

Geração Distribuída de Energia Fotovoltaica em Mossoró 2022

Daniel P. C. Terceiro¹, Lázaro L.L. Sousa²

Resumo: Constatar a quantidade de usinas fotovoltaicas de energia elétrica em residências no município de Mossoró, o custo associado por kW gerado em sistemas de micro e minigeração distribuída. Os dados foram levantados através de uma pesquisa em que participaram empresas e clientes que forneceram as informações requisitadas necessárias para este projeto, em que foi possível determinar que o custo associado por projeto de R\$31,80. A coleta de dados em outras fontes, como a ANEEL e a EPE possibilitou saber a quantidade exata de 5.044 sistemas de mini e microgeração distribuída, constatou-se que o custo da tarifa de energia elétrica praticamente dobrou entre 2011 e 2022.

Palavras-chave: Mossoró ; Solar; Energia, Eletricidade

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica tem se tornado cada vez mais importante para a humanidade, seja para fins de entretenimento, estudantes ou profissionais é inquestionável sua relevância no mundo moderno, onde a eletricidade se faz necessária até para a preservação da vida. E a fim de atender a essa demanda, países no mundo todo tem procurado fontes de energia, renováveis ou não, que sejam de baixa escassez. Da perspectiva do indivíduo, essa escassez se apresenta principalmente de duas formas, a falta de eletricidade, ou uma despesa mensal referente aos custos da energia consumida.

Muitas fontes de energia contribuem para a matriz energética brasileira, segundo o BEN 2022 (Balanço Energético Nacional 2022) a hidrelétrica é a maior responsável, com cerca de 53,4% em 2021. A busca por diversificação da matriz energética se torna evidente comparando a matriz energética brasileira de 2021 com o ano anterior, 2020, sendo este comportamento o mesmo para os anos anteriores.

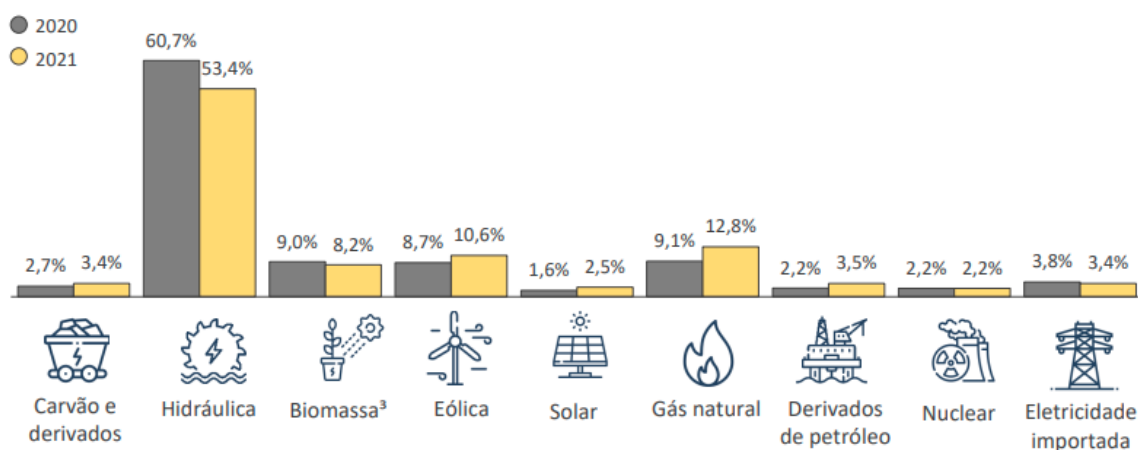


Figura 1: Comparativo da Matriz Energética Brasileira 2020/2021 (BEN 2022)

O crescimento de energia de fontes renováveis e diversificação da matriz energética traz para o país segurança energética, isto é, a garantia de que o país consegue suprir as demandas de energia interna. Em 1984 o Brasil passou a depender, em alguma medida, de energia vinda do exterior, isso é explicado principalmente pela construção da usina hidrelétrica binacional Itaipu compartilhada com o Paraguai, que tem uma demanda energética menor. O Brasil tem comprado energia elétrica ao Paraguai desde então, e apesar da quantidade de energia elétrica importada não representar uma parcela muito expressiva, quando comparada com as maiores fontes da matriz energética, ela ainda representa uma parcela maior do que a energia solar, no entanto a

dependência de eletricidade externa vem caindo ao longo dos anos, segundo a EPE (Empresa de pesquisa Energética).

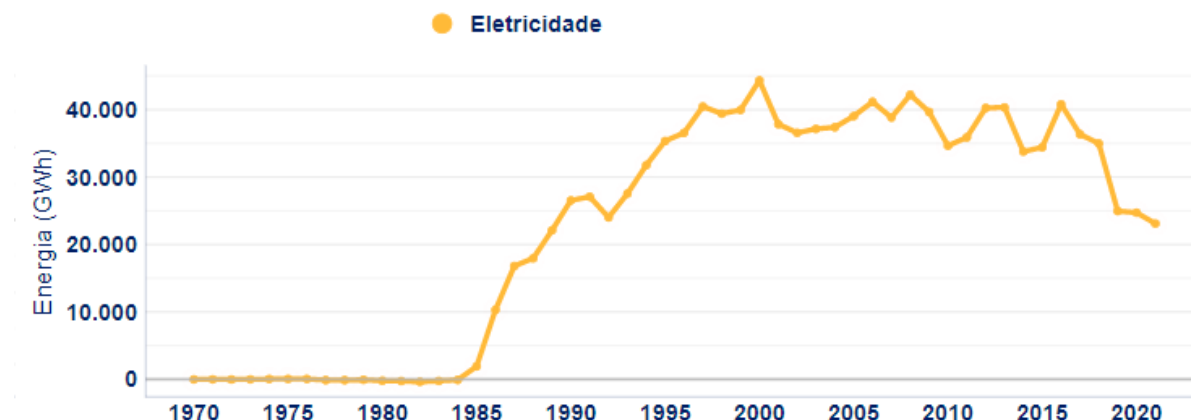


Figura 2: Dependência Externa de Energia Elétrica (BEN Interativo)

O consumo de energia elétrica por setor no Brasil não teve grandes mudanças ao longo dos anos, o setor industrial tem sido o maior consumidor, seguido pelo setor residencial. Em 2020 o setor industrial consumiu 36% e o residencial 27% da energia elétrica ofertada. Em 2021 o consumo foi de 37% e 26%, respectivamente. (BEN Interativo). Ao mesmo tempo, a participação da energia solar foi 55,9% maior em 2021 do que em 2020 (BEN 2022).

Tendo em vista essa diversificação na matriz energética brasileira, e a relevância da eletricidade para a sociedade moderna, é evidente que existe uma preocupação em relação à escassez desse recurso. O termo “escassez” é estudado pela economia como a dificuldade de atender a determinada demanda de um bem ou produto, nesse sentido, a energia passa então a ter um valor ou custo, atribuído para o uso da eletricidade.

Com o advento dos painéis fotovoltaicos no final do século XX e principalmente no começo do século XXI, tanto governos, empresas, como também o cidadão comum, passaram a usar esse modo de geração de energia no intuito de adotar uma fonte renovável e que a longo prazo apresente baixo custo. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, a energia fotovoltaica contribuiu para a Matriz Energética Brasileira com cerca 2,5% em 2021, 1% maior em relação ao ano anterior.

No município de Mossoró, a quantidade de usinas cadastradas em 2021 é maior que o dobro do número contado em 2020. Diversas empresas e engenheiros enxergando uma oportunidade no mercado de trabalho começaram a investir em serviços que atendessem a demanda da população por sistemas fotovoltaicos on-grid.

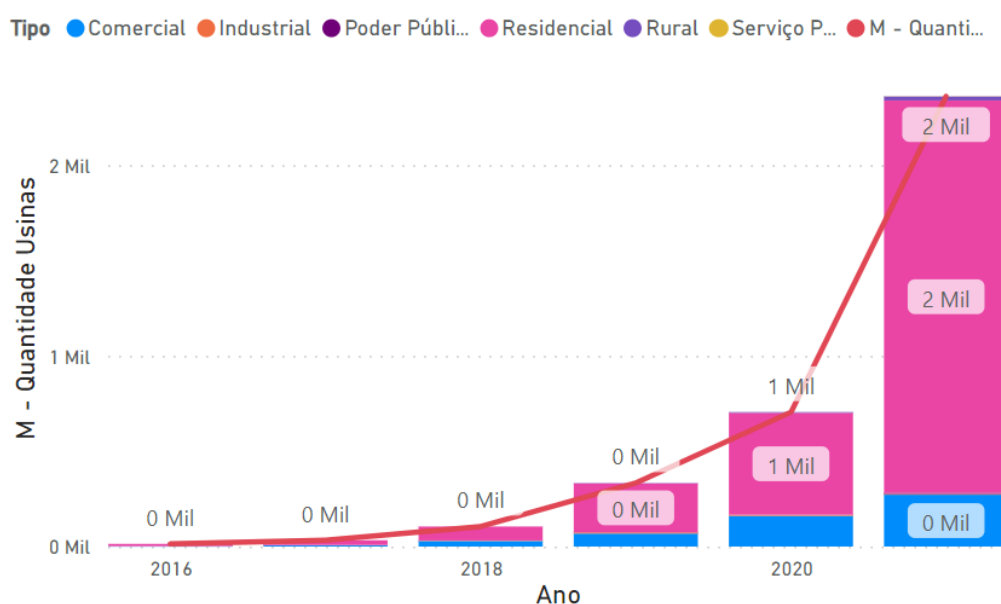


Figura 3: Quantidade de usinas fotovoltaicas em Mossoró (SolarZ)

Logo, algumas questões relevantes podem ser feitas: Quantas usinas fotovoltaicas de mini e microgeração distribuídas existem em Mossoró? Quantas empresas com sede no município oferecem projetos para usinas fotovoltaicas? Quais os custos associados a esse tipo de geração? Qual o tipo de tecnologia mais usado de painéis solares nessas empresas?

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Empresas em Mossoró

Para satisfazer o interesse de descobrir quanto da geração distribuída de energia fotovoltaica existe, assim como o custo médio da mesma no município de Mossoró, foi necessário contabilizar todas as empresas com sede no município de Mossoró, durante os meses de Abril e Setembro de 2022. As empresas foram encontradas através de mídias sociais, recomendações de terceiros e clientes que forneceram as informações.

Todas as empresas foram contatadas através dos meios de comunicação que as mesmas disponibilizaram em seus sites e/ou representantes comerciais. Visto que a legislação brasileira permite que qualquer empresa faça projetos em qualquer lugar do Brasil, independentemente da empresa ter sede no município, desde que atenda os requisitos da concessionária e demais regulamentações normativas previstas em lei, no entanto a participação dessas empresas é menor em relação às empresas presentes no próprio município, e portanto, desconsideradas.

Todas as empresas encontradas e contatadas receberam um curto questionário solicitando as seguintes informações:

1. Qual o número de clientes que a empresa atendeu?
2. Qual a potência total instalada pela empresa, somando todos os seus clientes?
3. Qual o consumo médio de energia elétrica antes e depois da instalação dos painéis solares?
4. Qual o custo por kWh? A empresa poderia fornecer um de seus orçamentos?
5. Qual o tipo das células fotovoltaicas? (Ex.: Silício monocristalino, policristalino, amorfo)

Todas as perguntas foram direcionadas exclusivamente relacionadas ao município de Mossoró, e somadas as respostas das empresas, pode-se fazer algumas conclusões relevantes, como o custo associado por kWh gerado no município, a quantidade de clientes responderia o número de sistemas fotovoltaicos on-grid conectados a rede, a potência total instalada pela empresa. A identidade das empresas e demais informações não serão informadas sem o consentimento da empresa e nem todas as empresas responderam a todas as questões, foram obtidas as seguintes perguntas:

Tabela 1: Resumo de Respostas

Empresa	Potência instalada (Wp)	Custo (R\$/kWh)	Nº Clientes	Tipo de Célula de Silício
1	450	30,13	80	Mono e Policristalino
2	313,43	33,48	50	Monocristalino

2.2. Tarifa de Energia

Outro fator pesquisado foi a progressão do custo de energia elétrica ao longo dos anos, a escassez de eletricidade se apresenta para o indivíduo principalmente através desta forma, a fim de ter o recurso da eletricidade em sua residência, as concessionárias de energia distribuem o recurso cujo preço é recalculado periodicamente pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Segundo o jornal Extra, usando dados da ANEEL, a tarifa de energia subiu 82% em 10 anos, avaliando o período de 2011 e 2021. Para confirmar o crescente custo na energia elétrica ao longo dos anos, pode-se ver o valor da tarifa divulgada pela COSERN (Companhia Energética do Rio Grande do Norte), concessionária responsável pelo município de Mossoró.

Como segundo as empresas de energia elétrica, o custo associado à aquisição de um sistema fotovoltaico não apresenta retorno financeiro para clientes com baixo consumo, não será considerado o custo de tarifas de consumo de até 300 kWh/mês como também tarifas de unidades não residenciais. Também devido a falhas no site da COSERN, as tarifas de energia prévias a 2019 e a de 2021 não puderam ser consultadas.

No banco de dados da ANEEL, foi possível encontrar um gráfico do custo da energia elétrica no RN em reais por megawatt, o gráfico pode ser visto na figura 4. Fazendo a conversão de MWh para kWh, os valores são

aproximadamente os mesmos encontrados nos documentos fornecidos pela COSERN, a tarifa de 2022 corresponde a 0,67 R\$/kWh, e em 2019 é de 0,50 R\$/kWh.

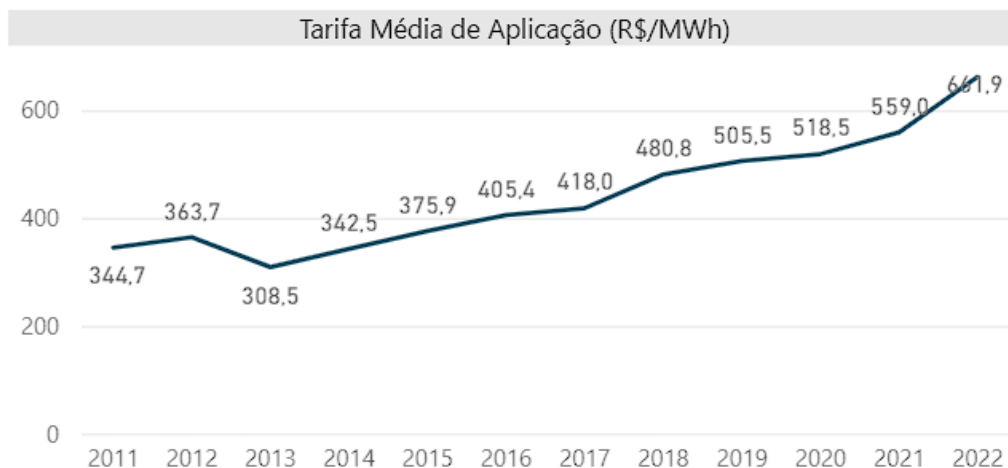


Figura 4: Progressão do preço final de tarifa elétrica (ANEEL)

2.3. Quantidade de usinas residenciais

Todo projeto fotovoltaico on-grid precisa ser aprovado pela concessionária de energia para que a execução e instalação esteja de acordo com as normas previstas em lei, uma vez aprovada pela concessionária, é comunicada à ANEEL. Logo, ainda que as empresas no município de Mossoró não prestassem as informações para esta pesquisa, é possível encontrar a quantidade de usinas no banco de dados da ANEEL. No entanto, não é possível saber outras informações relacionadas a estes projetos já que as informações são de caráter pessoal e protegidas pela LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados).

A pergunta do número de clientes atendidos pela empresa permaneceu para que fosse possível constatar o impacto dessa empresa no mercado. Saber a quantidade de clientes que a empresa tem e a quantidade de potência total instalada pela empresa, possibilita estimar a potência instalada por cliente, na tentativa de ter um valor médio da potência por unidade de sistema.

2.4. Consumo de energia elétrica

Assim como a tarifa energética tem crescido, a população também passou a usar mais eletrônicos e eletrodomésticos, isso associado às recorrentes crises hídricas, que através das bandeiras tarifárias, contribuem para um custo maior da energia elétrica no final do mês, fez com que muitos indivíduos procurassem sistemas de geração distribuídas. Por essa razão foi solicitado às empresas informações referentes ao consumo de energia antes e depois da adição dos sistemas fotovoltaicos.

No entanto, essas informações também são protegidas pela LGPD, implicando que a concessionária somente pode fornecer essas informações para o responsável pela conta contrato ou por ordem judicial. Através do contato com algumas empresas como a AM Engenharia e alguns clientes, foi fornecida algumas das informações solicitadas, as análises deste projeto se baseiam nessas informações. O nome dos clientes e de outras empresas que não escolheram se identificar será preservado em sigilo.

2.5. Consumo de energia antes do sistema on-grid

Foi solicitado aos clientes que apresentassem o consumo antes da instalação do sistema fotovoltaico instalado em sua residência num período de 12 meses, essa informação pode ser encontrada nos papéis de energia fornecidos pela concessionária, os clientes precisavam somente de um papel de energia prévio a instalação do sistema. Outra forma de obter esses dados é através dos orçamentos feitos pelas empresas que estimam um consumo médio, ou através de um levantamento de carga, para o dimensionamento do sistema fotovoltaico on-grid. Em posse desses dados, a média mensal do consumo de energia por cliente pode ser vista na tabela 1, os clientes B, C, D, E, e F, tiveram o consumo baseado nas informações prestadas pelo orçamento das empresas de energia elétrica, enquanto que o cliente A forneceu a conta de luz antes e depois da aquisição do sistema on-grid e também de relatório de seu consumo e relatório de geração.

Tabela 2: Consumo mensal prévio a sistema on-grid

Cliente	A	B	C	D	E	F
Consumo (kWh/mês)	497	430	559	600	970	1200

2.6. Consumo de energia total e medido

O consumo médio calculado após a instalação do sistema on-grid foi extraído de relatórios elaborados pela COSERN, e fornecidos por empresas e clientes. Porém, nem todos os dados foram fornecidos, o consumo presente nos relatórios não levam em consideração o consumo total, e sim o consumo medido. O consumo total é dado da seguinte forma:

$$\text{Consumo total} = (\text{Geração total} - \text{Energia Injetada}) + \text{Consumo Medido} \quad (1)$$

- Geração Total : Energia gerada pelo sistema;
- Energia Injetada: Energia que sai do sistema para a rede;
- Consumo Medido: Energia consumida medida, presente no relatório da concessionária.

A diferença entre a geração total e a energia injetada é o consumo instantâneo, que corresponde a energia consumida pela residência enquanto o sistema fotovoltaico está gerando. A energia injetada é o excedente de geração que não foi consumido, e é injetado na rede. O consumo medido é a energia consumida quando o sistema não está gerando. Não foi possível obter todos os dados de todos os sistemas do consumo instantâneo, portanto o valor do consumo médio mensal após a instalação do sistema on-grid entrar em operação, será a média do consumo medido mensal, presente na tabela 3.

A eletricidade gasta no consumo medido é suprida pela rede, que por sua vez é alimentada pela matriz energética do país, no entanto, como o consumo instantâneo é menor que a geração total, a diferença entre os dois (Energia Injetada) também é usada pela rede. Dessa forma, a energia injetada é subtraída do consumo medido, e se houver excedente, se torna crédito na concessionária usado para abater um outro consumo medido que tanto pode ser da mesma unidade consumidora ou de uma outra unidade previamente acordada durante a submissão do projeto na concessionária.

Tabela 3: Consumo medido e créditos após sistema on-grid

Cliente	Energia consumida medida (kWh/mês)	Média dos créditos mensais (kWh/mês)
A	399	90
B	313	154
C	331	90
D	439	135
E	619	172
F	946	64

2.6.1. Análise de consumo total após sistema on grid

Somente os dados dos clientes A, B, C e F foram suficientes para fazer uma análise do consumo total após a instalação do sistema de geração fotovoltaico. Na tabela 4 foi calculado o consumo total médio mensal de cada cliente, e na tabela 5 tem-se o comparativo do consumo antes e depois do sistema fotovoltaico.

Tabela 4: Consumo total médio mensal após sistema on-grid

Cliente	Geração Total média mensal (kWh/mês)	Energia injetada média mensal (kWh/mês)	Energia consumida medida (kWh/mês)	Consumo Total Médio (kWh/mês)
A	620	488	399	531

B	558	467	313	404
C	583	421	331	493
F	1132	1010	946	1068

Tabela 5: Comparativo de consumo antes e depois

Cliente	Consumo Médio Antes (kWh/mês)	Consumo Total Médio Depois (kWh/mês)
A	497	531
B	430	404
C	559	493
F	1200	1068

3. CONCLUSÕES

Foi encontrado um total de 24 empresas disponíveis com sede no município de Mossoró, segundo a ANEEL são 5.044 sistemas de mini e microgeração distribuída cadastrados até janeiro de 2022. Das respostas das empresas e orçamentos disponibilizados, o custo por kWh foi muito maior se comparado diretamente ao custo de energia, cerca de 31,80 R\$/kWh, e a tarifa de energia é de 0,66 R\$/kWh em 2022. Porém, a longo prazo, considerando que o sistema de geração distribuída permaneça em operação, o retorno financeiro do investimento feito chega entre 3 a 5 anos, dependendo do projeto.

Vale ressaltar que o comportamento da tarifa de energia dobrou em 10 anos, sem nenhum sinal de queda para os próximos anos, tornando ainda viável a opção de adotar sistemas de geração distribuída. O comportamento do consumidor de energia elétrica variou bastante, aparentemente, através informações fornecidas pelas empresas a maioria dos consumidores estudados (B, C e F) passaram a consumir menos eletricidade após a aquisição dos sistemas, no entanto, esses mesmos consumidores não forneceram o consumo medido pela COSERN no período de 12 meses antes da aquisição do sistema fotovoltaico. O consumo prévio dos clientes B, C e F foram fornecidos pelas empresas através dos orçamentos feitos para estes casos, estes dados não puderam ser adquiridos de outra forma pois incorreria em crime previsto na LGPD.

No caso do cliente A, este forneceu os dados das contas de energia num prazo de 13 meses prévios, e relatou que passou a adquirir muito mais eletrodomésticos e eletrônicos após o projeto de geração distribuída entrar em funcionamento. Ainda vale salientar que nos outros clientes tinham mais de uma unidade consumidora cadastrada em alguns dos meses para o consumo dos créditos presentes no relatório fornecido, o que pode ter ocasionado uma medição equivocada no consumo total já que nem em todos os meses foram contabilizadas o consumo de todas as unidades consumidoras destes clientes.

A Lei Geral de Proteção de Dados dificultou bastante a realização desta pesquisa, assim como diversas empresas que não prestaram retorno ou se recusaram a fornecer as informações, e também a constante dificuldade de acessar os bancos de dados da ANEEL e da COSERN. Vale sugerir uma pesquisa mais próxima do consumidor em trabalhos futuros, uma vez que o próprio consumidor pode fornecer as informações e apresentar dados mais concisos, como foi feito no caso do cliente A.

4. REFERÊNCIAS

- [1] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA Balanço Energético Nacional 2022: Ano base 2021 – Rio de Janeiro : EPE, 2021
- [2] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, Balanço Energético Nacional. Interativo. <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/ben/> Acesso em: 19/10/2022
- [3] SOLARZ, Dados de Geração Distribuída. <https://solarz.com.br/dadosgd/> Acesso em: 14/04/2022
- [4] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Custo de Energia entre 2011 e 2021. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDFmMzIzM2QzM2E5Ni00YjkyLWlxdmFtYTU4NTI0NWYyNTI5IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiJR9.> Acesso em 18/10/2022
- [5] CARDOSO, Letycia. Em dez anos, preço da energia elétrica subiu 82%; expectativa é de que custo supere inflação. <https://extra.globo.com/economia-e-financas/em-dez-anos-preco-da-energia-eletrica-subiu-82-expectativa-de-que-custo-supere-inflacao-25363814.html>. Acesso em: 23/11/2022

[6]AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Relação de empreendimentos de geração distribuída.
<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/relacao-de-empreendimentos-de-geracao-distribuida>. Acesso em:
08/11/2022