

Análise de parâmetros considerando a tendência de alocação de geradores distribuídos fotovoltaicos

Poleana Gehrke*. Criciële C. Martins **. Arthur C. Andrade*** Cristiane Cauduro Gastaldini****

*Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, RS, Brasil
(email: poleana.gehrke@acad.ufsm.br)

Abstract: In the present paper, the analysis of the main parameters considering the tendency of allocation of photovoltaic distributed generators (PV) by consumers are presented, being them: purchasing power, neighborhood influence, consumption in relation to payback and the level of education. This analysis is performed considering the database of the ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), besides the consideration of data made available by the municipalities, through the Python programming language in the PyCharm Community Edition software, for the analysis of each parameter. Given the analyzed data, it was possible to relate them to probability distribution curves, and from this survey, to implement statistical methods to observe the insertion trends of PV systems in electric power distribution networks.

Resumo: No presente artigo são apresentadas as análises dos principais parâmetros considerando a tendência de alocação de geradores distribuídos fotovoltaicos (GD FV) pelos consumidores, sendo eles: poder aquisitivo, influência da vizinhança, consumo em relação ao *payback* e o nível de escolaridade. Essa análise é realizada considerando o banco de dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), além da consideração de dados disponibilizados pelas prefeituras, através da linguagem de programação Python no *software PyCharm Community Edition*, para a análise de cada parâmetro. Diante dos dados analisados foi possível relacioná-los com curvas de distribuição de probabilidade, desta forma a partir de tal levantamento, é possível realizar a implementação de métodos estatísticos para observação das tendências de inserção sistemas FV em redes de distribuição de energia elétrica.

Keywords: Photovoltaic systems; ANEEL; allocation trends; probability curve; diffusion.

Palavras-chaves: Sistemas fotovoltaicos; ANEEL; tendências de Alocação; curvas de probabilidade; difusão.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente com o aumento da demanda por eletricidade, a diversificação de novas fontes, incentivo e tecnologias acessíveis, observa-se um crescimento significativo das instalações fotovoltaicas (FV). No entanto, a expansão da energia solar nas redes de distribuição de baixa tensão, tem ocasionado impactos negativos ao que se refere a confiabilidade, estabilidade e a qualidade de energia elétrica. Desta forma, o conhecimento acerca da difusão da energia FV torna-se essencial ao planejamento e operação do sistema elétrico (Santos; Canha; Bernardon, 2018). Destaca-se ainda, que a adoção de inovações, como tecnologias de energia renovável é um processo complexo, devido as diversas incertezas envolvidas nesse processo (Santos; Canha; Bernardon, 2018).

Devido à complexidade, os parâmetros determinantes para a difusão dos sistemas FV têm sido discutidos por diversos pesquisadores de diferentes áreas. No que se refere ao crescimento da GD FV e as barreiras para a sua implementação, são sintetizados em uma gama de aspectos como: fatores econômicos, gerenciais, políticos, sociais e técnicos que afetam a adoção dos consumidores a energia

solar FV (Mundaca; Samahita, 2020) e (Santos; Canha; Bernardon, 2018).

Diante deste contexto, este artigo apresenta um estudo a respeito da análise dos principais parâmetros considerando a tendência de alocação de geradores distribuídos fotovoltaicos pelos consumidores, sendo eles: poder aquisitivo, influência da vizinhança, consumo em relação ao *payback* e o nível de escolaridade. A contribuição deste trabalho está presente na análise dos dados para a construção de curvas de distribuição de probabilidade de cada parâmetro, de modo a representar de maneira mais fidedigna a tendência de alocação de geradores FV na rede elétrica.

Desta maneira, na presente seção deste artigo apresentou-se a contextualização e objetivos da pesquisa. A seção 2, apresenta os principais parâmetros relacionados na adoção da energia solar. A metodologia é apresentada na seção 3. A seção 4 traz os resultados. E por fim, a seção 5 apresenta as conclusões obtidas a partir deste estudo.

2. PARÂMETROS RELACIONADOS NA ADOÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Nesta seção são apresentados e discutidos alguns dos principais parâmetros encontrados na literatura nos quais influenciam consumidores na adoção de geradores fotovoltaicos.

2.1 Poder Aquisitivo versus Probabilidade de Instalação

Os primeiros consumidores a optarem pela adoção dos sistemas FV tendiam a ser famílias de alto poder aquisitivo, com renda disponível para investir em tecnologias inovadoras sem expectativas de retornos financeiros de curto prazo (Borenstein, 2017). A aceitação desse conjunto de consumidores majoritários inicial de adotantes, o qual identificou que os custos associados à energia solar não têm sido uma grande barreira para a adoção desse grupo. Além disso, os adotantes valorizam os benefícios da energia solar, e consideram os custos da inserção do sistema FV acessíveis, enquanto os não adotantes, consideram esses custos ainda muito elevados (Mundaca; Samahita, 2020).

No entanto, por meio de incentivos regulatórios, os custos para a aquisição da energia solar diminuíram substancialmente nos últimos anos, tornando-se um bem econômico, o qual gera benefícios financeiros diretos. Contudo, famílias com uma alta renda continuaram a ser mais propensas a adotar a energia solar do que famílias de baixa renda (Borenstein, 2017). Visto que, as famílias de baixa renda enfrentam diversos desafios para obter a energia FV e desfrutar dos benefícios econômicos, incluindo o custo inicial, falta de informação, barreiras linguísticas e comportamentais (dificuldade na compreensão de informações técnicas, na tomada de decisão e o acesso a recursos e informações), incentivos divididos entre proprietários e inquilinos (muitas famílias de baixa renda são locatários) dentre outros (Lukanov; Krieger, 2019).

2.2 Vizinho com Sistema FV versus Probabilidade de Instalação

A aceitação social é um fator necessário quanto trata-se de uma disseminação bem-sucedida de uma nova tecnologia, e isto é especialmente verídico quando se trata de sistemas FV, o qual é influenciado diretamente pelas ações dos indivíduos seja de forma ativa ou passiva (Sauter; Watson, 2007). O interesse de um indivíduo estar disposto em realizar a adoção de sistemas de micro ou minigeração distribuída FV através do investimento financeiro, da disponibilidade de um local de instalação, da mudança de comportamento por meio de observações do vizinho, se fazem importantes para a inserção e expansão da tecnologia FV.

Em meio a esse cenário, destaca-se a teoria da difusão de Rogers, onde o modelo analisa a ligação teórica entre os traços de personalidade e os efeitos de pares (Busic-Sontic; Fuerst, 2018). Ainda, analisa que a difusão temporal de uma nova tecnologia depende de alguns fatores, como a vantagem relativa, facilidade de uso, aceitação social, entre outros. Essa teoria considera a troca de informações com a essência da propaganda da inovação (Kosugi; Shimoda; Tashiro, 2019).

É perceptível o efeito vizinho, ou ainda, o comportamento em pares, o que demonstra que sistemas FV instalados em um

bairro aumentam a probabilidade de novas adoções do sistema nas proximidades da vizinhança (Fornara et al., 2016). Algumas justificativas são destacadas na literatura para essa relação, onde se destacam duas: a primeira é a comunicação interpessoal. Conversar com os vizinhos pode diminuir as percepções sobre os riscos de investir em sistemas FV e a obtenção de informações por parte do vizinho sobre a tecnologia (Nascimento et al., 2020 b). A segunda razão consiste na tendência de a sociedade observar a crescente instalação de energia solar nos telhados vizinhos e se tornarem pessoas mais conscientes sobre o uso da energia solar, seguindo o comportamento da maioria e adotando a nova tecnologia FV (Busic-Sontic; Fuerst, 2018).

2.3 Consumo versus Probabilidade de Instalação

A captação dos sistemas FV está associado a diversas variáveis para explicar o que impulsiona a adesão dos consumidores pela energia solar. Dentre essas variáveis existe a relação do consumo de energia elétrica. Visto que os consumidores que possuem altas demandas de eletricidade, são os primeiros a adotar os sistemas FV, onde podem estar mais interessados em se tornar autossuficientes (Balta-Ozkan; Yildirim; Connor, 2015). Paralelo a isto, destaca-se que o consumo da unidade consumidora, possui relação direta com o *payback*, de modo que, quanto menor o consumo em kWh/mês maior é tempo de retorno do investimento, fazendo com que o consumidor possua uma menor probabilidade de optar pela adesão da energia solar FV. Já quanto maior o consumo em kWh/mês mais rápido é o *payback*, assim torna-se um incentivo para o consumidor aderir a energia solar, fazendo com que a probabilidade de adesão a tecnologia FV seja maior.

2.4 Nível de escolaridade versus Probabilidade de Instalação

A falta de conhecimento adequado sobre a energia solar é um obstáculo crucial, visto que os potenciais adotantes se sentem inseguros sobre o desempenho da tecnologia FV e necessitam de informações (Nascimento et al., 2020 a). Os autores Düşteğör et al. (2018), analisaram que a falta de conhecimento sobre o assunto impede os consumidores a optarem por novas tecnologias renováveis.

Tendo em vista o exposto, o nível educacional trata-se de uma variável importante na taxa de adesão ao sistema FV. Os autores em Garlet et al. (2019) observaram que pessoas com maior grau de escolaridade tomam decisões sobre a compra de um sistema FV com base em diversas informações, e contatar especialistas para identificar vantagens e desvantagens da instalação é eficaz para motivá-los a gerar a própria energia. Ainda, o aumento do nível de escolaridade de médio a alto, pode influenciar na tomada de decisões na probabilidade de adoção da energia FV. É encontrado na literatura, o trabalho proposto pelos autores Lukanov e Krieger (2019), onde sugerem que o isolamento linguístico, a pobreza, a educação e a renda têm pesos quase iguais na previsão de probabilidade da adoção de energia solar.

3. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho compreende a análise de alguns parâmetros que influenciam na adoção de geração distribuída FV pelo consumidor final, como: o poder aquisitivo, o impacto da vizinhança na probabilidade, a influência do consumo e a escolaridade na probabilidade de instalação da energia solar. A partir destes parâmetros são analisadas curvas de distribuição de probabilidade que mais se assemelham ao comportamento de cada variável. Na fig. 1 é demonstrado o fluxograma com as etapas da metodologia. Desta maneira, a metodologia é desenvolvida considerando o banco de dados da ANEEL, inerentes da relação de empreendimentos com a presença de sistemas FV, além da consideração de dados disponibilizados pelas prefeituras, em conjunto com a linguagem de programação Python através do *software PyCharm Community Edition*, para a análise de cada parâmetro.

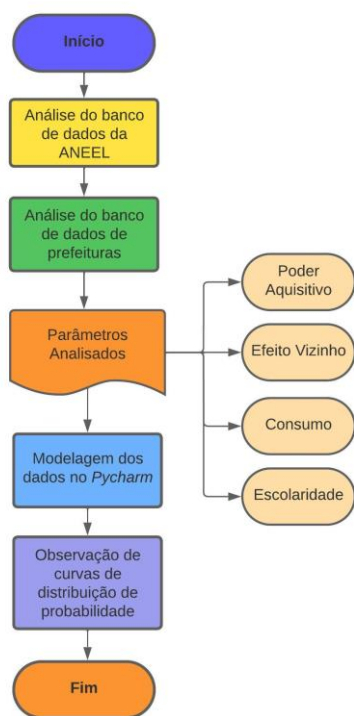


Fig. 1 Metodologia.

4. RESULTADOS

Em um primeiro momento, para demonstrar que a probabilidade de instalação do sistema FV aumenta conforme o poder aquisitivo, foi realizado um estudo utilizando a linguagem de programação Python, em conjunto com o banco de dados obtidos no site da ANEEL (ANEEL, 2022), inerentes da relação de empreendimentos em geradores FV. São analisadas diversas regiões, no intuito de obter um maior número de dados válidos para uma amostra significativa. Deste modo, a cidade do Rio de Janeiro, conta com mais dados geográficos cadastrados. Assim, com os dados da ANEEL (ANEEL, 2022) em conjunto com as informações da prefeitura do Rio de Janeiro (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2021) (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2019 a) é possível relacionar as informações da quantidade de

sistemas FV instalados com a renda per capita, e a população dos bairros.

No objetivo de obter o dado lançado pelas distribuidoras de energia para a ANEEL, foi necessário fazer o uso da biblioteca *Geopy*, dentro do Python, para buscar o nome do bairro de cada empreendimento. Essa biblioteca opera buscando a latitude e longitude de cada local que possui GD FV instalada. Ao analisar a quantidade de instalações FV no Rio de Janeiro, obtém-se o número de 14.887, contudo apenas 5.309 possuem coordenadas cadastradas, e desse valor apenas 4.987 dessas instalações possuem coordenadas geográficas de latitudes e longitudes válidas lançadas pelas concessionárias de energia, totalizando a amostra com 33,50%.

Com a amostra da quantidade de coordenadas geográficas obtidas, é filtrado os empreendimentos em bairros com os dados de população, renda versus quantidade de sistemas FV, conforme demonstrado na Tabela 1. Pode-se observar a partir da Tabela 1, que os bairros estão organizados em forma decrescente de renda. Após isto, considerando a ordem de maior poder aquisitivo dos bairros, são separados grupos de bairros de modo a chegar próximo a 10% da população da cidade, esse processo é realizado para que as faixas de renda tenham uma quantidade de população próximas, permitindo uma análise mais harmônica dos dados.

Tabela 1. Filtros para obtenção de renda versus FV.

Bairro	População	Renda	FV
Lagoa	21.198	7.239,50	10
Ipanema	42.743	6.323,26	31
Jardim Botânico	18.009	6.098,88	52
Gávea	16.003	6.098,88	21
Barra da Tijuca	135.924	5.940,31	587
Rocinha	69.356	455,67	8
Manguinhos	36.160	439,96	3
Jacarezinho	37.839	405,49	4
Complexo do Alemão	69.143	390,93	2
Barros Filho	14.049	366,90	2

Deste modo, é apresentado na Tabela 2, a separação por faixa de renda, a população de cada bairro e a quantidade de sistemas FV.

Tabela 2. Separação por faixa de renda, população e a quantidade de sistemas FV.

Faixa	População	FV	Renda Min	Renda Max
0 - 0,1	552.168	85	366,9	508,27
0,1 - 0,2	599.865	315	509,71	561,23
0,2 - 0,3	647.382	227	572,69	661,66
0,3 - 0,4	651.347	252	670,77	783,01
0,4 - 0,5	650.355	707	788,18	878,61
0,5 - 0,6	547.398	420	881,78	1.073,14
0,6 - 0,7	623.384	536	1.078,00	1.387,77
0,7 - 0,8	564.239	573	1.418,24	2.619,71
0,8 - 0,9	585.512	931	2.768,64	3.759,53
0,9 - 1	557.172	840	3.768,69	7.239,5

Deste modo, conforme a Tabela 2, pode-se perceber que quanto maior a renda do bairro, maior a probabilidade daquela região optar pela aquisição do sistema FV. Contudo, o quão populoso é o bairro também deve ser levada em consideração, visto que é notável que em 0,4 - 0,5 se tem um pico em relação às demais, e o mesmo ocorre na faixa de 0,8 - 0,9. Isso ocorre devido os bairros mais populosos da cidade estarem concentrados nessa faixa, como é o caso do bairro de Campo Grande, por exemplo, conforme demonstra a Tabela 3. Diante da análise de dados, pode-se perceber que não faz sentido analisar um conjunto de bairros, até mesmo porque os alimentadores podem ser diferentes entre eles e, também, pode-se ter uma grande variação entre os níveis salariais de um bairro para outro.

Logo, essa constatação ressalta a necessidade de tanto a ANEEL quanto distribuidoras e prefeituras, manterem um banco de dados atualizados, para avaliações mais coerentes da provável instalação de sistemas FV. Uma outra maneira em se relacionar o poder aquisitivo é com carga instalada na unidade consumidora, ou seja, quando maior a carga instalada maior o poder aquisitivo. Assim, analisando as curvas de distribuição de probabilidade o comportamento que mais se assemelha é o linear.

Outro fator significativo ao analisar a probabilidade do consumidor da adoção de sistemas FV, está relacionado com o efeito em pares, ou seja, quanto uma família é influenciada por seus vizinhos na aquisição da energia solar. Para analisar esse efeito com dados reais, fez-se o uso do banco de dados disponibilizado pela ANEEL (ANEEL, 2022) e a aplicação de filtros para obter os empreendimentos da cidade do Rio de Janeiro com coordenadas. Ademais, modela-se os dados para a obtenção dos nomes dos bairros de cada empreendimento, e posterior análise dos bairros que possuem maior quantidade de empreendimentos com coordenadas geográficas válidas.

Tabela 3. Demonstração dos bairros mais populosos.

Faixa de Renda	População	Renda	FV
Campo Grande	328.370	878,61	555
Bangu	243.125	653,26	121
Santa Cruz	217.333	509,71	109
Realengo	180.123	768,54	94
Tijuca	163.805	3.023,42	90

É exposto na Tabela 4 os bairros que possuem maior quantidade de sistemas FV instalados. É possível observar na Tabela 4, que o bairro Barra da Tijuca se destaca em relação aos demais bairros, com 587 sistemas FV instalados, tendo em vista que também possui uma renda per capita elevada. Ao observar o bairro Barra da Tijuca, é explorado as informações cadastradas em relação aos anos anteriores, assim como dados de potência instalada (kW) e a localização desses empreendimentos no bairro, demonstrado na Tabela 5.

Tabela 4. Exposição dos bairros com maior quantidade de sistemas FV instalados.

Bairro	População	Renda	FV
Barra da Tijuca	135.924	5.940,31	587

Campo Grande	328.370	878,61	555
Recreio dos Bandeirantes	82.240	2.918,19	389
Taquara	102.126	1.154,20	155
Jacarepaguá	157.326	2.992,18	153

É perceptível a partir dos dados da Tabela 5, que existe uma pequena quantidade de casas decimais nas coordenadas geográficas que são cadastradas por parte das concessionárias de energia elétrica e pela ANEEL. Vale ressaltar, que a disponibilidade de dados mais precisos, auxiliaria o sistema elétrico em questões como o planejamento da rede elétrica. Desta forma, é realizado um levantamento do ano de 2014 até 2022 em relação a quantidade de sistemas FV instalados no respectivo ano, e a quantidade de sistemas FV acumulados, assim como o percentual de crescimento, demonstrado na Tabela 6.

Tabela 5. Relação do bairro Barra da Tijuca com a localização geográfica.

Ano	Potência Instalada (kW)	Lat	Lon
2014	3,40	-23,00	-43,42
2014	2,00	-23,00	-43,33
2015	3,00	-23,01	-43,31
2015	3,10	-23,00	-43,41
2015	6,00	-23,00	-43,40
2022	34,88	-23,01	-43,31
2022	50,00	-23,01	-43,44
2022	25,50	-23,01	-43,34
2022	37,70	-23,00	-43,37
2022	6,00	-23,00	-43,42

Tabela 6. Quantidade de sistemas FV instalados e acumulados por ano.

Ano	Acumulado (kW)	Instalada (kW)	Crescimento
2014	2	2	-
2015	19	17	850,00%
2016	56	37	194,74%
2017	121	65	116,07%
2018	181	60	49,59%
2019	351	170	93,92%
2020	522	171	48,72%
2021	547	25	4,79%
2022	584	37	6,76%

A melhor análise se obteve entre os anos de 2019 e 2020, visto que são os anos que possuem maior quantidade de sistemas FV instalados, aliado a um bom crescimento proporcional em relação ao ano anterior. Deste modo, na Fig. 2 é exposto um mapa de calor em relação a quantidade acumulada de energia solar em relação ao ano de 2019. Já na Fig. 3 é demonstrado a mesma análise da quantidade acumulada de sistemas FV em relação ao ano de 2020. Os mapas de calor representam a densidade de sistemas FV em uma determinada área, ou seja, quanto mais forte a coloração, maior a presença de sistemas FV nas regiões. Ao observar a Fig. 2 em relação ao ano de 2019, para a Fig. 3 do ano de 2020, pode-se observar que as áreas com a coloração mais forte ficaram ainda mais fortes, ou seja, maior a adoção dos sistemas FV naquela região, demonstrando que os consumidores que obtinham a energia solar foram

influenciando outras, devido a interações sociais entre os indivíduos, de modo a obter-se o comportamento do efeito em pares.



Fig. 2 Quantidade de energia solar acumulada no ano de 2019.



Fig. 3 Quantidade de energia solar acumulada no ano de 2020.

Como visto, apesar dos estudos realizados, deparou-se com mais uma barreira de quantificação da influência dos pares, visto a falta de dados disponíveis no cadastro dos consumidores por parte das distribuidoras de energia, como observado na Tabela 5, as poucas casas decimais no cadastro de longitude e latitude. Desta forma, pode-se considerar a curva de distribuição exponencial invertida.

Outro efeito que está relacionado com a adoção dos sistemas FV é o consumo. Consumidores que possuem um maior consumo, a probabilidade de adesão a energia solar é maior. Desta forma, de modo a demonstrar esse comportamento é analisado a relação entre o consumo (kWh) e o *payback* (anos). O estudo é realizado considerando sempre a mesma potência da placa solar de 550 W da JA Solar, com eficiência de 21,30%. A escolha dos inversores é variada para cada faixa de consumo, de modo que atenda o kit de energia solar. Já para o tipo de telhado é considerado telhas de fibrocimento devido à grande predominância desse material nos telhados. Além disso, é adotado o valor fixo de R\$ 20.000,00 para instalação e custo do projeto. Assim, variando apenas o consumo e a determinação dos inversores para cada caso, é realizado diversas simulações através do site da Aldo Solar, para a obtenção do valor de cada kit montado (Aldo Solar, 2023).

Desta forma, é analisado o *payback* para cada faixa de consumo, levando em consideração o valor total do sistema FV, a geração do sistema FV (kWh/ano), o retorno sobre o capital, além do custo de energia, tendo em vista a valorização de 5% da energia ao ano. É demonstrado na Fig. 4 a relação entre o retorno do investimento e o consumo. Conforme apresentado na Fig. 4, nota-se que quanto maior o consumo, menor será o tempo do retorno de investimento, criando assim uma probabilidade maior de adoção para consumidores de elevada faixa de consumo. Já quanto menor o consumo, maior o *payback*, se tornando menos atrativo ao

consumidor, fazendo com que a probabilidade do consumidor aderir a energia solar seja menor. Tendo em vista as curvas de distribuição de probabilidade, a que mais se assemelha ao comportamento da relação entre o consumo e o *payback* é a curva exponencial.

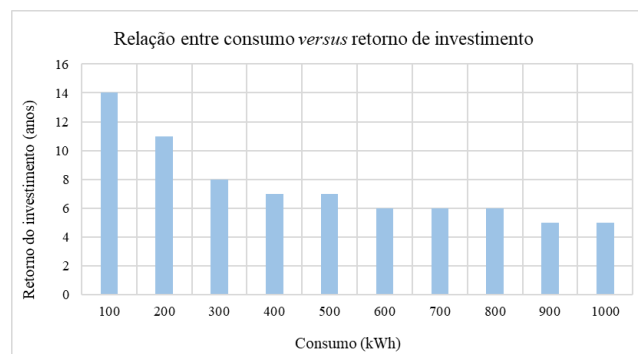


Fig. 4 Relação entre o consumo e o retorno do investimento.

Por fim, para analisar o efeito do nível de escolaridade em relação a adesão ao sistema FV, é realizado o mesmo processo do estudo da relação econômica, contudo, agora é estabelecida a relação entre pessoas que frequentam ou já concluíram o ensino superior maiores que 25 anos, ou seja, pessoas com acesso ao ensino superior. Sendo realizado através dos Indicadores de Educação: atendimento educacional ao adulto, nível de escolaridade de pessoas de 25 anos e mais, por Bairros ou Grupos de Bairros, em 1991/2000, da prefeitura do Rio de Janeiro (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2023b).

As separações são realizadas por faixa de escolaridade, de modo a manter cada faixa com 10% da população total, obtendo-se um estudo com uma amostra similar em ambas as faixas, conforme é apresentado na Tabela 7. Desta maneira, é exposta a faixa de pessoas com 25 anos ou mais com acesso ao ensino superior (Faixa de acesso ao Ens. Superior), a população, a quantidade de sistemas FV instalados e a média do percentual de pessoas com 25 anos ou mais com acesso ao ensino superior (Média de acesso ao Ens. Superior). Pode-se analisar, por meio da Tabela 7, que quanto maior o grau de escolaridade, maior a quantidade de energia solar FV instalada. De modo que, a faixa de acesso ao ensino superior entre 0,9 - 1 são os 10% com o maior grau de escolaridade, de 0,8 - 0,9 são os segundos 10% com maior nível de escolaridade e assim, sucessivamente.

Tabela 7. Quantidade de sistemas FV instalados em relação a faixa de acesso ao ensino superior.

Faixa Acesso Ens. Superior	População	FV	Média de acesso ao Ens. Superior
0 - 0,1	591.812	98	0,94
0,1 - 0,2	626.076	279	1,73
0,2 - 0,3	596.050	301	2,58
0,3 - 0,4	598.197	237	3,16
0,4 - 0,5	596.488	650	3,93
0,5 - 0,6	568.226	480	4,84
0,6 - 0,7	560.971	499	7,09

0,7 - 0,8	569.039	646	11,96
0,8 - 0,9	604.533	885	19,51
0,9 - 1	632.884	915	30,64

Desta maneira, conforme os resultados das Tabela 7, pode-se perceber que quanto maior o nível de escolaridade maior a probabilidade de o consumidor adquirir ao sistema FV, estando em uma crescente na faixa com o maior grau de educação. Tendo em vista as curvas de distribuição de probabilidade, a que mais se assemelha ao parâmetro da escolaridade é a curva linear.

5. CONCLUSÃO

Através dos dados analisados foi possível relacioná-los com curvas de distribuição de probabilidade, e a partir de tal levantamento é possível implementar métodos estatísticos para análise das tendências de inserção da energia solar em redes de distribuição. Uma observação mais coerente do comportamento da rede dado as probabilidades de inserção de painéis FV auxiliarão em questões de confiabilidade e qualidade de energia elétrica.

Além disso, observou-se a partir desse estudo uma falta de informações mais completas disponibilizadas pelas distribuidoras/permissionárias de energia elétrica e pela ANEEL, de modo que a disponibilidade de dados mais precisos, auxiliaria o sistema elétrico na antecipação dos problemas locais no planejamento da rede elétrica. Ainda se destaca a importância de estudos que levam em consideração as tendências de alocação da energia solar, visto que se demonstram de extrema importância devido a consideração de probabilidades e incertezas da adoção a energia FV.

REFERÊNCIAS

- Aldo Solar. (2023). Aldo Componentes Eletrônicos S/A. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br>>.
- ANEEL (2022). Relação de empreendimentos de Geração Distribuída.
- Balta-Ozkan, N.; Yildirim, J.; Connor, P. M. (2015). Regional distribution of photovoltaic deployment in the uk and its determinants: A spatial econometric approach. v. 51, p. 417–429. *Energy Economics*, Elsevier.
- Borenstein, S. (2017). Private net benefits of residential solar pv: The role of electricity tariffs, tax incentives, and rebates. University of Chicago Press Chicago, IL, v. 4, n. S1, p. S85–S122. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*.
- Busic-Sontic, A.; Fuerst, F. (2018). Does your personality shape your reaction to your neighbours' behaviour? a spatial study of the diffusion of solar panels. v. 158, p. 1275–1285. *Energy and Buildings*, Elsevier.
- Dü, Stegör, D. et al. (2018). A smarter electricity grid for the eastern province of Saudi Arabia: Perceptions and policy implications. v. 50, p. 26–39. *Utilities Policy*, Elsevier.
- Fornara, F. et al (2016). Predicting intention to improve household energy efficiency: The role of value-belief-norm theory, normative and informational influence, and specific attitude. v. 45, p. 1–10. *Journal of Environmental Psychology*, Elsevier.
- Garlet, T. B. et al. (2019). Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern brazil. v. 111, p. 157–169. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier.
- Kosugi, T.; Shimoda, Y.; Tashiro, T. (2019). Neighborhood influences on the diffusion of residential photovoltaic systems in Kyoto city, Japan. v. 21, n. 4, p. 477–505. *Environmental Economics and Policy Studies*, Springer.
- Lukanov, B. R.; Krieger, E. M. (2019). Distributed solar and environmental justice: Exploring the demographic and socio-economic trends of residential pv adoption in California. v. 134, p. 110935. *Energy Policy*, Elsevier.
- Mundaca, L.; Samahita, M. (2020). What drives home solar pv uptake? subsidies, peer effects and visibility in Sweden, v. 60, p. 101319. *Energy Research & Social Science*, Elsevier.
- Nascimento, F. M. d. et al. (2020 a). Factors for measuring photovoltaic adoption from the perspective of operators. v. 12, n. 8, p. 3184. *Sustainability, Multidisciplinary Digital Publishing Institute*.
- Nascimento, F. M. d. et al. (2020 b). Modelagem para a mensuração da evasão de unidades consumidoras das distribuidoras de energia elétrica. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Indicadores de Educação: atendimento educacional ao adulto, nível de escolaridade de pessoas de 25 anos e mais, por Bairros ou Grupos de Bairros, em 1991/2000 (2019 b). Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/c9e9bae1f47c46a8a0e17e56e774bede/about>>.
- Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. População residente, por idade e por grupos de idade, segundo as Áreas de Planejamento (AP), Regiões Administrativas (RA) e Bairros em 2000/2010. (2021). Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/e68e54ea6bb484dbb40828acf2b3e7e/about>>.
- Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rendimento nominal familiar per capita, segundo Bairros ou grupos de Bairros, no Município do Rio de Janeiro em 2000/2010 (2019 a). Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/0d39554baf804dbdb1581f018781ccd0/about>>.
- Rode J.; Weber, A. (2016). Does localized imitation drive technology adoption? a case study on rooftop photovoltaic systems in Germany. v. 78, p. 38–48. *Journal of Environmental Economics and Management*, Elsevier.
- Santos, L. D.; Canha, L.; and Bernardon, D. (2018). Projection of the diffusion of photovoltaic systems in residential low voltage consumers, v. 116, p. 384–401. *Renewable Energy*, Elsevier.
- Sauter, R.; Watson, J. (2007). Strategies for the deployment of micro-generation: Implications for social acceptance. v. 35, n. 5, p. 2770–2779. *Energy Policy*, Elsevier.