

## **Análise de Fatores Socioeconômicos em Relação ao Crescimento da Geração Distribuída no Brasil**

**Guilherme Rezende Pereira Camargo\*. Renan Moreira Soares. Lucas da Mata Santana Borges. Leonardo Garcia Marques. Marcelo Escobar de Oliveira.**

*\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG–Câmpus Itumbiara, Goiás, Brasil  
Núcleo de Pesquisas em Sistemas de Energia – NuPSE  
\* (e-mail: guilhermerez13@gmail.com)*

---

Abstract: Over the past few years, the issue of using renewable sources to generate electricity has been highlighted, after all, conventional means degrade the environment, in addition to requiring a high generation cost. This perspective takes us to the photovoltaic scenario, with the first solar plant being installed in Brazil in 2011, from that onwards, a strong generation model is evidenced to address the issues of sustainable economic development. Currently, the energy generated through photovoltaic solar modules has grown exponentially and still has a great generation potential, after all, Brazil has an excellent rate of solar irradiation, but when analyzing this potential, which has not yet been reached, questions are raised about variables that can leverage this growth or that are somehow correlated. Thus, the current work aims to raise studies on photovoltaic systems, the influence of socioeconomic factors in relation to the growth of photovoltaic generation, using statistical techniques to analyze the level of correlation between these variables. To carry out this analysis, it was necessary to obtain data from certain regions, such as the socioeconomic indices being taken from the website of the Brazilian Institute of Geography and Statistics and the installed power, obtained through the website of the National Agency of Electricity. Thus, it is possible to apply mathematical techniques and develop graphics through the Python programming language, finally generating results where it is possible to quantify the correlation and state that a certain socioeconomic factor is responsible for such a generation index in that particular analyzed location.

Resumo: Ao longo dos últimos anos foi ressaltado a questão da utilização de fontes renováveis para se gerar eletricidade, afinal os meios convencionais degradam o meio ambiente, além de necessitar um alto custo de geração. Tal perspectiva nos leva ao cenário fotovoltaico, sendo instalada a primeira usina solar no Brasil no ano de 2011, a partir disso é evidenciado um forte modelo de geração para atender as questões sobre o desenvolvimento econômico sustentável. Atualmente a energia gerada através de módulos solares fotovoltaicos cresceu exponencialmente e ainda com um grande potencial de geração, afinal o Brasil detém de um excelente índice de irradiação solar, mas quando analisado esse potencial que no qual ainda não foi atingido, são levantadas questões a respeito das variáveis que podem alavancar este crescimento ou que de certa maneira estão correlacionadas. Dessa forma, o atual trabalho tem como objetivo desenvolver estudos sobre sistemas fotovoltaicos e a influência de fatores socioeconômicos em relação ao crescimento deste modelo de produção elétrica, utilizando técnicas estatísticas para analisar o nível de correlação entre essas variáveis. Para que seja possível realizar esta análise foi necessário a obtenção de dados de determinadas regiões, como por exemplo, os índices socioeconômicos sendo retirados do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os de potência instalada, obtidos por meio do site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Assim sendo possível aplicar técnicas matemáticas por meio da linguagem de programação Python e gera onde seja possível quantificar a correlação existente das variáveis. Por fim, por meio dos resultados obtidos analisar a influência de fatores socioeconômicos no crescimento da geração distribuída em determinada região do país.

**Keywords:** Correlation Coefficient, Socioeconomic Indices, Python Programming, Solar Photovoltaic Modules.

**Palavras-chaves:** Coeficiente de Correlação, Índices Socioeconômicos, Programação Python, Módulos Solares Fotovoltaicos.

---

### **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente são levantadas várias discussões a respeito da utilização de recursos escassos para a geração de energia

elétrica, além de causar um grande impacto nocivo no meio ambiente e contribui para o aquecimento global. Em vários países a geração de eletricidade é feita através de métodos considerados convencionais, como as usinas hidrelétricas e termelétricas, sendo esses modelos de geração responsáveis

por manter todo o sistema elétricos e por fim beneficiando a humanidade, porém a inúmeras questões a serem pautadas a partir deste atual cenário, como por exemplo, envolvendo a matriz elétrica Brasileira, onde, é composta majoritariamente por hidrelétricas de grande porte situadas a uma grande distância dos centros consumidores, além de causar grandes impactos ao meio ambiente.

Neste contexto, ao longo dos últimos anos diversos países buscam fontes alternativas para gerar eletricidade, de modo em que seja possível não utilizar recursos limitados, pouco ou nada agressivos ao meio ambiente e ser economicamente viável.

A partir destas discussões, é protagonizado um modelo de geração de energia com o objetivo de atender estas questões observadas. Assim surge a denominada geração distribuída, onde é possível os próprios consumidores gerar sua eletricidade, tornando mais eficiente o processo de transporte de energia. Outro ponto importante deste modelo é que traz consigo muitas das vezes a utilização de energias renováveis, pois são geradas através de fontes naturais. Dessarte, englobando tanto questões em relação à preservação quanto ao desenvolvimento econômico sustentável (Borges, 2020).

Na atualidade, é notório um crescimento da geração distribuída no Brasil a partir de módulos solares fotovoltaicos. Quando ressaltado os benefícios desta tecnologia, é evidenciado fatores como, à facilidade de instalação, podendo ser instalados em propriedades comerciais ou residenciais, e sendo feita de forma simples sua operação e manutenção.

No Brasil, os estados que possuem os maiores números no que concerne à potência instalada (MW) geralmente estão localizados nas regiões sul e sudeste do país, entre os principais estados, destacam-se Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso e Paraná.

Desse modo, estudos são realizados a partir de dados obtidos ao longo dos anos sobre o crescimento da geração de eletricidade a partir dos módulos solares, com objetivo de se concretizar quais índices são responsáveis para tal nível de crescimento, sendo analisado diversos fatores, como por exemplo, a capacidade irradiação solar, economia e localização favorável. Neste contexto ocorre uma grande necessidade de estudos onde seja possível entender e quantificar quais fatores podem alavancar seu crescimento e de que maneira ele ocorre, assim gerando uma grande vantagem para empresas do setor e consequentemente seus consumidores de energia elétrica. Assim, essas empresas podem direcionar esforços e ações assertivas no que tange o crescimento da geração distribuída na sua região. Essas ações pontuais podem melhorar tanto a economia, quanto o desenvolvimento sustentável da região, do estado e do país.

Assim, o propósito deste trabalho, onde a partir de dados socioeconômicos disponibilizados pelo IBGE que são responsáveis por representar a economia da sociedade e índices como educação, renda, alfabetização. Sendo variáveis que podem ter relação com o crescimento da geração distribuída. Por fim empregando a linguagem de programação e ferramentas estatísticas para obter resultados matemáticos do

nível de correlação existente entre o potencial de geração e os fatores econômicos de uma determinada região.

## 2. GERAÇÃO ELÉTRICA

A geração de eletricidade, normalmente, é realizada por meio de grandes usinas que realizam o processo de conversão a partir de fontes como a água, sol, ventos, combustíveis fósseis, dentre outros. A partir disso, torna-se necessário a construção e manutenção de longas linhas de transmissão, que tem como função interligar usinas e subestações e por fim levar a energia aos consumidores com qualidade garantida.

Atualmente o Brasil detém de uma grande predominância das usinas hidrelétricas na matriz energética, assim ressaltando o ponto da necessidade da diversificação da matriz elétrica, utilizando fontes renováveis que podem melhorar e garantir a confiabilidade e segurança da produção, transmissão e agravar menos ou nada o meio ambiente.

Em vista desse cenário, o mercado de sistemas fotovoltaicos se expandiu por todo o Brasil, sendo em alguns estados a sua presença ser mais predominante, mas a questão em si é de como esta diferença pode ser analisada, ou quais fatores foram importantes para seu crescimento em determinados locais.

Diversos estudos são feitos sobre o crescimento e tendência no cenário da geração distribuída brasileira. Baseado nesses pontos, é enfatizado a importância de se analisar como pode estar correlacionado o aumento deste modelo de geração com indicadores socioeconômicos, como por exemplo, quais estados detém de maiores índices geração e outros não, onde essa diferença pode-se caracterizar por condições como, a renda per capita, educação, qualidade de vida e etc.

Assim, torna-se importante analisar a relação existente entre esses indicadores com o crescimento da geração distribuída, contribuindo com informações para a tomada de decisões para o setor elétrico brasileiro.

### 2.1 Geração Distribuída

Com o avanço de pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias em relação aos módulos fotovoltaicos, teve-se o começo de uma nova tendência mundial caracterizada pela geração de energia pelos próprios consumidores. Assim, levando a necessidade da modificação do sistema elétrico de potência, pois, com este método de produção faz com que haja um sentido bidirecional de energia na rede de distribuição, em baixa ou média tensão, sendo este novo modelo de geração denominada geração distribuída.

Segundo a ANEEL (2015), a geração distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica, onde a partir deste método é evidenciado diversos benefícios para o sistema elétrico, sendo um deles a diminuição de custos para a transmissão de eletricidade, além do baixo impacto ambiental causado e ocasionando também a diversificação da matriz energética.

Desse modo, podemos destacar um crescimento da geração distribuída no Brasil, a partir de módulos solares fotovoltaicos, que tem como característica utilizar a luz do sol para produzir energia elétrica, ocorrendo por meio da movimentação de elétrons das placas fotovoltaicas que são compostas de silício. Quando ressaltamos os benefícios desta tecnologia, podemos evidenciar fatores como, a facilidade de instalação, podendo ser instalados propriedades comerciais ou residenciais, e sendo feita de forma simples sua operação e manutenção, além de eliminar a necessidade de grandes linhas de transmissão que normalmente se utilizam para o transporte de eletricidade, segundo Sousa (2021).

Quando evidenciamos a implementação dos pequenos geradores, é apontado pela ANEEL (2015), há existência de algumas desvantagens relacionadas à rede de distribuição, afinal com o aumento desta tecnologia se torna mais complexo o gerenciamento e operação da rede, envolvendo mudanças nos procedimentos das concessionárias para operar, controlar e proteger. Na figura 1 é possível visualizar a evolução da potência instalada em relação à geração centralizada e a micro e minigeração distribuída até os dias de hoje.

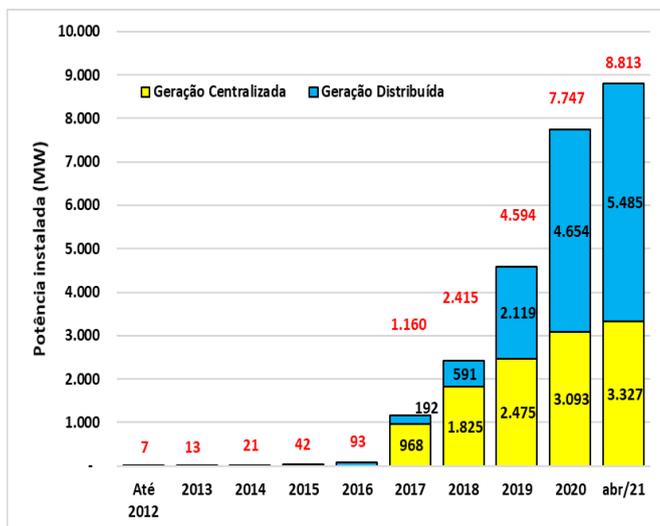


Fig. 1 Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.

Assim, como destacado o aumento de geradores na rede de distribuição, faz-se cada vez mais necessário o conhecimento das mudanças e consequências que ocorrem com a inserção dessa tecnologia. Assim, diversos estudos têm colaborado na perspectiva dos impactos da conexão de geração fotovoltaica conectados à rede, mas um ponto a ser destacado no presente projeto é na importância de se analisar também os fatores responsáveis por este crescimento.

## 2.2 Constituição da Análise

De acordo com o intuito deste estudo, baseado em estudos do crescimento fotovoltaico no Brasil e com a necessidade de se analisar de que maneira ocorre, torna-se exequível apurar a influência de fatores socioeconômicos no crescimento da geração fotovoltaica. A partir disso, deverá ser realizada uma análise referente à correlação de informações referentes a potência instalada e de dados socioeconômicos do Brasil.

Dados de características socioeconômicas são disponibilizados pelo instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE), no caso da potência instalada podem ser obtidos pela ANEEL, podendo ser em sites ou artigos que apresentem a atual capacidade de geração distribuída das cidades ou estados brasileiros. Além de qual região definida, é necessário avaliar fatores socioeconômicos que podem influenciar o aumento da geração de energia fotovoltaica. A princípio, a análise é executada por etapas, na figura 2 é apresentado um fluxograma das etapas presentes para realizar a análise.

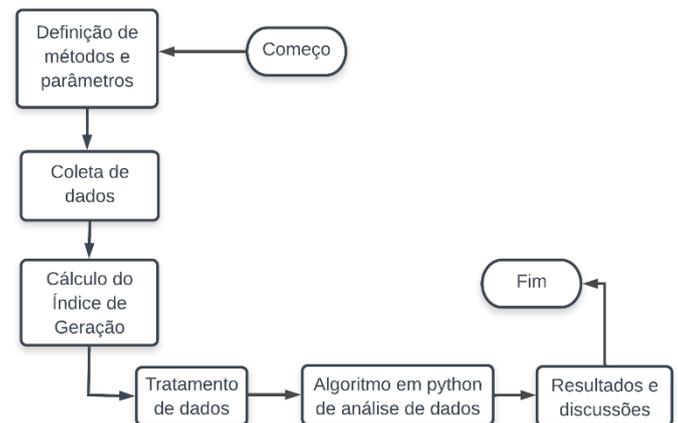


Fig. 2 Fluxograma das etapas que constituem a Análise Estatística.

Após a coleta, é executado um processo de organização dos dados, sendo esta etapa denominada como tratamento de dados, como por exemplo, a criação de uma tabela em Excel para que seja mais fácil a interpretação e visualização. Assim, para realizar a análise, é viabilizado a utilização de ferramentas computacionais, onde permite otimizar a última etapa, a análise estatística.

Existe a possibilidade de softwares que lhe permite realizar cálculos matemáticos para a análise estatística e geração de gráficos de dispersão ou de barras, que irão contribuir para a execução do projeto. No presente trabalho, foi optado por meio da linguagem de programação python, pela sua capacidade de trabalhar com manipulação e análise de dados.

## 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Conforme apresentado no trabalho, a partir da obtenção de dados socioeconômicos e realizado o cálculo do índice de geração, será aplicado à análise por meio das ferramentas de estatística apresentadas posteriormente. Com a realização de todas as etapas e após obter os resultados de correlação calculados, é iniciado a leitura e interpretação do que foi gerado pelas análises da determinada região definida.

### 3.1 Obtenção de dados

A primeira etapa é delimitar qual região pretende-se analisar, para que seja possível realizar a coleta de dados de modo conciso, tendo como objetivo informações referentes as unidades federativas do Brasil, para posteriormente aplicar em cálculos e estudos. Para a obtenção das informações, é feita

por meio de sites de órgãos responsáveis por cada área de pesquisa sobre as regiões definidas, assim tornando possível por meio dos dados obtidos, analisar a correlação existente entre as variáveis de potencial de geração fotovoltaico e de fatores socioeconômicos que irá ser fundamental na execução do projeto.

Dentre os diversos indicadores econômicos, os escolhidos para apresentar o cenário real da população que são disponibilizados pelo relatório de pesquisas realizadas pelo IBGE, foram:

- Produto Interno Bruto (PIB) per capita, tendo como capacidade de apresentar em um estado a distribuição de sua riqueza;

- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), sendo um fator fundamental, pois, é um ótimo indicador da qualidade de vida em uma população específica, envolvendo questões como a renda, educação e saúde;

- Domicílios Particulares com 3 e 5 Residentes, a escolha da utilização desse fator está relacionado ao raciocínio lógico de que quanto mais residentes em uma casa, maiores os custos referentes a energia elétrica, sendo este um dos motivos para se instalar módulos fotovoltaicos em residências particulares;

- Domicílios Particulares com renda entre 2 a 5 e maior do que 20 salários-mínimos, sua escolha é justificada devido a necessidade de uma renda considerável para realizar o empreendimento de produzir energia própria, tendo um retorno de investimento a médio ou longo prazo de acordo com o sistema instalado na residência.

Com os dados socioeconômicos, a próxima etapa é a obtenção do potencial de geração das unidades federativas. A ABSOLAR mensalmente disponibiliza online panoramas da energia solar fotovoltaica no Brasil, englobando tópicos como a evolução da Fonte Solar, a produção energética da matriz elétrica brasileira, dados da Geração Centralizada e por fim da Geração Distribuída de cada respectivo estado do Brasil, que será utilizado na análise de correlação.

### 3.2 Índice de Geração

Para que seja possível realizar uma análise de correlação entre variáveis socioeconômicas com os dados de potência instalada, faz-se necessário aplicar um indicador de geração, onde tem como objetivo permitir a comparação de grandes e pequenas unidades federativas. Quando observado a produção de energia solar de um estado com milhões de habitantes, é notório um maior potencial de sistemas solares instalados em residências, ou seja, havendo uma grande diferença com estados menos populacionais que ocasionalmente detém menos residências, o que não permite realizar uma comparação justa.

Assim, faz-se importante aplicar no projeto o Índice de Geração, que compreende a razão entre a quantidade de potência instalada pelo número de habitantes, sendo uma ferramenta utilizada para diminuir os erros na análise.

Conforme apresentado em (1), demonstrando a equação para obter o índice (Borges, 2020):

$$\text{Índice de Geração} = \frac{\text{Potência Instalada [kW]}}{\frac{\text{Número de Habitantes [unid]}}{1000}} \quad (1)$$

Por meio deste cálculo, obtendo o índice de geração, que será aplicado em conjunto com os dados socioeconômicos, sendo tratados como variáveis (X, Y) no presente trabalho. Em primeiro momento, ambos os dados podem ser inseridos em um gráfico de dispersão, onde é possível representar em um único ponto em plano cartesiano associar as variáveis. Desse modo, por meio das ferramentas de estatística, cálculo matemáticos e linguagem de programação torna-se possível quantificar e obter resultados conclusivos de correlação.

De acordo com (1), por meio do cálculo apresentado é possível verificar o índice de geração de cada estado do país. A utilização de um gráfico de dispersão pode demonstrar quais estados detém de um maior valor, além de visualizar quais regiões do Brasil é predominante em geração fotovoltaica. Na figura 3 são apresentados os índices de geração de cada estado.

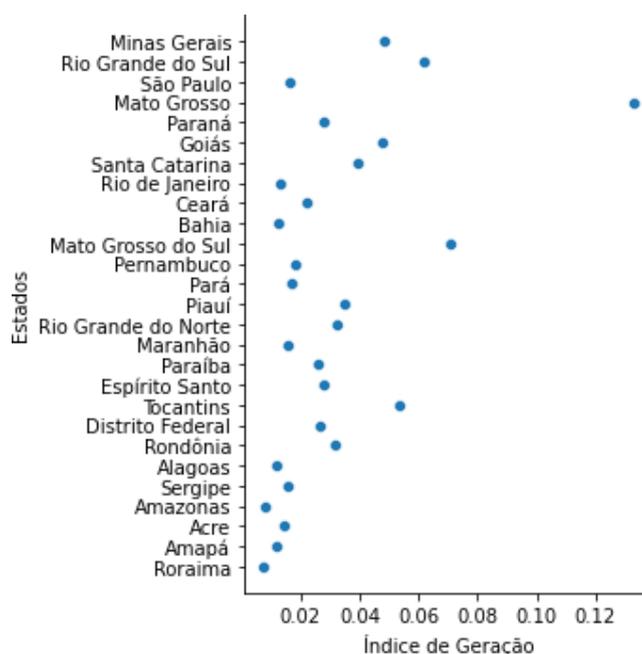


Fig. 3 Índice de Geração dos estados Brasileiros.

### 3.3 Estatística Aplicada

A estatística é uma ferramenta que é utilizada pela humanidade desde a antiguidade, auxiliando a sociedade a entender determinados fenômenos, posteriormente sendo aplicada em áreas, como por exemplo, nas ciências sociais, medicina e psicologia. Desse modo, aplicando recursos matemáticos e gráficos para representação e análise de dados, como por exemplo, a análise de correlação.

Análise de correlação é uma ferramenta comumente utilizada em diversas áreas do conhecimento, podendo ser executada não somente como obtenção de resultados, mas também como uma etapa para utilização de outras técnicas de análises. O método bastante utilizado para medir a correlação entre duas variáveis é o coeficiente de correlação de Pearson, no qual será aplicado no projeto juntamente com outros dois métodos, trazendo uma maior análise e confiabilidade de resultados. Os coeficientes de correlação aplicados no trabalho foram:

- Coeficiente de Correlação de Pearson (r): Um método usualmente aplicado para medir a correlação entre duas variáveis é o coeficiente de correlação de Pearson, criado pelo matemático Karl Pearson, sendo uma medida de associação linear entre as variáveis estudadas. Com sua aplicação, é possível indicar entre as variáveis se existe uma proporcionalidade linear, os valores de correlação são compreendidos entre -1 a 1, sendo o sinal positivo responsável por indicar que existe um crescimento proporcional, já o sinal negativo por representar uma relação inversamente proporcional entre as variáveis.

- Coeficiente de Correlação de Spearman (p): Uma ferramenta comumente usada na área da estatística, sendo um método de correlação alternativa ao coeficiente de Pearson, pois permite aplicar em casos com variáveis assimétricas e com dados fora do padrão, conhecidos como “dados mentirosos”. A característica deste método é a capacidade de analisar se as variáveis têm tendências a se mover na mesma direção, de forma constante ou não. Basicamente, o resultado de uma correlação positiva, indica o aumento de X e Y, já para casos negativos seria o contrário.

- Coeficiente de Correlação de Kendall (Tau de Kendall): Uma utilização de ferramenta alternativa dos coeficientes de Pearson e Spearman em trabalhos estatísticos, é o coeficiente de correlação de Kendall, pois contém uma eficiência maior dos outros métodos apresentados, quando as amostras apresentarem dados com valores semelhantes ou pequenos. Além de que tem a capacidade de verificar a correlação entre as variáveis trabalhadas ignorando o efeito da possibilidade de uma terceira variável.

#### 4. RESULTADOS

De acordo com objetivo do projeto, por meio deste capítulo será apresentado os resultados que foram obtidos a partir das análises feitas entre as variáveis, sendo elas, a potência instalada por unidade federativa (índice de geração) e fatores socioeconômicos, escolhidos para representar o cenário econômico dos estados.

A análise será aplicada nos seis índices socioeconômicos listados no trabalho, verificando em cada um o nível de correlação com a potência instalada. Assim, serão demonstrados os resultados por meio de mapas de calor de cada coeficiente de correlação, tornando possível ter uma perspectiva visual além dos resultados matemáticos, utilizando o ambiente interativo notebook Colab, que permite escrever e executar códigos em Python, otimizando o processo de geração de resultados e gráficos (Jarey, 2020).

#### 4.1 Análise pelo coeficiente de correlação de Pearson

Analisando os resultados que foram obtidos pelo coeficiente de correlação de Pearson nos dados coletados, é apresentado valores positivos e negativos. Neste caso analisado é possível visualizar a fraca correlação com os fatores relacionados aos domicílios particulares, conforme demonstra o mapa de calor da figura 4:

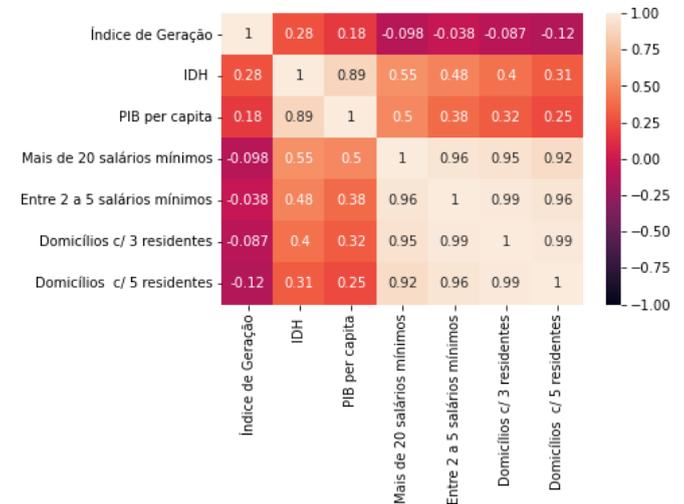


Fig. 4 Mapa de calor do coeficiente de Pearson.

#### 4.2 Análise pelo coeficiente de correlação de Spearman

Aplicando o coeficiente de correlação de Spearman nos dados coletados, é apresentado os seguintes resultados, onde todos os fatores socioeconômicos apresentaram níveis de correlações positivos, tendo como protagonista o Índice de Desenvolvimento Humano, seguindo pelo Produto Interno Bruto per capita, conforme a figura 5:

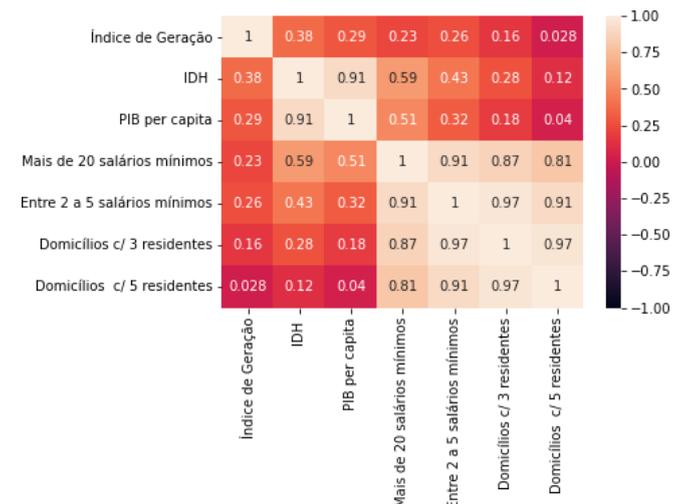


Fig. 5 Mapa de calor do coeficiente de Spearman.

#### 4.3 Análise pelo coeficiente de correlação de Kendall

Em relação ao Produto Interno Bruto per capita, foi demonstrado ter correlação positiva com o índice de geração do mesmo modo com IDH, porém são menores. Entre os coeficientes, o valor mais significativo foi apresentado pelo coeficiente de Kendall.

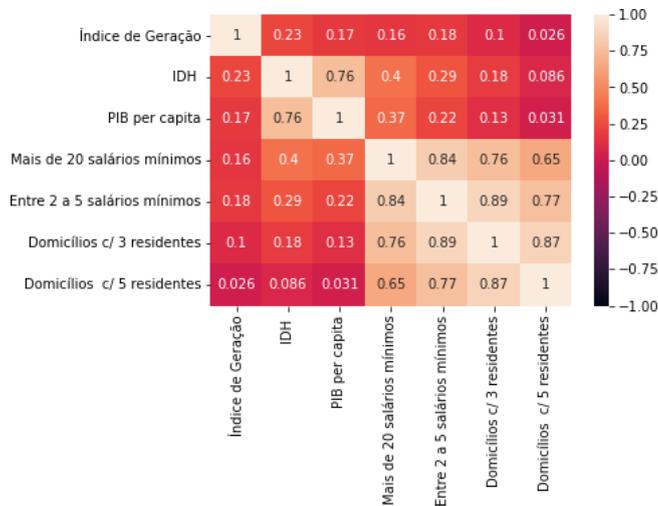


Fig. 6 Mapa de calor do coeficiente de Kendall.

A análise de correlação referente a relação da potência instalada, com a quantidade de pessoas residentes em um domicílio, demonstrou para o caso de três residentes valores positivos e negativos de intensidade fraca. Novamente o coeficiente de Kendall teve o maior valor positivo, seguindo por Spearman com pouca diferença, porém para o caso de Pearson, é apresentado um valor fraco e negativo de correlação, ou seja, são inversamente proporcionais.

Já para o caso de domicílios particulares com cinco residentes, foram obtidos valores que demonstram menor correlação do que de três residentes, apresentando valores próximos a zero, com novamente o coeficiente de Pearson detendo resultados negativos de intensidade fraca.

Em relação à análise aplicada para quantidade de salários-mínimos existentes por domicílios particulares, foi encontrado valores positivos e negativos, no fator entre 2 e 5 salários-mínimos é apresentado pelo coeficiente de Pearson uma correlação negativa e fraca, diferentemente dos outros dois analisados, onde Spearman e Kendall contém correlação positiva e fraca.

No caso para domicílios com mais de vinte salários-mínimos, é evidenciado o mesmo padrão do anterior, com correlações negativas e positivas em seus respectivos coeficientes. Um ponto a ser ressaltado é na diferença que há de correlação entre os fatores socioeconômicos analisados referentes a salários- mínimos, pois, dentre os valores positivos, a menor quantidade de salários-mínimos foi a que melhor apresentou correlação com a potência instalada.

## 5. CONCLUSÕES

Por meio dos cálculos de correlação entre as variáveis trabalhadas, foi analisado que dentre os índices socioeconômicos, o que apresentou melhores resultados, foi o

fator do Índice de Desenvolvimento humano, demonstrando valores de correlação positiva para os dados de potência instalada das unidades federativas, sendo esses valores medianos tanto em Pearson, quanto em Spearman e Kendall.

A escolha de alguns fatores socioeconômicos deve-se a intenção de ponderar o aumento de correlação, como por exemplo, avaliando se o aumento da quantidade de residentes em um domicílio realmente estaria relacionado ao índice de geração, da mesma maneira com a quantidade de salários-mínimos.

Conforme o intuito do projeto, é possível deduzir que a geração distribuída detém correlação com determinados fatores socioeconômicos, sendo essa correlação positiva e negativa com intensidade fraca, média ou forte. Dentre todos os índices socioeconômicos, o Índice de Desenvolvimento Humano protagonizou-se por apresentar maiores valores de correlação.

De acordo com o objetivo do trabalho, avaliando a correlação entre variáveis socioeconômicas com a geração distribuída, ou seja, se é possível alguma variável estar diretamente ligada com o crescimento da geração de energia solar em determinada região do Brasil. A importância de se analisar o crescimento da geração distribuída em um local é evidenciar pontos que devem ser melhorados em sistemas elétricos, preparando para o aumento que terá no futuro, permitindo ter uma melhoria na qualidade energética para os consumidores.

## REFERÊNCIAS

- Absolar. (2021). Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - Infográfico Absolar. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica.
- ANEEL. (2015). Geração Distribuída. Agência Nacional De Energia Elétrica,
- ECO.A. (2020). Brasil chega a mais de 300 mil sistemas fotovoltaicos na geração distribuída conectados à rede. Ecoa Energias Renováveis, Santa Catarina, Brasil.
- IBGE. (2021). Índice de Desenvolvimento Humano – CARTOGRAMAS. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2018) Sistema de Contas Regionais: Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Borges, L.M.S. (2020). Análises de Fatores Socioeconômicos em Relação ao Crescimento da Geração Distribuída em Goiás. Instituto Federal de Goiás, Itumbiara, Brasil.
- Pnud, IPEA, FJP. (2019) Radar IDHM: Evolução do IDHM e seus índices componentes no período de 2012 a 2017. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Jarey Rand. (2020). Popular Python Packages for Data Science.

Sousa, W. L. (2021). Impacto ambiental de Hidrelétricas: Uma análise comparativa de duas abordagens. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Gregorio da Silva Junior, R.; Valverde Jobim Castor, B.; Vieira da Silva, W.; Torres da Rocha, D. (2011), Pesquisa e desenvolvimento e a qualidade no fornecimento de energia elétrica. Estudos do CEPE.