.

6. CONCLUSÕES

Através das análises realizadas foi possível identificar a distribuição da potência dos SFVCR de geração distribuída amparados pela REN N° 482 de 2012 dentro de faixas de estratificação pré-definidas, bem como analisar suas perspectivas futuras.

Verificou-se que, dentre as possíveis fontes de geração amparadas pela REN N° 482/2012, a geração fotovoltaica corresponde à 78% da potência instalada, e dentro destes 78%, 93,2% dos sistemas instalados são da classe “comercial” ou “residencial”, já a potência total instalada destas duas classes são muito similares apesar da diferença na potência média do sistema, de 4,70 kW e 25,77 kW respectivamente.

Ao mapear como se distribui a potência dos inversores dos maiores fabricantes disponíveis no mercado brasileiro e criar uma estratificação baseada

nesta distribuição, foi possível identificar em quais casos a concentração de sistemas fotovoltaicos corresponde à maior opção de inversores disponíveis e em quais casos existe uma “falta” de opções disponíveis no mercado. Por fim, a análise das perspectivas futuras para SFVCR no Brasil indicou uma possível desaceleração no número de sistemas instalados e uma manutenção do aumento da potência média dos sistemas instalados.

Estes fatores são importantes para se ampliar a compreensão de como se dá a evolução do mercado de geração distribuída no Brasil, permitindo tanto que empresas possam tomar decisões estratégicas em relação a seus produtos como que o governo possa ter uma base de dados para implementação de políticas públicas de incentivo ao setor, e os dados obtidos deixam clara a tendência de forte crescimento.

7. REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012. ANEEL, Brasília, 2012.
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Outorgas e registros de geração: unidades consumidoras com geração distribuída. ANEEL, Brasília, 2018.
- [3] GREENER. Estudo estratégico: mercado fotovoltaico de geração distribuída 1º semestre 2018. Enova Solar Energia LTDA, São Paulo, 2018.
- [4] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Anuário estatístico de energia elétrica 2017, ano base 2016. EPE, Brasília, 2017.
- [5] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Séries históricas IPCA. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadore/s/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- [6] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Consulta 010/2018. ANEEL, Brasília, 2018.
- [7] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Resenha energética brasileira, exercício de 2016, edição junho de 2017. MME, Brasília, 2017.
- [8] MICHEL, M. H. Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. 1 ed. São Paulo, Atlas, 2005.