



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

EMANUEL PHILIP DANTAS MACEDO

ALTO OESTE POTIGUAR – RN: O AVANÇO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

PAU DOS FERROS – RN
2022

EMANUEL PHILIP DANTAS MACEDO

ALTO OESTE POTIGUAR – RN: O AVANÇO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Adelson Menezes Lima (UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M141a Macedo, Emanuel Philipi Dantas.
Alto Oeste Potiguar - RN: o avanço dos sistemas
fotovoltaicos. / Emanuel Philipi Dantas Macedo. -
2022.
41 f. : il.

Orientador: Adelson Menezes Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Sistema Fotovoltaico. 2. Levantamento de
Dados. 3. radiação Solar. 4. Imposto Sobre Serviço
de Qualquer Natureza. I. Lima, Adelson Menezes,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

ALTO OESTE POTIGUAR – RN: O AVANÇO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

EMANUEL PHILIPI DANTAS MACEDO

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

APROVADO EM: 16/05/2022

BANCA EXAMINADORA:

ADELSON MENEZES
LIMA:99340798520

Assinado de forma digital por ADELSON
MENEZES LIMA:99340798520
Dados: 2022.05.23 20:57:53 -03'00'

Prof. Dr. Adelson Menezes Lima
Presidente

Alex Pinheiro Feitosa

Assinado de forma digital por Alex
Pinheiro Feitosa
Dados: 2022.05.24 10:37:15 -03'00'

Prof. Dr. Alex Pinheiro Feitosa
1º Examinador

FRANCISCO CARLOS GURGEL
DA SILVA
SEGUNDO:06062106444

Dados: 2022.06.07
09:08:46 -03'00'

Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo
2º Examinador

PAU DOS FERROS – RN

2022

RESUMO

Os sistemas fotovoltaicos se tornaram uma das principais fontes renováveis de energia elétrica, provocando uma revolução energética, principalmente na diversificação da matriz elétrica do Brasil. Ademais, a energia solar no Brasil é uma promissora fonte renovável de energia devido à localização geográfica do país, que recebe altos níveis de radiação solar durante o ano, principalmente na região do semiárido brasileiro. Para colaborar, a resolução normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de 2012, impulsionou a difusão dos sistemas fotovoltaicos, possibilitando a geração distribuída de energia do tipo minigeração e microgeração. Além disso, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) foi um marco importante para essa tecnologia, pois intensificou os incentivos para a geração de energia proveniente de fontes renováveis. Sendo assim, o trabalho realiza um levantamento de dados sobre os sistemas fotovoltaicos em escala nacional, mas também, faz uma catalogação dos sistemas fotovoltaicos na forma de geração distribuída do Rio Grande do Norte e da região do Alto Oeste Potiguar, onde se analisou o avanço da energia fotovoltaica entre os anos de 2016 a 2020, a fim de se obter a capacidade energética desses sistemas solares e os impactos sociais e econômicos que eles proporcionaram durante esses anos. Por fim, constatou-se que com o avanço dos sistemas fotovoltaicos no Alto Oeste Potiguar, a receita orçamentária das prefeituras municipais da região aumentou em relação à tributação do Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN), onde de impulsionou a economia dos municípios.

Palavras-Chave: Sistema Fotovoltaico, Levantamento de Dados, radiação Solar, Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza.

ABSTRACT

Photovoltaic systems have become one of the main renewable sources of electrical energy, causing an energy revolution, mainly in the diversification of Brazil's electrical matrix. Furthermore, solar energy in Brazil is a promising renewable source of energy due to the country's geographic location, which receives high levels of solar radiation during the year, mainly in the Brazilian semi-arid region. To collaborate, the normative resolution nº 482 of the National Electric Energy Agency (ANEEL) of 2012, boosted the diffusion of photovoltaic systems, enabling the distributed generation of energy of the minigeneration and microgeneration type. In addition, the Incentive Program for Alternative Sources of Electric Energy (PROINFA) was an important milestone for this technology, as it intensified incentives for the generation of energy from renewable sources. Therefore, the work carries out a survey of data on photovoltaic systems on a national scale, but also makes a catalog of photovoltaic systems in the form of distributed generation in Rio Grande do Norte and the region of Alto Oeste Potiguar, where the advance of photovoltaic energy between the years 2016 to 2020, in order to obtain the energy capacity of these solar systems and the social and economic impacts they provided during these years. Finally, it was found that with the advancement of photovoltaic systems in Alto Oeste Potiguar, the budget revenue of municipal governments in the region increased in relation to the taxation of the Tax on Service of Any Nature (ISSQN), which boosted the economy of the municipalities.

Keywords: Photovoltaic System, Data Collection, Solar Irradiation, Tax on Services of Any Nature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz elétrica mundial	10
Figura 2 – Matriz elétrica brasileira em função das fontes de energia.....	11
Figura 3 – Módulo fotovoltaico e seus componentes.....	13
Figura 4 - Insolação diária em função da média anual.....	14
Figura 5 – Curva de preço dos leilões da energia fotovoltaica	15
Figura 6 – Geração Distribuída em função das Classes de Consumo	16
Figura 7 – Geração centralizada e a potência instalada por estado.....	17
Figura 8 – Configuração básica de um sistema fotovoltaico	17
Figura 9 – Sistema fotovoltaico isolado em função da potência	18
Figura 10 – Sistema fotovoltaico híbrido	19
Figura 11 – Sistema fotovoltaico conectado à rede	19
Figura 12 – Mapa territorial do Alto Oeste Potiguar - RN.....	21
Figura 13 – Incidência solar anual dos municípios do Alto Oeste Potiguar – RN.....	23
Figura 14 – Irradiação solar da cidade de Porto Alegre – RS.....	24
Figura 15 – Potência outorgada e o número de usinas por estado.	26
Figura 16 – Número de mini usinas por estado	27
Figura 17 – Número de micro usinas por estado	28
Figura 18 – Levantamento das usinas do Rio Grande do Norte e potência total fiscalizada e outorgada.....	29
Figura 19 – Número das mini usinas do Rio Grande do Norte e potência instalada	30
Figura 20 – Número de micro usinas do Rio Grande do Norte e a potência instalada	30
Figura 21 – Representação das fontes alternativas de energia do Alto Oeste – RN.	31
Figura 22 – Mapa do RN com as fontes alternativas de energia.....	32
Figura 23 – Análise quantitativa das micro usinas do Alto Oeste Potiguar em função do ano.	33
Figura 24 – Quantidade de micro usinas e a potência instalada em função dos municípios do Alto Oeste – RN.....	34
Figura 25 – Micro usinas e a potência total instalada do Alto Oeste – RN em função das classes de consumo	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média anual de irradiação solar nos municípios do Alto Oeste Potiguar - RN.	22
Tabela 2 - Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN), arrecadado pelos municípios do Alto Oeste Potiguar	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS	12
3 REVISÃO TEÓRICA	13
3.1 Energia Solar Fotovoltaica	13
3.2 Energia Solar no Brasil.....	13
3.3 Sistemas Fotovoltaicos	17
3.4 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) ...	20
3.5 Classificação dos Sistemas Fotovoltaicos em Relação a Sua Potência.....	20
3.6 Alto Oeste Potiguar	21
3.7 Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN).....	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 Seleção do Local de Estudo.....	25
4.2 Levantamento de Dados.....	25
5 RESULTADO E DISCUSSÕES	26
5.1 Análise Quantitativa das Usinas, Mini e Micro Usinas do Brasil	26
5.2 Análise Quantitativa das Usinas, Mini e Micro Usinas do Rio Grande do Norte ...	28
5.3 Análise Quantitativa do Alto Oeste Potiguar / RN	31
5.4 Impactos Econômicos na Aplicação da Geração Fotovoltaica no Território do Alto Oeste Potiguar	36
6 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS:	39

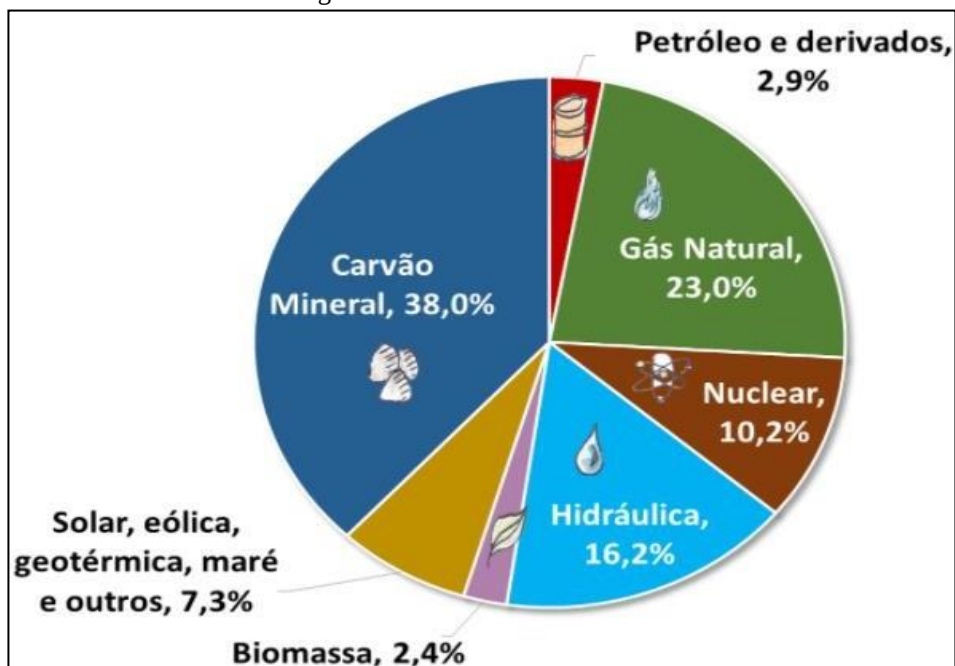
1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia e o crescimento populacional instigou um aumento considerável no consumo energético global. Diante disso, percebe-se uma preocupação em relação a esse cenário mundial, pois é preciso um planejamento eficaz, a fim de suprir a demanda de energia exigida por essa ascensão tecnológica e pelo aumento populacional, os quais estabelece uma relação direta entre qualidade de vida e consumo de energia (PAIVA,2018).

De acordo com Mateus (2019), em 1980 o consumo mundial de energia era de aproximadamente 7.000 TWh (terawatts-hora), atualmente a previsão para o consumo energético é que até 2030, esse número seja aproximadamente 20.000 TWh.

Além disso, sabe-se que a matriz elétrica mundial é majoritariamente abastecida por fontes de energia não-renováveis, as quais são geradas por combustíveis fósseis que apresentam um impacto negativo no meio ambiente devido aos altos índices de gás carbônico emitidos por esse tipo de energia (PAIVA,2018). A Figura 1 mostra o panorama mundial da matriz elétrica referente ao ano de 2018.

Figura 1 - Matriz elétrica mundial.

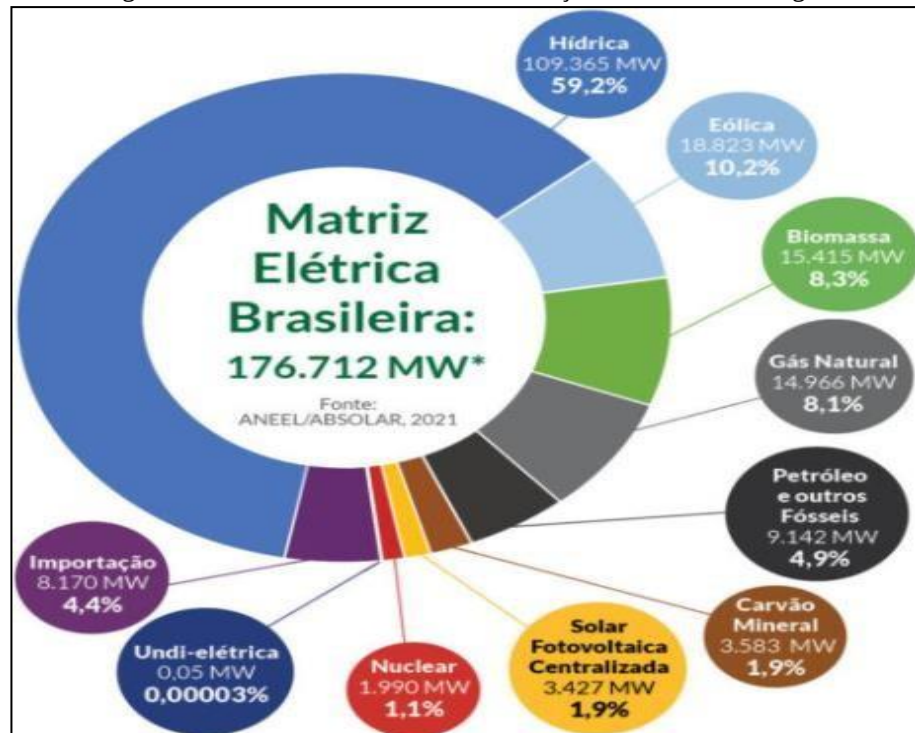


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2020).

Entretanto, a perspectiva de esgotamento para essas fontes de energia convencionais como as termelétricas movidas a carvão mineral, direciona esse cenário de escassez do setor elétrico para as fontes de energia renováveis, as quais são provenientes do sol, água e biomassa (PAIVA,2018).

Apesar disso, a matriz elétrica brasileira é uma das mais limpas e renováveis do mundo, pois a maior parte da energia elétrica é proveniente das usinas hidrelétricas. No entanto, o fenômeno da estiagem acaba comprometendo a demanda elétrica dessa fonte de energia, que por consequência eleva o preço na tarifa de luz (EPE,2020). A Figura 2 apresenta a matriz elétrica brasileira e as fontes de energia instaladas por potência, em que a fonte hídrica tem o maior percentual da capacidade instalada.

Figura 2 – Matriz elétrica brasileira em função das fontes de energia.



Fonte: Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (ABSOLAR,2021).

Tendo em vista que a biomassa e a eólica apresenta uma boa participação na produção de energia do Brasil, ainda assim, existe uma necessidade energética para suprir a demanda do consumo de energia brasileiro (PAIVA,2018). Diante disso, a energia solar apresenta um grande potencial para se tornar uma das principais fontes de energia da matriz elétrica do país, a fim de se estabelecer uma segurança energética. Essa fonte de energia dispõe de um recurso natural muito abrangente, o sol, e o território nacional é caracterizado por altos índices de incidência de radiação solar, principalmente a região do semiárido brasileiro, a qual mostra um bom potencial solar para aplicação de sistemas fotovoltaicos.

Assim, o presente trabalho propõe analisar a capacidade instalada na região do Alto Oeste Potiguar, já que diante da potencialidade solar da região tem-se observado um avanço da referida tecnologia, no que diz respeito a instalação de sistemas fotovoltaicos.

2 OBJETIVOS

- **GERAL**

- ✓ Realizar um levantamento da capacidade instalada do Alto Oeste Potiguar por meio de sistemas fotovoltaicos.

- **ESPECÍFICO**

- ✓ Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o desenvolvimento da energia solar e a difusão da capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos no Brasil.
- ✓ Fazer um levantamento de dados em relação à instalação dos sistemas fotovoltaicos do Alto Oeste Potiguar.
- ✓ Realizar um levantamento de dados sobre a receita orçamentária dos municípios do Alto Oeste Potiguar, a fim de obter o Imposto Sobre serviço de Qualquer Natureza das prefeituras da região.
- ✓ Analisar a capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos nas cidades do Alto Oeste Potiguar - RN.

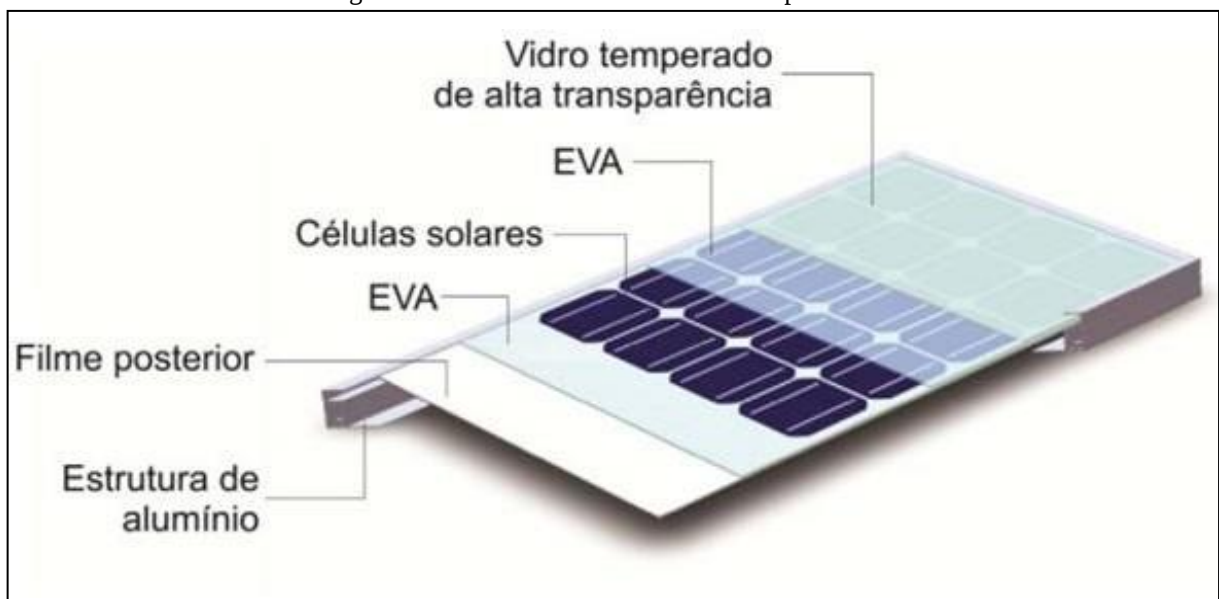
3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Energia Solar Fotovoltaica

De acordo com Pinho e Galdino (2014), a energia solar fotovoltaica é captada mediante a conversão direta da incidência dos raios solar em eletricidade, processo denominado de efeito fotovoltaico. Ao captar a radiação solar e convertê-la em eletricidade através dos módulos fotovoltaicos, essa energia é coletada e processada por dispositivos controladores, e por conversores, sendo possível o armazenamento em baterias, chamados de sistemas isolados (off-grid) ou pode ser utilizada em sistemas conectados à rede elétrica, chamado de sistema on-grid.

A Figura 3 mostra um módulo fotovoltaico e os componentes que o integram, como as células solar, o etileno acetado de vinila (Ethylene Vinyl Acetate - EVA), vidro temperado e entre outros, esse dispositivo é usado no processo de conversão da luz solar em eletricidade.

Figura 3 – Módulo fotovoltaico e seus componentes.



Fonte: Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos (PINHO E GALDINO,2014).

3.2 Energia Solar no Brasil

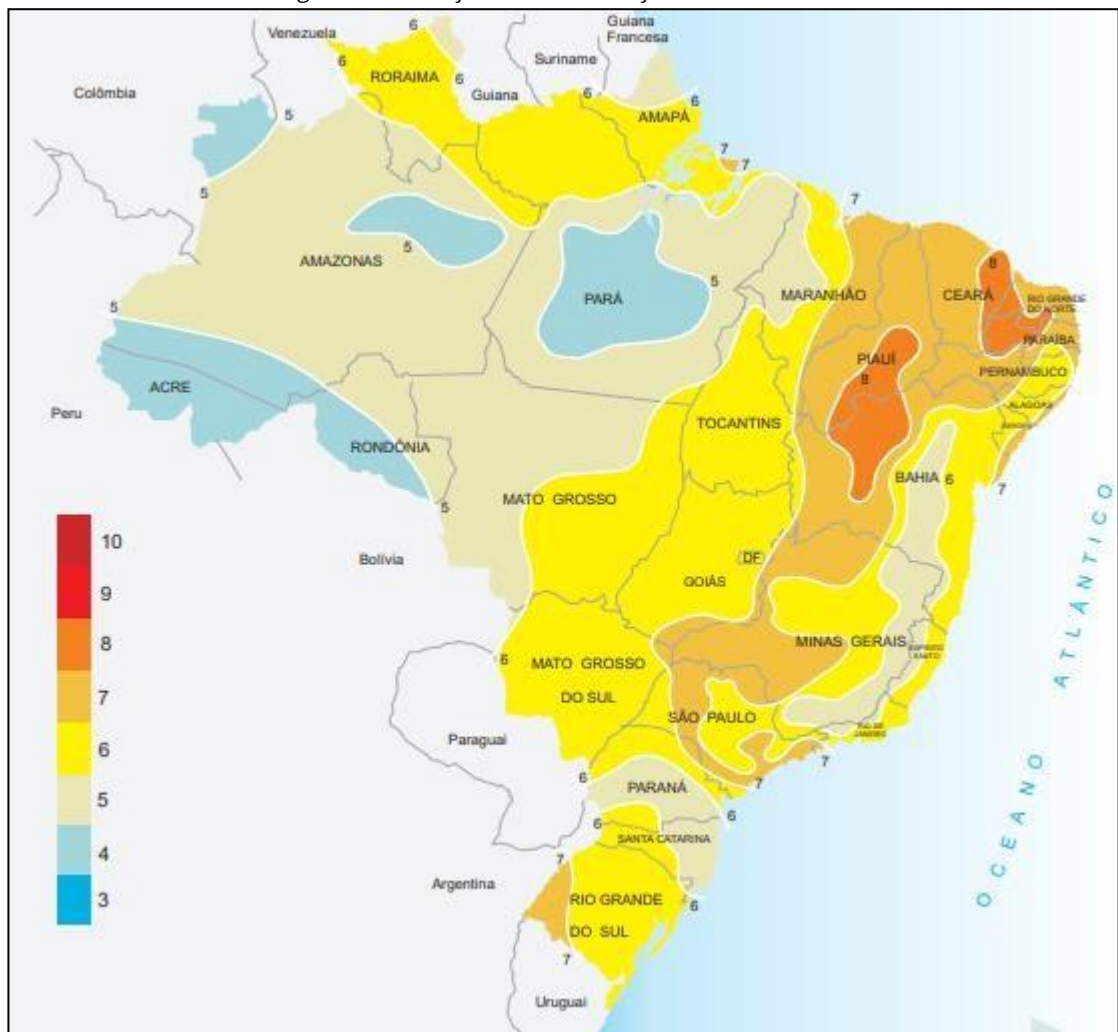
A energia solar vem apresentando um aumento na sua capacidade instalada no país, pois é perceptível anualmente uma redução no seu preço e a difusão dessa tecnologia no território nacional. Além disso, essa fonte de energia demonstra um grande potencial energético no Brasil, devido a localização geográfica do país, a qual recebe altos índices de incidência de radiação solar, principalmente a região do semiárido brasileiro (EPE, 2020).

O semiárido do Brasil está localizado em uma região geograficamente privilegiada diante dos altos níveis de radiação solar que recebe anualmente. Isso acontece devido à

latitude dessa região que é próxima à Linha do Equador, região da terra que dispõe de elevados níveis de radiação solar. Além disso, o semiárido brasileiro apresenta um regime energético solar mais homogêneo ao longo dos ciclos sazonais quando comparado com as outras regiões do país. Essas características tornam essa região um lugar perfeito para a aplicação de sistemas fotovoltaicos (DANTAS,2020).

A Figura 4 mostra o mapa com a média anual de incidência de radiação solar em todo território brasileiro, destacando o semiárido do Brasil como a região que apresenta maior potencial de insolação diária em função da média anual. Vale ressaltar, que as outras regiões possuem uma boa média de insolação quando comparadas com os países europeus. Sendo assim, percebe-se que o semiárido brasileiro é uma região propícia para a implantação de sistemas solares.

Figura 4 - Insolação diária em função da média anual.



Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil (2000).

A Figura 5 mostra uma curva decrescente em relação ao preço da energia fotovoltaica referente ao leilão de Pernambuco em 2013 até o mais recente de 2021, demonstrando uma

diferença de preço quatro vezes menor no último leilão. Ademais, percebe-se na Figura 5 que ao longo dos anos o custo da energia solar vem diminuindo, ou seja, essa tecnologia se tornará mais acessível diante do mercado consumidor.

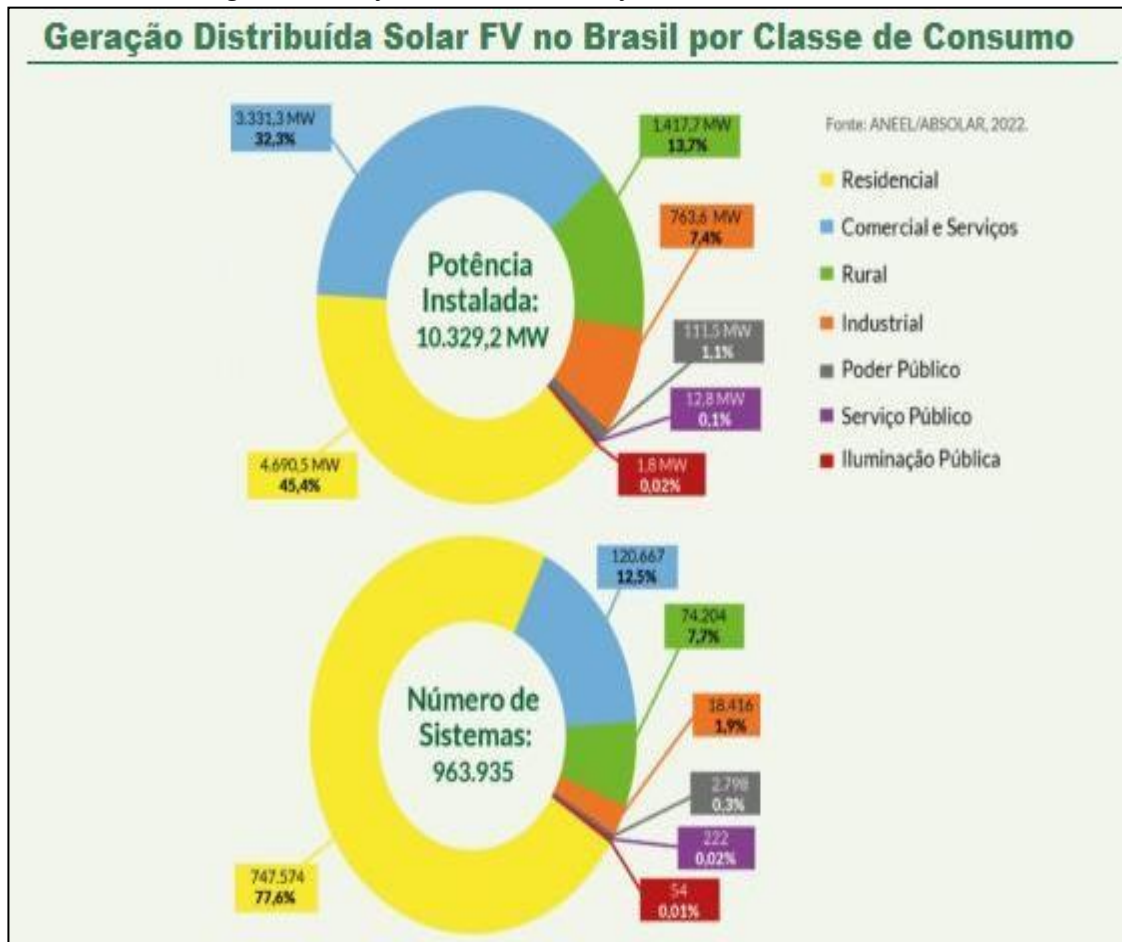
Figura 5 – Curva de preço dos leilões da energia fotovoltaica.



Fonte: Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022).

Em contrapartida, a Figura 6 representa a potência instalada da geração distribuída (GD) no Brasil, a geração distribuída é o termo dado à energia elétrica gerada no local de consumo ou próxima a ele, cuja é o foco de pesquisa do trabalho. Percebe-se uma predominância na aplicação da energia fotovoltaica em relação a esse tipo de geração de energia devido a sua facilidade na aplicação em telhados de casas, prédios e outras estruturas que ela pode ser empregada, além dos benefícios que ela traz para o consumidor. Desse modo, com a expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, os benefícios da geração distribuída são os seguintes: a redução nos impactos ambientais, o encurtamento nas perdas de energia além de diversificar da matriz energética do país. Em suma, essa modalidade de geração deixa o consumidor mais próximo da fonte energética, sendo ele o próprio gerador de sua eletricidade (ANEEL, 2021).

Figura 6 – Geração Distribuída em função das Classes de Consumo.



Fonte: Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022).

Além disso, sabe-se que a tecnologia fotovoltaica pode ser desenvolvida em dois tipos: a geração centralizada (GC) apresentada na Figura 7, que é caracterizada por grandes centrais de produção de energia elétrica. No entanto, apesar da grande capacidade de produzir eletricidade, essas usinas se localizam a uma distância muito longe dos grandes centros de consumo necessitando uma linha de transmissão para a eletricidade chegar até os usuários, tornando esse processo mais caro e consequentemente encarecendo o custo da energia elétrica que chega até o consumidor. Por isso, a GD vem se destacando nos últimos anos. A Figura 7 mostra uma lista com a classificação da potência instalada em megawatts (MW) da geração centralizada em função dos estados brasileiros.

Figura 7 – Geração centralizada e a potência instalada por estado.

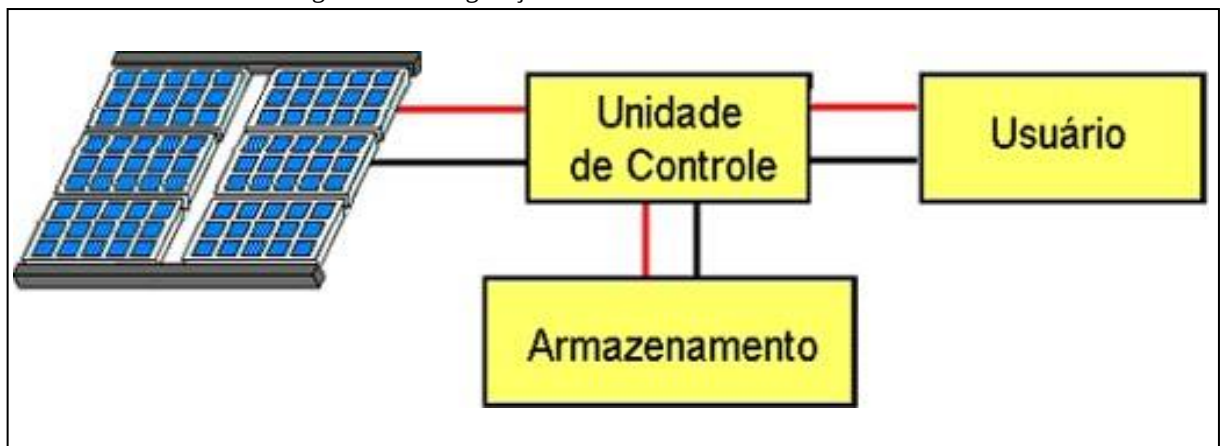


Fonte: Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (ABSOLAR,2022).

3.3 Sistemas Fotovoltaicos

Segundo Cresesb (2008), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em três tipo: sistemas isolados, híbridos e conectados à rede. A Figura 8 mostra a ordem de configuração básica dos sistemas fotovoltaicos, onde eles precisam dispor de uma unidade de controle de potência e uma de armazenamento.

Figura 8 – Configuração básica de um sistema fotovoltaico.

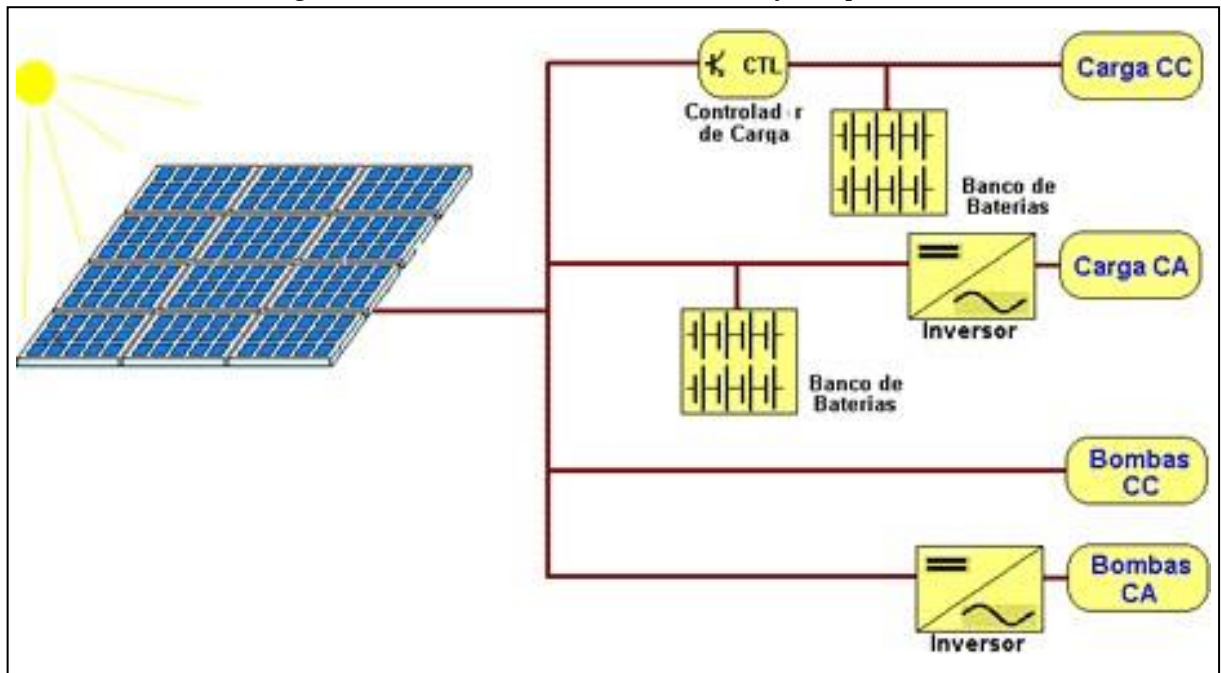


Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2008).

Os sistemas isolados utilizam majoritariamente uma bateria para o armazenamento da energia, para esse tipo de sistema é usado um aparelho “regulador de carga” para evitar possíveis danos na bateria, que podem ser ocasionados através de sobrecargas ou descargas profundas. Esse aparelho é utilizado em pequenos sistemas onde os objetos utilizados possuem baixa tensão e corrente contínua (CC) (CRESESB,2008). Ademais, usa-se um inversor para casos onde os equipamentos de corrente alternada (CA) são conectados ao sistema. Esse tipo de dispositivo é utilizado para otimizar a potência final gerada, garantindo um maior conforto para a utilização de eletrodomésticos convencionais aplicados nesse tipo de sistema (CRESESB,2008).

A Figura 9 mostra um desenho esquemático de um sistema fotovoltaico isolado em função da potência consumida.

Figura 9 – Sistema fotovoltaico isolado em função da potência.



Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2008).

De acordo com Cresesb (2008), os sistemas híbridos dispõem de várias fontes para geração de energia, como exemplo disso, tem-se as turbinas eólicas, os geradores a diesel, módulos fotovoltaicos e entre outros. Assim como os sistemas isolados, os híbridos não são conectados à rede elétrica. Esse tipo de sistema é aplicado em unidades de médio e grande porte, atendendo um número maior de usuários.

Por fim, devido ao seu funcionamento, que é feito através de cargas de corrente contínua (CA), os sistemas híbridos também utilizam um inversor na sua composição. A Figura 10 ilustra um possível modelo de um sistema híbrido (CRESESB,2008).

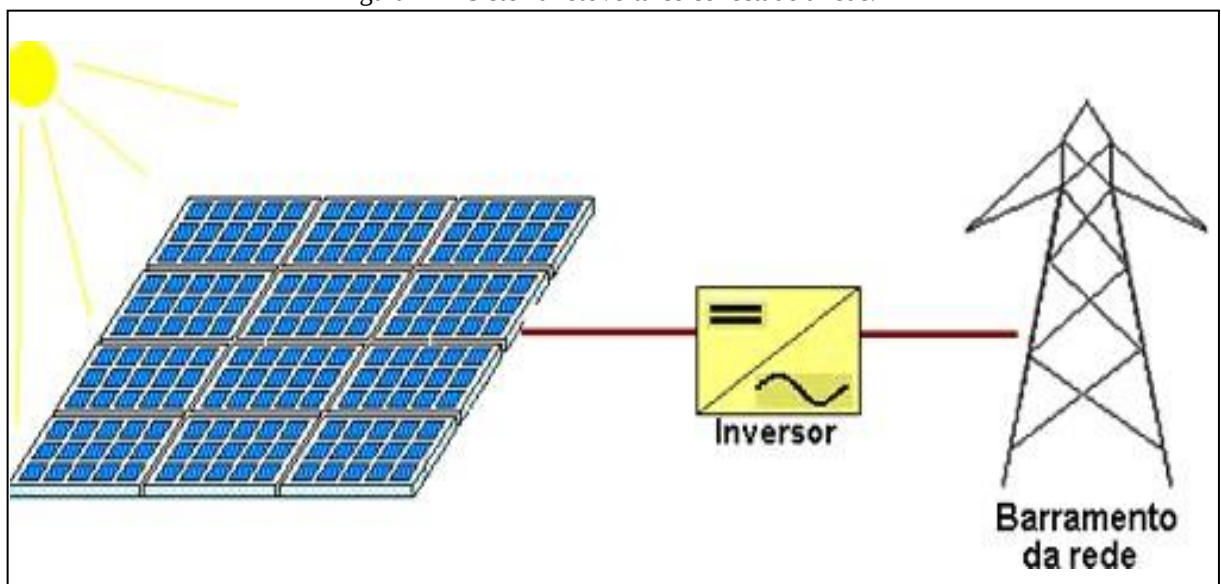
Figura 10 – Sistema fotovoltaico híbrido.



Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2008).

Os sistemas interligados à rede são caracterizados por usar muitos painéis fotovoltaicos, além de não utilizar unidades de armazenamento de energia, pois toda energia produzida é distribuída de forma direta na rede elétrica. Esse sistema funciona como uma fonte de energia complementar para o sistema elétrico de grande porte, o qual é conectado. Além disso, os módulos fotovoltaicos são ligados em inversores para garantir a qualidade e segurança da rede, a fim de que ela não seja afetada para evitar possíveis danos (CRESESB, 2008). A Figura 11 apresenta um desenho ilustrativo de um sistema conectado à rede elétrica.

Figura 11 – Sistema fotovoltaico conectado à rede.



Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2008).

3.4 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

O PROINFA foi constituído pela Lei n 10.438/2002 a fim de impulsionar a presença de fontes alternativas de energia, com o propósito de diversificar a matriz energética do Brasil. Com isso, o programa fomenta o desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), usinas eólicas e solar e as usinas térmicas a biomassa, para que elas tenham uma maior participação em todo território nacional, descentralizando a geração de energia que predominantemente vem das usinas hidrelétricas (PROINFA,2021).

Por fim, esse programa incentiva a redução de gases do efeito estufa através das fontes de energia renovável, descarbonizando o país. Além disso, instiga a geração de empregos diretos e indiretos em todo território nacional, diversifica a matriz energética do país, promovendo uma maior segurança no abastecimento de energia, a fim de evitar possíveis crises energéticas, pois na estiagem as hidrelétricas diminuem o seu potencial energético, comprometendo o fornecimento de energia do país. Mas ainda, a heterogeneidade energética evita o acionamento das termelétricas, as quais emitem gases do efeito estufa e encarece a energia do país (CONHEÇA O PROINFA,2021).

3.5 Classificação dos Sistemas Fotovoltaicos em Relação a Sua Potência

A resolução normativa nº. 482/2012 foi um marco regulatório importante para o advento da minigeração e microgeração, tornando possível o acesso efetivo de pequenos produtores às redes de distribuição de energia elétrica. Além disso, a resolução ainda prever sobre o sistema de compensação de energia elétrica, em que o consumidor pode compensar a energia gerada com a energia que ele consome, além de poder fornecer o excedente para a rede de distribuição (TORRES, 2022).

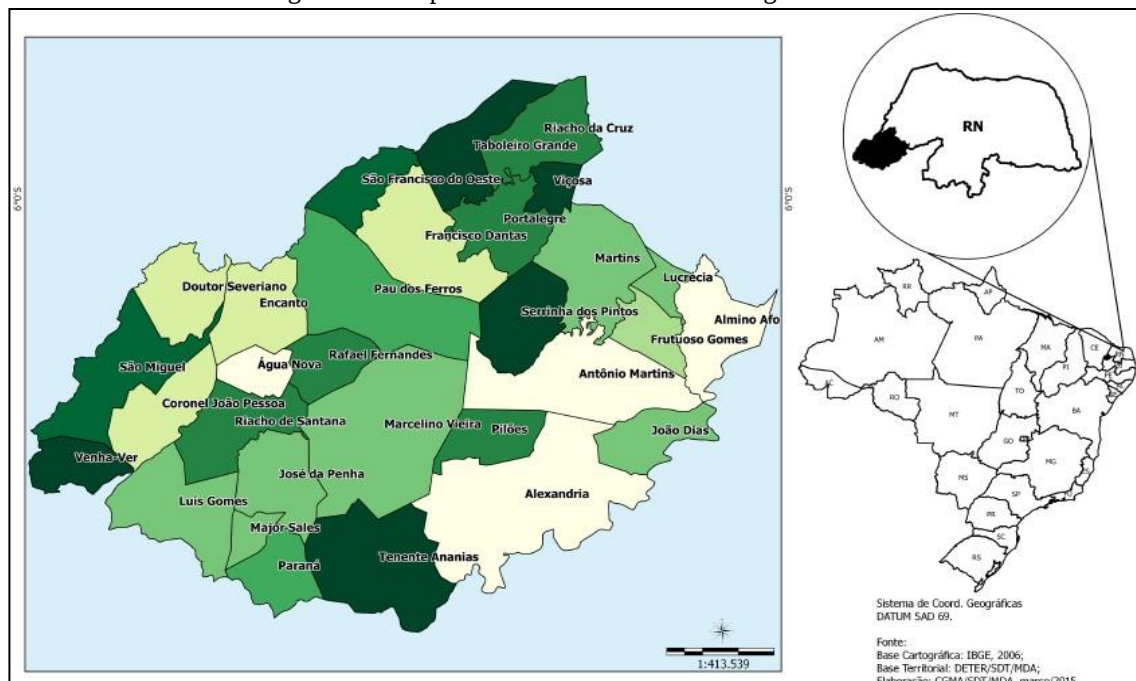
Sendo assim, os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados de acordo com sua potência instalada. Portanto, eles se dividem em três tipos de unidades geradoras de energia elétrica, que são as usinas, mini usinas e micro usinas fotovoltaicas. Com isso, segundo a resolução normativa nº. 687/2015 publicada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), considera-se uma usina fotovoltaica quando a unidade geradora de energia elétrica possui uma potência instalada acima de 5MW. Além disso, quando se tem uma central geradora de energia elétrica com uma potência instalada ou que gera energia acima de 75kW e menor ou igual a 5MW, classifica-se como mini usina fotovoltaica (TORRES, 2022). Entretanto, com a Lei do Marco Legal nº 14.300 de 6 de janeiro de 2022, a classificação para minigeradores de energia solar a partir de 2045 ocorrerá da seguinte forma, serão classificados como minigeradores aqueles que instalar ou gerar energia acima de 75kW até

3MW para as fontes não despacháveis, que são aquelas cuja energia produzida é diretamente injetada na rede a partir da disponibilidade do recurso natural primário, para as fontes despacháveis é até 5MW, que são aquelas fontes que podem ser acionadas a qualquer momento para atender a necessidade de consumo (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2022). Por fim, uma central geradora de energia elétrica fotovoltaica instalada em telhados, terrenos, condomínios e sítios, com uma potência instalada ou que gera energia até 75kW, é classificada como micro usina solar (TORRES, 2022).

3.6 Alto Oeste Potiguar

O Alto Oeste Potiguar é localizado na região nordeste do Brasil, especificamente no estado do Rio Grande do Norte (RN), o qual é formado por trinta municípios, totalizando uma população de aproximadamente 196.291 mil habitantes (CGMA,2015). Além disso, é uma região caracterizada pelo clima semiárido, castigado pelas longas estiagens e secas prolongadas, além de apresentar baixos índices de desenvolvimento humano por falta de políticas públicas que poderiam aquecer a economia das cidades. Esse subdesenvolvimento econômico e social está condicionado também as poucas atuações de instituições de pesquisas como as universidades (ALVES, DANTAS e SOUZA,2018). Diante disso, analisando a localização geográfica do Alto Oeste potiguar mostrada na Figura 12, comparando com o mapa solarimétrico da Figura 4, percebe-se que a região possui uma alta incidência de radiação solar.

Figura 12 – Mapa territorial do Alto Oeste Potiguar - RN.



Fonte: Perfil Territorial (CGMA,2015).

Além disso, a localização geográfica das cidades próximas a linha do equador, apresentam altas temperaturas. Com isso, pode-se dizer que o território potiguar demonstra um grande potencial energético para instalação e aplicação de sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica, assim como instalação de sistemas solares para aquecimento de água (SAS). Assim, os dados de incidência solar dos municípios do Alto Oeste potiguar apresentados, é baseado na média anual da radiação solar tendo como base o valor mínimo do ângulo de inclinação à 10° (graus) orientado ao Norte. De acordo com Brito (2018), a instalação de painéis fotovoltaicos com inclinação menor que 10° (graus) está sujeito à acúmulo de sujeira e água, desta forma diminuindo a eficiência das placas solares.

Para ilustrar a incidência solar no Alto Oeste Potiguar, a Tabela 1 e a Figura 13 mostra os dados de irradiação solar em ($kWh/m^2.dia$) em relação à média anual dos municípios. Vale ressaltar que o levantamento desses dados foi obtido a partir da localização mais próxima do ponto de referência de cada município por meio do site (Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito - CRESESB).

Tabela 1 – Média anual de irradiação solar nos municípios do Alto Oeste Potiguar - RN.

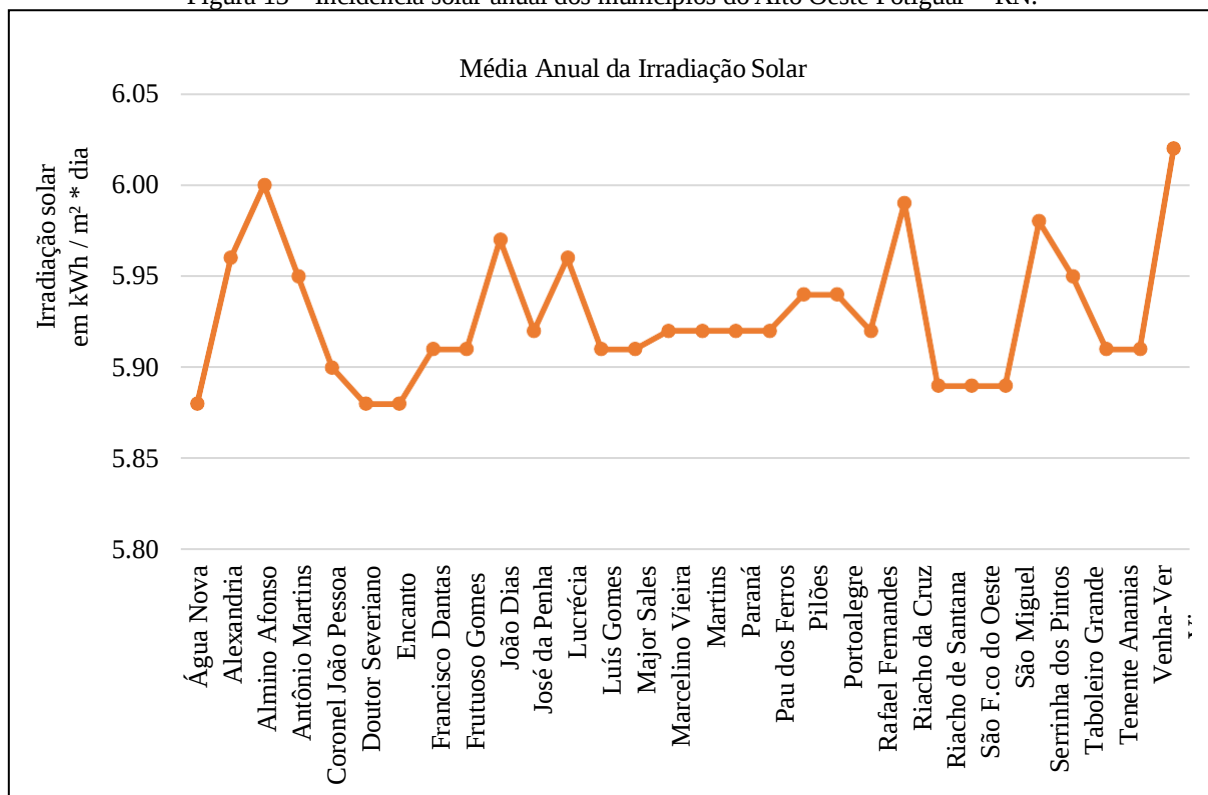
Cidades	Média Anual em ($kWh/m^2 * Dia$)	Ângulo de Inclinação
Água Nova	5,88	11° N
Alexandria	5,96	13° N
Almino Afonso	6,00	12° N
Antônio Martins	5,95	13° N
Coronel João Pessoa	5,90	12° N
Doutor Severiano	5,88	10° N
Encanto	5,88	10° N
Francisco Dantas	5,91	11° N
Frutuoso Gomes	5,91	11° N
João Dias	5,97	12° N
José da Penha	5,92	12° N
Lucrécia	5,96	13° N
Luís Gomes	5,91	13° N
Major Sales	5,91	13° N
Marcelino Vieira	5,92	13° N
Martins	5,92	13° N
Paraná	5,92	13° N
Pau dos Ferros	5,92	10° N
Pilões	5,94	14° N
Portoalegre	5,94	14° N
Rafael Fernandes	5,92	11° N

Riacho da Cruz	5,99	11° N
Riacho de Santana	5,89	12° N
São Francisco do Oeste	5,89	12° N
São Miguel	5,89	10° N
Serrinha dos Pintos	5,98	12° N
Taboleiro Grande	5,95	11° N
Tenente Ananias	5,91	13° N
Venha-Ver	5,91	11° N
Viçosa	6,02	11° N

Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2018). Organizado pelo autor.

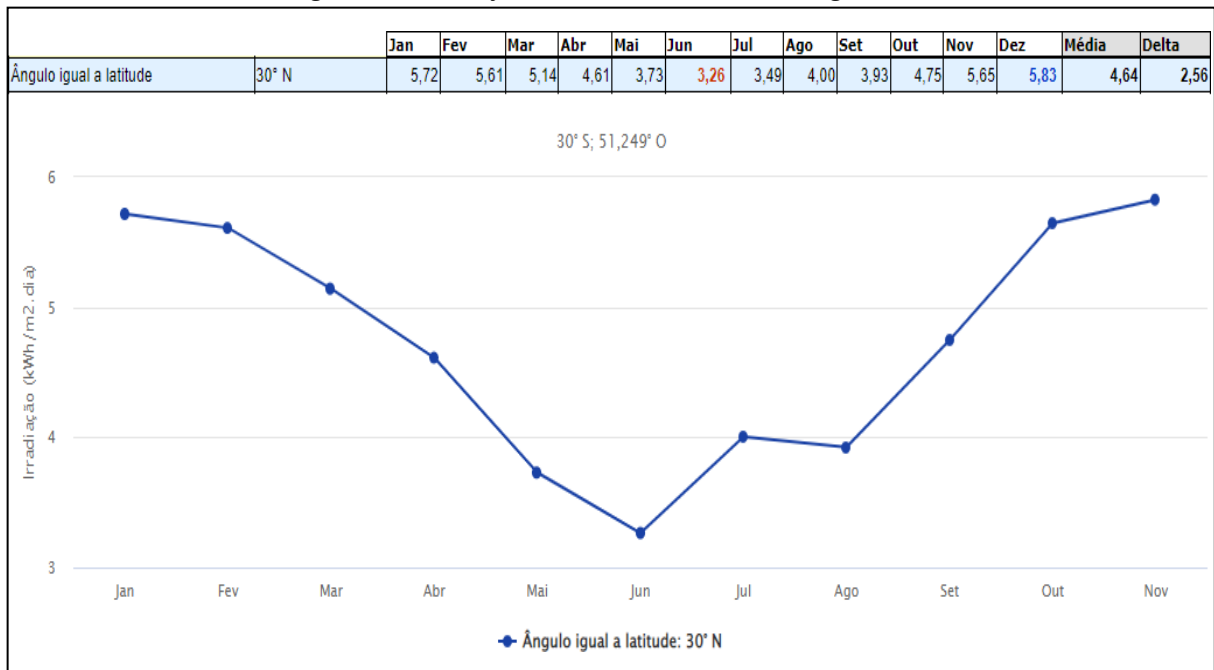
A fim de demonstrar a importância do nível de irradiação da região do Alto Oeste Potiguar, realizou-se uma analogia com o nível de irradiação da cidade de Porto Alegre, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Assim, a partir da Figura 13 em comparação com a Figura 14, percebe-se o bom potencial energético do Alto Oeste Potiguar em relação a cidade de Porto Alegre – RS, cuja possui níveis de irradiação bem abaixo em determinados períodos do ano.

Figura 13 – Incidência solar anual dos municípios do Alto Oeste Potiguar – RN.



Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2018). Organizado pelo autor.

Figura 14 – Irradiação solar da cidade de Porto Alegre – RS.



Fonte: Centro de referências para as energias solar e eólica Sérgio de S.Brito (CRESESB, 2018).

3.7 Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN)

Diante do avanço da energia solar, a quantidade de serviços realizados por empresas especializadas em sistemas fotovoltaicos, tiveram um aumento significativo. Com isso, elas tiveram que pagar impostos sobre as atividades realizadas. Esse imposto é o ISSQN, que é um tributo arrecadado pelos municípios e pelo Distrito Federal na prestação de serviços realizados por empresas e profissionais autônomos. Esse imposto é importante para a economia dos municípios devido a sua cobrança ser feita por quase toda operação que envolve a realização de serviços (TORRES,2021).

Além disso, a cobrança do ISSQN depende da natureza do serviço prestado pela empresa ou pelo profissional autônomo. No caso das empresas existem algumas maneiras de fazer a cotação desse tributo. Por exemplo, as empresas que se enquadram no Lucro Presumido ou Lucro Real, cujo Lucro Presumido é um regime tributário que a empresa precisa pagar no qual o cálculo do tributo é realizado com base em uma tabela fixa de presunção para tributação do Imposto de Renda Pessoa Jurídica o (IRPJ) e para a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido o (CSLL) e o Lucro Real é um regime tributário onde o cálculo é feito com base no lucro efetivo que o serviço prestado teve no período de apuração, nesse cenário o ISSQN é cobrado mensalmente na apuração das alíquotas. Entretanto, no caso do profissional autônomo o ISSQN é arrecadado no momento que ele emite a nota fiscal de acordo com o serviço fornecido (TORRES,2021).

4 METODOLOGIA

A fim de se realizar o levantamento de dados da potência instalada e a quantidade de mini e micro usinas das cidades do Alto Oeste Potiguar, e fazer um levantamento sobre a tributação de impostos das prefeituras municipais dessa região, algumas etapas serão realizadas conforme apresentado na sequência.

4.1 Seleção do Local de Estudo

Inicialmente, a definição do local para aplicação do estudo, desenvolveu-se por meio das características presentes da região, levando em consideração os altos índices de irradiação solar durante todo ano. Além disso, considerou-se o potencial energético que o território disponibiliza para a implantação de sistemas fotovoltaicos.

4.2 Levantamento de Dados

Para a realização da coleta de dados, consultou-se os sites da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o site do Centro de Referências para as Energias Solar e Eólica Sérgio S.Brito (CRESESB).

Realizou-se também uma pesquisa sobre o aumento do Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza nos municípios do Alto Oeste Potiguar por meio do site de Finanças do Brasil (FINBRA), em que foi feito a coleta das finanças municipais de cada município. Em suma, o levantamento quantitativo desse imposto contribuiu para a análise econômica dos municípios do Alto Oeste – RN.

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

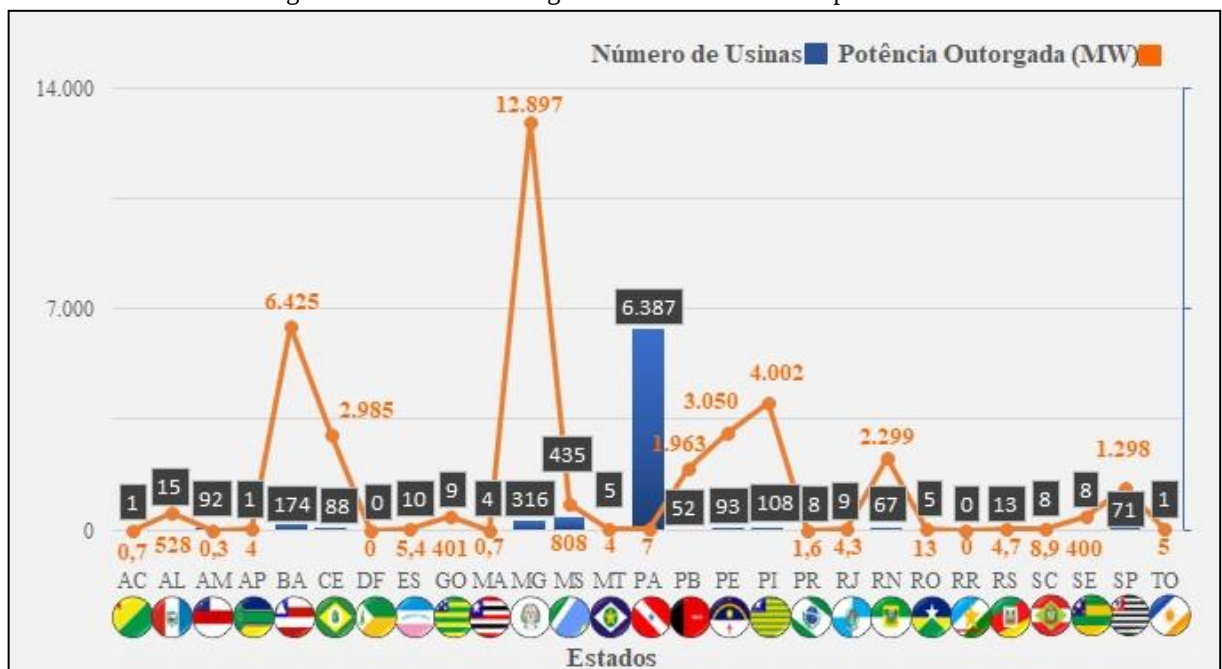
O presente capítulo apresenta os resultados obtidos durante o levantamento de dados dos sistemas fotovoltaicos analisados em escala nacional, estadual e regional que teve início no dia 22 de novembro de 2021 e terminou em 18 de fevereiro de 2022. Realizou-se uma pesquisa detalhada para analisar a quantidade e a potência das usinas, mini usinas e micro usinas fotovoltaicas encontradas no Brasil e na região do Alto Oeste Potiguar, localizado no estado do Rio Grande do Norte. Por fim, efetuou-se um levantamento de dados do Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN) cobrado pelas prefeituras municipais do Alto Oeste - RN.

5.1 Análise Quantitativa das Usinas, Mini e Micro Usinas do Brasil

Os sistemas fotovoltaicos de energia elétrica possuem um grande potencial no Brasil. O país recebe elevados índices de irradiação solar durante o ano. Por exemplo, no local menos ensolarado do Brasil gera mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha (PEREIRA et al.,2017).

A Figura 15 mostra as usinas de grande porte presentes nos estados brasileiros. Elas têm sido instaladas principalmente nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil.

Figura 15 – Potência outorgada e o número de usinas por estado.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Nota-se na Figura 15 o elevado número de usinas e a potência outorgada nos estados de São Paulo, Pará, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e entre outros. Essas regiões apresentam índices de radiação média anual excelentes para um

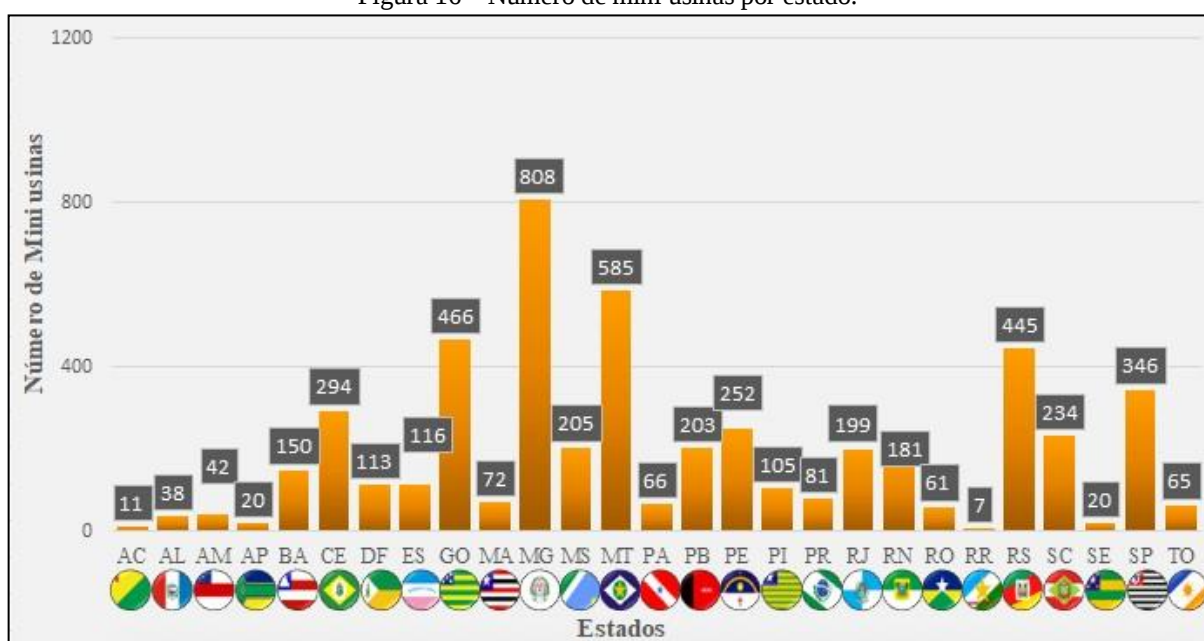
cenário futuro da energia fotovoltaica, pode-se esperar a instalação de usinas de grande porte nessas regiões, espalhando a geração fotovoltaica centralizada por todo o país (PEREIRA et al.,2017). De acordo com a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), Roraima e o Distrito Federal ainda não possuem usinas fotovoltaicas em seus territórios, pois não há registro de usinas solares nesses estados.

Além disso, é possível observar na Figura 15 que o Rio Grande do Norte (RN) possui 67 usinas no seu território com uma potência instalada de 2.299 MW, cujas estão distribuídas nos municípios de Currais Novos, Açu, Touros, Santana do Matos, Baraúna, Mossoró, Macaíba, Areia Branca, São José de Mipibu, Natal, Lajes, Jandaíra, Pedro Avelino, Lagoa Nova, Serra do Mel, Alto do Rodrigues e Parnamirim.

Por fim, vale ressaltar que essas usinas são contabilizadas a partir do seu registro na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), ou seja, os números de usinas por estados apresentadas na Figura 15 é condizente com usinas em fase de operação, construção e as que ainda não iniciaram sua construção, mas já foram registradas e liberadas para a execução do projeto fotovoltaico.

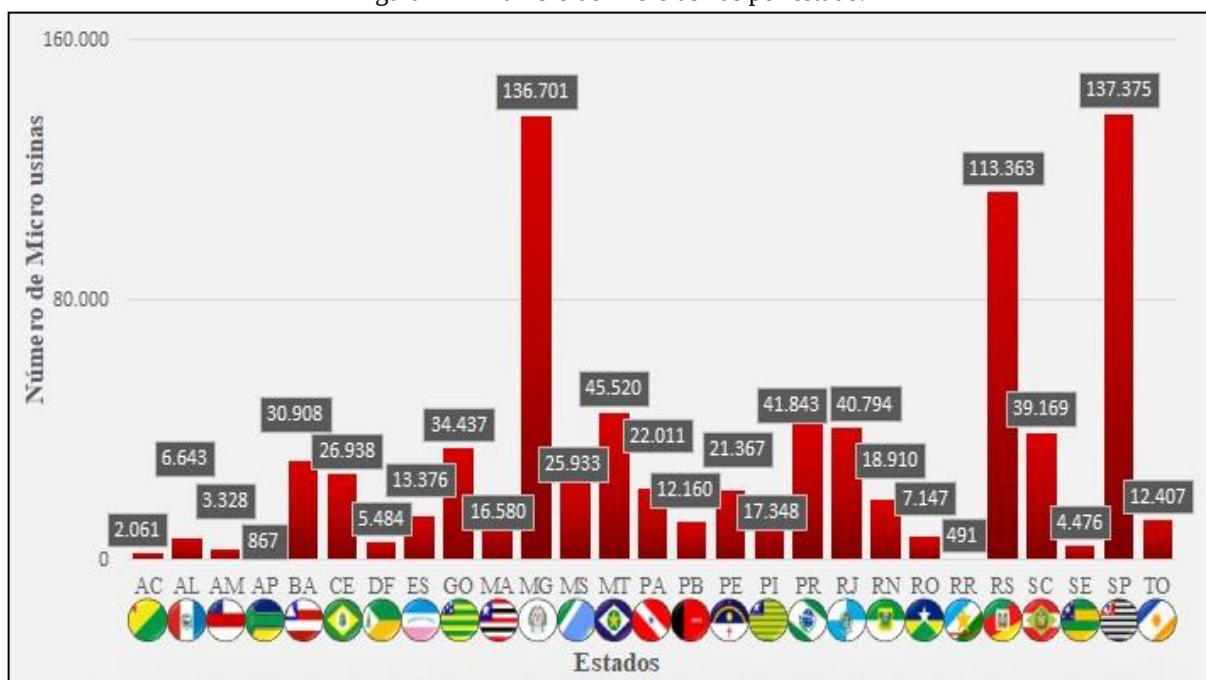
A Figura 16 e a Figura 17 apresenta a geração distribuída (GD), cujas se referem respectivamente ao número de sistemas solares do tipo mini e micro, instaladas em função dos estados brasileiros. Essa forma de gerar energia se intensificou nos últimos anos com a queda acentuada dos preços da tecnologia fotovoltaica que tem se tornado uma alternativa competitiva no fornecimento de energia, além de contribuir com a redução de gases do efeito estufa (PEREIRA et al.,2017).

Figura 16 – Número de mini usinas por estado.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Figura 17 – Número de micro usinas por estado.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

A partir das Figuras 16 e 17 é possível observar que a geração distribuída está fortemente localizada na região Sul e Sudeste do país, isso acontece devido aos grandes centros populacionais presentes nessas regiões, como exemplo o estado de São Paulo e Minas Gerais, que demandam altos níveis de eletricidade para suprir a necessidade da população. Além disso, outro fator que incentiva a inclusão da energia fotovoltaica em determinada região é o valor da tarifa de energia elétrica cobrada pela distribuidora responsável pelo abastecimento de energia em cada estado. Com isso, percebe-se nas Figuras 16 e 17 que Minas Gerais é o estado que apresenta o maior número de mini e micro usinas do país, mas também, é um dos estados que tem a tarifa de energia mais cara. Esse aumento na tarifa de energia incentiva os consumidores para instalar sistemas fotovoltaicos em suas casas, comércios e entre outros locais, além de ter um prazo de investimento mais curto (DANTAS,2020).

5.2 Análise Quantitativa das Usinas, Mini e Micro Usinas do Rio Grande do Norte

O Rio Grande do Norte (RN) se localiza na região Nordeste do Brasil, tendo como características o clima seco, deficiência hídrica, grande imprevisibilidade nas precipitações pluviométricas e períodos de seca prolongados que elevam a temperatura da região, favorecendo a aridez sazonal (DANTAS,2020).

Nesta seção será apresentado o estado atual da energia fotovoltaica no Rio Grande do Norte. Vale ressaltar que esse estado dispõe de uma posição privilegiada para a produção de energia solar, pois está localizado em latitudes próximas a linha do equador, região geográfica da terra que recebe grandes quantidades de radiação solar. Além disso, essa região é distribuída em zonas geográficas de baixa latitude, onde o regime energético solar é mais homogêneo durante os ciclos sazonais (DANTAS,2020).

A Figura 18 mostra o número de usinas instaladas no Rio Grande do Norte juntamente com sua potência fiscalizada e outorgada, em que a potência fiscalizada é considerada a partir do primeiro momento que uma unidade geradora é ativada, essa potência vai sendo alterada à medida que outras unidades geradoras vão sendo ligadas até que a potência fiscalizada seja igual a potência outorgada, cuja se refere a potência que a usina foi autorizada a operar no Ato de Outorga (ANEEL,2017).

Figura 18 – Levantamento das usinas do Rio Grande do Norte e potência total fiscalizada e outorgada.

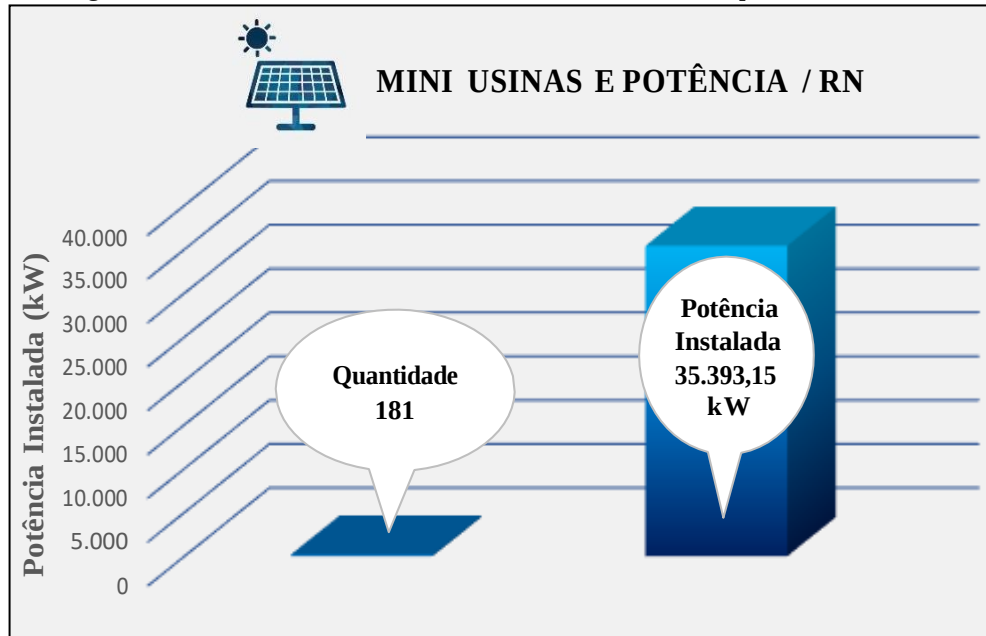


Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Apesar do grande potencial da geração fotovoltaica no Rio Grande do Norte, a quantidade de geradores fotovoltaicos e a energia produzida tanto na modalidade centralizada quanto na distribuída ainda não é significativa diante do elevado nível de irradiação solar que o estado oferece. Com isso, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas baseadas na utilização de sistemas fotovoltaicos, objetivando o desenvolvimento econômico e social dessa região que possui uma abundante incidência solar anual (DANTAS,2020).

A Figura 19 mostra o cenário atual da minigeração fotovoltaica no Rio Grande do Norte. Percebe-se que o número encontrado nessa forma de geração é baixo quando equiparada com a Figura 16.

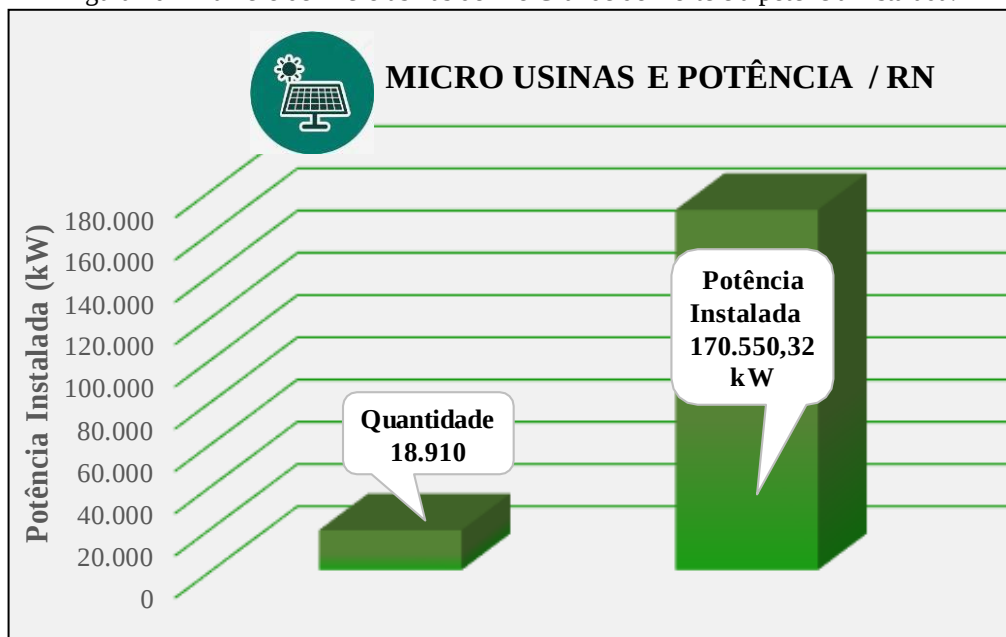
Figura 19 – Número das mini usinas do Rio Grande do Norte e potência instalada.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Além disso, a Figura 20 mostra o cenário atual da microgeração fotovoltaica no Rio Grande do Norte. Percebe-se também que na Figura 17 o número de micro usinas instaladas na região Sul e Sudeste do Brasil é maior do que as do RN apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Número de micro usinas do Rio Grande do Norte e a potência instalada.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

5.3 Análise Quantitativa do Alto Oeste Potiguar / RN

A região do Alto Oeste Potiguar se localiza na mesorregião Oeste do Rio Grande do Norte, situado a 399,3 km da capital, Natal, limitando-se a norte com a região do médio Oeste – Chapada de Apodi, a Sul e a Leste com a Paraíba e a Oeste com o Ceará (CGMA,2015).

Além disso, a região tem uma população de 196.291 habitantes registrado no censo de 2010, ela apresenta os seguintes dados socioeconômicos: o Índice de Desenvolvimento Humano médio (IDHM) corresponde a 0,607 e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita médio para os municípios da região é de 4.179 reais (BARRETO FILHO; LIMA JÚNIOR,2019).

O Alto Oeste Potiguar assim como o RN, encontra-se em uma região próximo a linha do equador, com a predominância do clima semiárido. Todavia, as características do clima seco e de temperaturas elevadas trazem benefícios para a região, principalmente no que se refere as condições necessárias para a geração de energia solar (FEITOSA et al., 2021).

Atualmente a produção de energia no Alto Oeste Potiguar a partir de fontes renováveis é majoritariamente composta por usinas fotovoltaicas na forma de geração distribuída (UFV - GD) como mostra a Figura 21, por outro lado a geração de energia eólica (EOL), as pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e usinas termelétricas (UTE) não participam do cenário das fontes renováveis do Alto Oeste - RN.

Figura 21 – Representação das fontes alternativas de energia do Alto Oeste – RN.



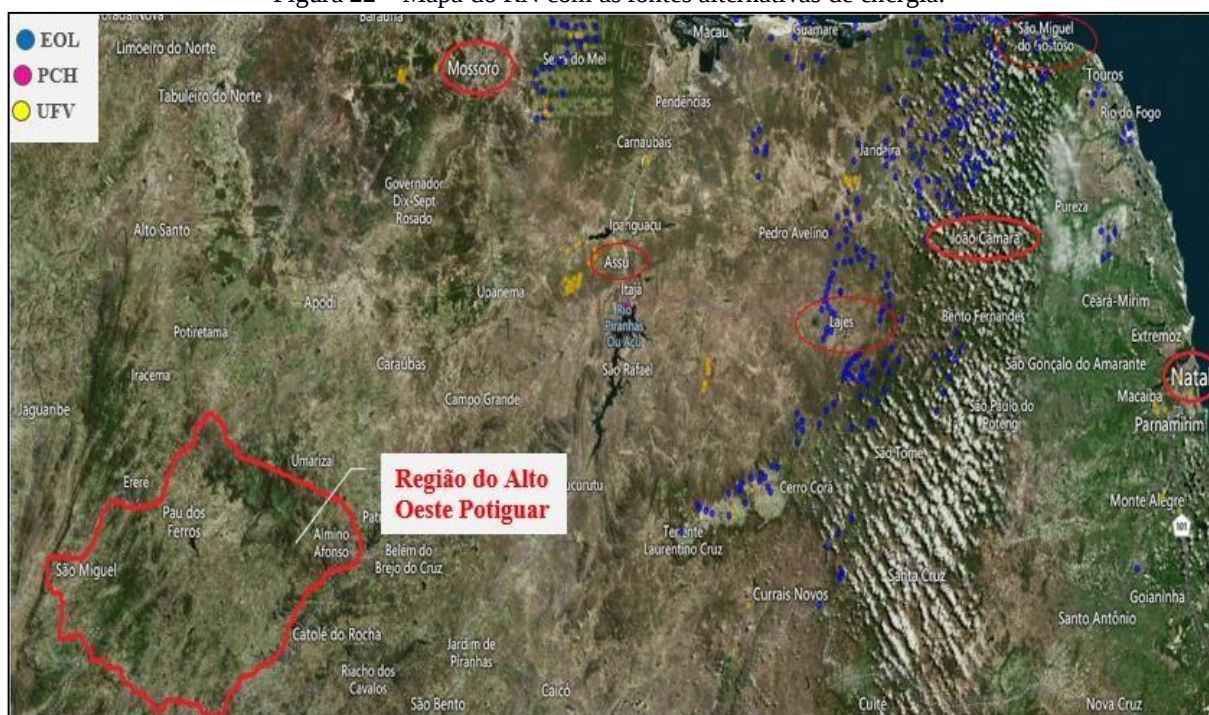
Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

É possível observar na Figura 22 que outras fontes alternativas de energia, como eólica, PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e usinas fotovoltaicas que produzem energia na forma centralizada, são encontradas ao longo do espaço territorial do Rio Grande do Norte, próximo as cidades de Mossoró, Assú, João Câmara e Natal.

Ademais, percebe-se a partir da Figura 22 que perto das cidades de João Câmara, São Miguel do Gostoso e Lajes, encontra-se uma boa quantidade de parques eólicos, isso ocorre devido a viabilidade geográfica e econômica que o território apresenta com relação aos ventos e a localização mais próxima ao litoral do RN (CARMO et al., 2021).

De acordo com Carmo et al. (2021), essa área perto dessas cidades é extensa e bastante promissora para a geração de energia a partir de parques eólicos, além de produzir ventos com velocidade média anual entre 8,0 e 8,5 m/s a 50m de altura. Ao contrário da região do Alto Oeste Potiguar que não dispõe de uma área propícia para a instalação de parques eólicos por causa da sua localização geográfica, cuja não produz ventos favoráveis para esse tipo de empreendimento.

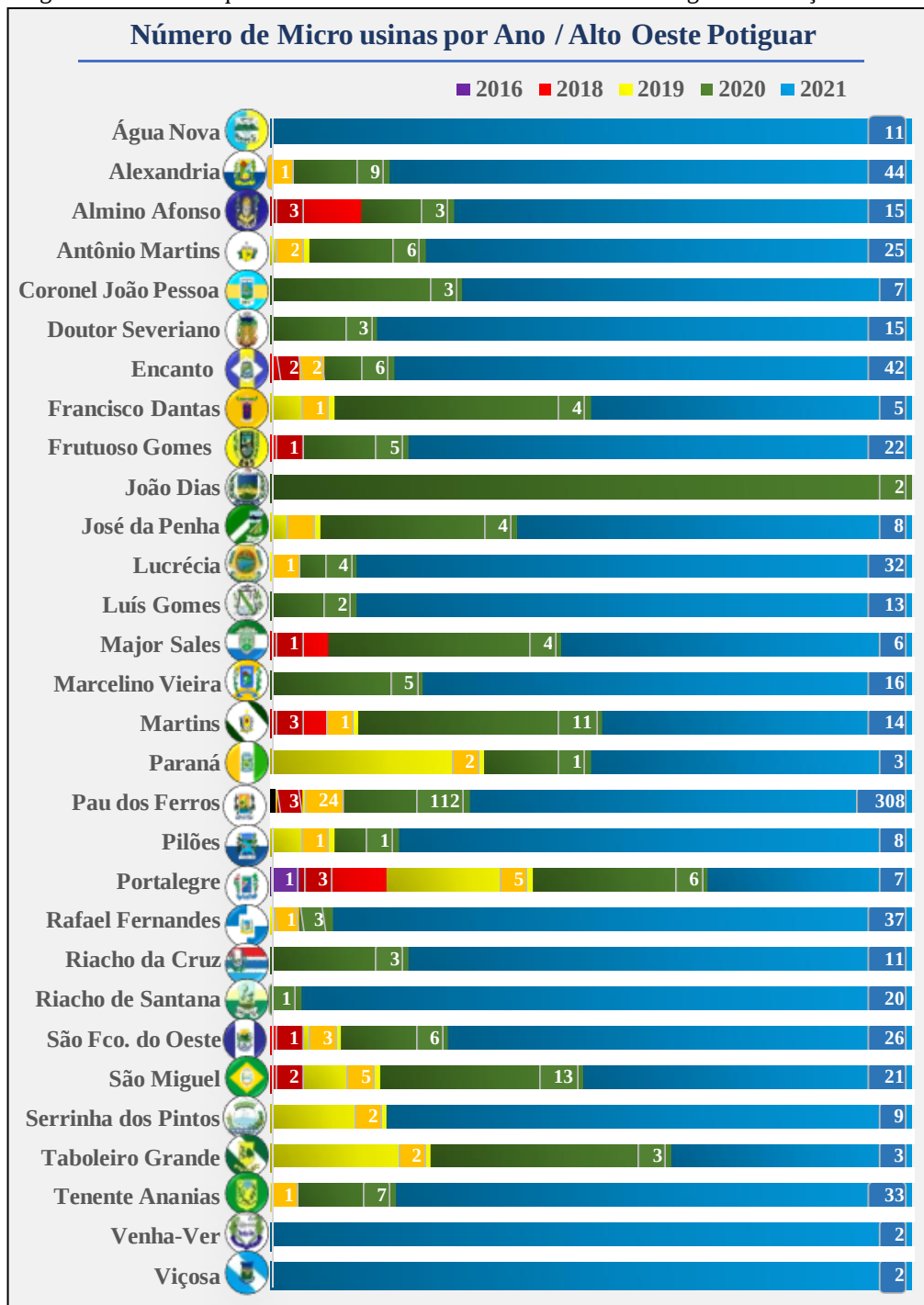
Figura 22 – Mapa do RN com as fontes alternativas de energia.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), o primeiro sistema fotovoltaico foi instalado em 2016 no Alto Oeste – RN na cidade de Portalegre. Entretanto, foi a partir de 2018 que essa tecnologia ganhou força na região, em que o número de micro usinas começou a aumentar

Figura 23 – Análise quantitativa das micro usinas do Alto Oeste Potiguar em função do ano.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

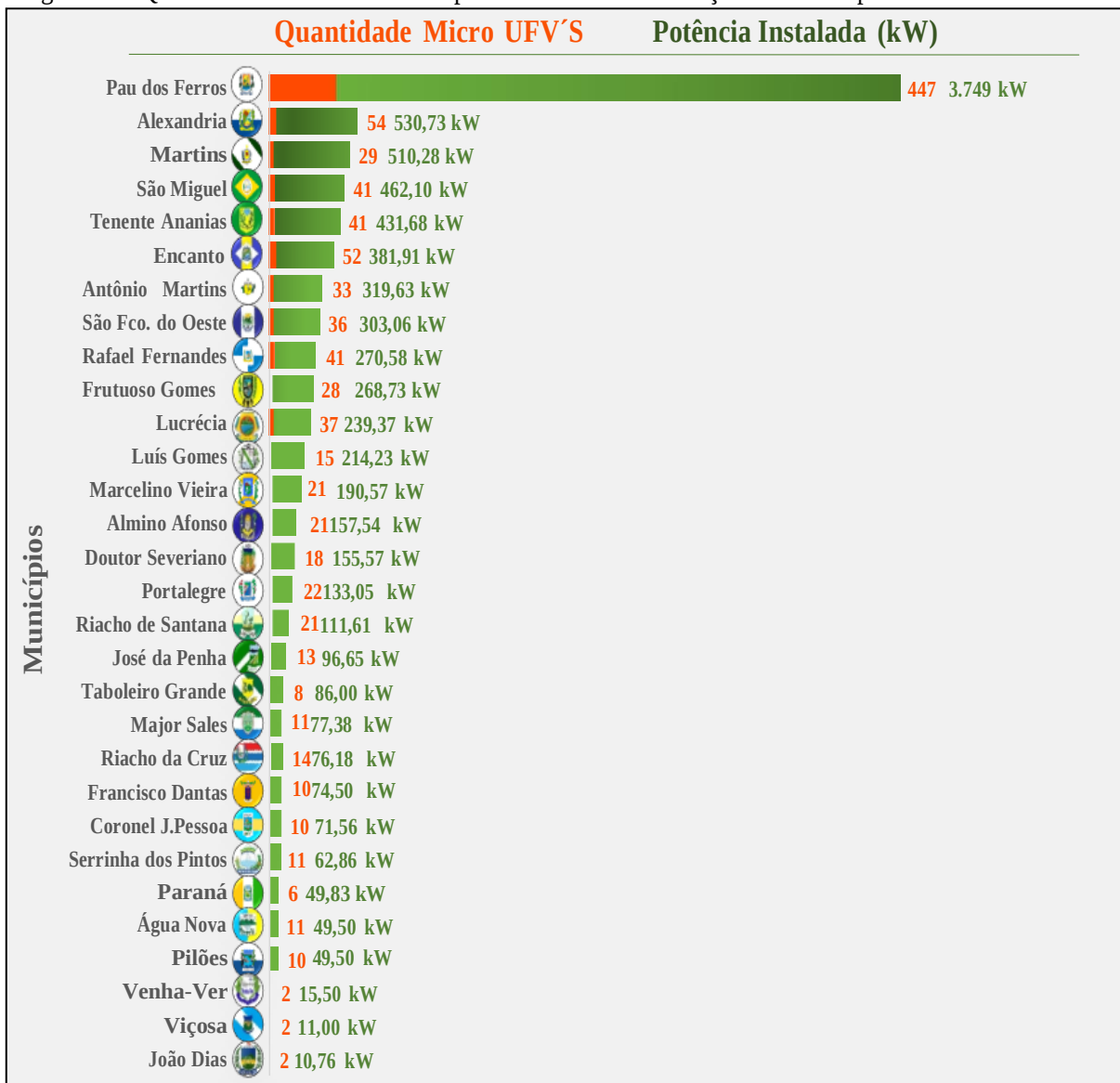
Sendo assim, Pau dos Ferros se tornou a cidade com maior número de sistemas fotovoltaicos instalados como mostra a Figura 23, impulsionando a microgeração de energia fotovoltaica e diversificando o cenário energético do Alto Oeste Potiguar, que conta com 30 municípios no seu território. Além disso, Pau dos Ferros é considerado um polo regional do Alto Oeste – RN, em razão da sua localização geográfica, crescimento comercial e populacional, que desencadearam o desenvolvimento econômico da cidade, tornando ela uma

área propícia para a implementação de micro usinas fotovoltaica (BARRETO FILHO; LIMA JÚNIOR,2019).

Em suma, verificou-se a partir da Figura 23 que não houve instalação de sistemas solares na região do Alto Oeste – RN no ano de 2017. Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), essa região não apresenta registro de sistemas solares com conexão no ano de 2017.

De acordo com a Figura 24 que está apresentando a quantidade de micro usinas instaladas por cidade no território do Alto Oeste – RN, juntamente com a potência total instalada, é possível observar a cidade de Pau dos Ferros liderando o número de micro usinas com 447 e uma potência total instalada de 3.749 kW, enquanto Portalegre possui 22 micro usinas e uma potência total instalada de 133,05 kW.

Figura 24 – Quantidade de micro usinas e a potência instalada em função dos municípios do Alto Oeste – RN.

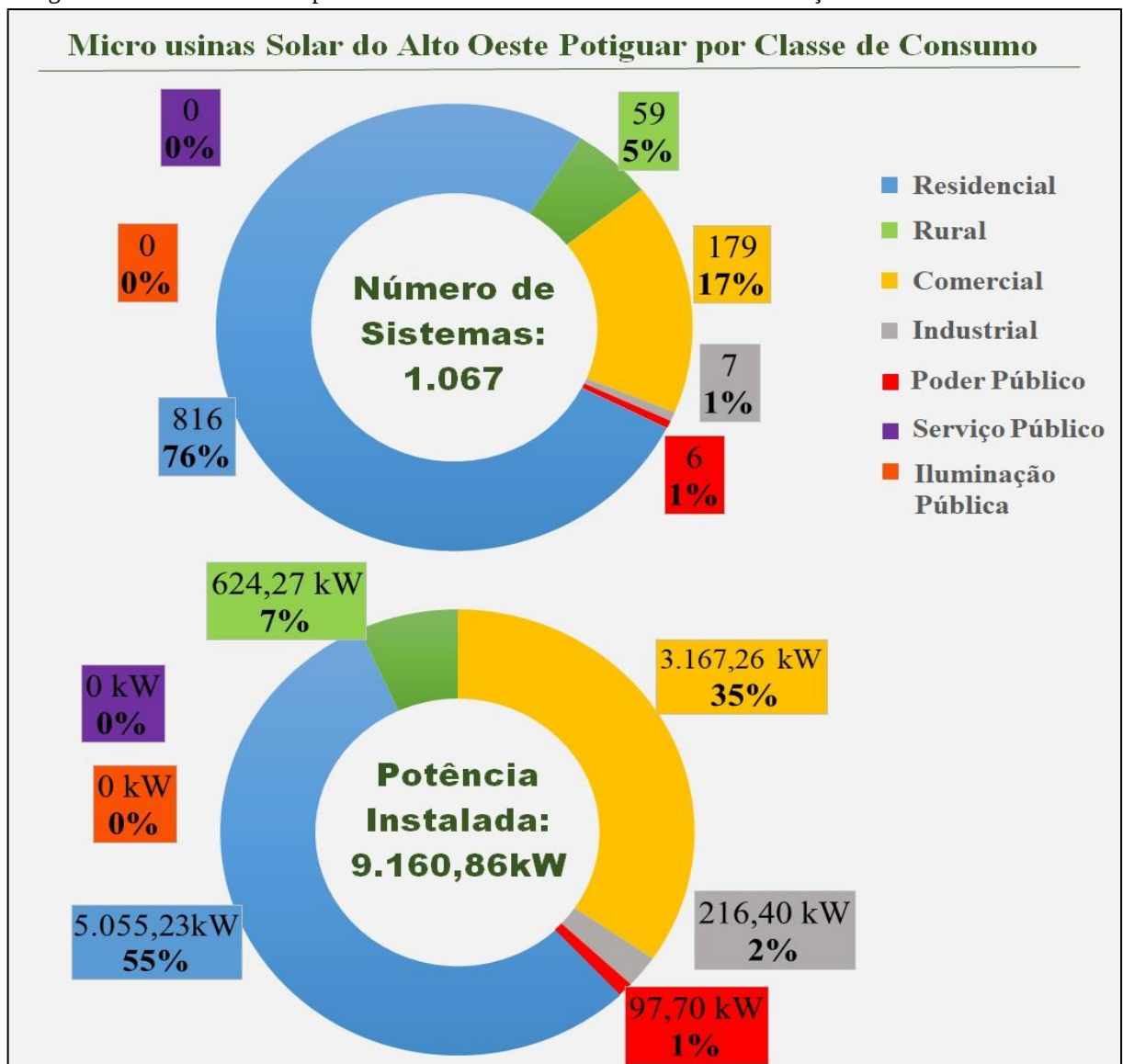


Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Por fim, é apresentado na Figura 25 os tipos de consumidores que utilizam a energia fotovoltaica no território do Alto Oeste – RN. Percebe-se a partir da Figura 25 que as micro usinas estão instaladas em diferentes classes de consumo, como exemplo: a classe residencial, comercial, rural, industrial, público, serviço público e iluminação pública. Os consumidores que apresentam o maior número de micro usinas instaladas, são os setores comercial e residencial.

Isso acontece devido aos investimentos privados que o Alto Oeste Potiguar recebe, com atividades comerciais, ofertas de serviços privados e o aumento populacional da zona urbana na região, esses setores se tornaram os mais propícios para a instalação da energia solar fotovoltaica (BARRETO FILHO; LIMA JÚNIOR, 2019).

Figura 25 – Micro usinas e a potência total instalada do Alto Oeste – RN em função das classes de consumo.



Fonte: Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). Organizado pelo autor.

Em suma, vale ressaltar que as instituições de ensino da cidade de Pau dos Ferros que possuem sistemas fotovoltaicos, como a Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e o Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), estão inseridas na classe de consumo do poder público como mostra a Figura 25.

5.4 Impactos Econômicos na Aplicação da Geração Fotovoltaica no Território do Alto Oeste Potiguar.

Os impactos sociais e econômicos provenientes da geração de energia solar no Alto Oeste Potiguar são mais significativos na fase de instalação dos sistemas fotovoltaicos, porque após a fase de instalação esse empreendimento utiliza uma quantidade de mão de obra reduzida. Entretanto, é fato que essa atividade, por consequência, aumente a oferta de emprego, o incremento na renda da população e a arrecadação de impostos nas prefeituras dos municípios do Alto Oeste – RN como mostra a Tabela 2 (COSTA, 2017).

Tabela 2 - Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN), arrecadado pelos municípios do Alto Oeste Potiguar.

MUNICÍPIOS	ISSQN - ANO					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Rafael Fernandes	*	*	*	*	*	*
Paraná	*	R\$ 159.824,45	R\$ 173.326,74	R\$ 146.341,31	R\$ 148.628,31	R\$ 214.110,63
Portalegre	*	R\$ 100.317,94	R\$ 157.454,38	R\$ 201.820,25	R\$ 161.188,20	R\$ 170.186,09
José da Penha	*	R\$ 69.283,43	R\$ 133.277,42	R\$ 198.159,49	R\$ 171.445,88	R\$ 94.001,87
São Francisco do Oeste	*	R\$ 22.432,65	R\$ 27.699,30	R\$ 24.954,94	R\$ 43.744,19	R\$ 43.319,18
Pau dos Ferros	R\$ 2.931.155,96	R\$ 3.076.892,81	R\$ 4.192.065,28	R\$ 4.625.447,28	R\$ 4.696.412,50	R\$ 6.166.988,64
São Miguel	R\$ 444.789,93	R\$ 414.827,39	R\$ 1.439.466,67	R\$ 682.685,72	R\$ 779.688,14	R\$ 1.132.990,53
Alexandria	R\$ 428.217,17	R\$ 572.465,82	R\$ 761.358,22	R\$ 1.085.293,85	R\$ 1.261.827,06	R\$ 801.263,04
Martins	R\$ 238.991,15	R\$ 223.482,65	R\$ 302.829,84	R\$ 425.143,40	R\$ 424.991,08	R\$ 339.211,23
Doutor Severiano	R\$ 223.129,69	R\$ 74.639,41	R\$ 81.763,97	R\$ 90.955,00	R\$ 100.621,02	R\$ 98.572,85
Encanto	R\$ 218.335,71	R\$ 65.133,07	R\$ 131.005,00	R\$ 92.449,09	R\$ 48.530,23	R\$ 80.305,67
Antônio Martins	R\$ 182.040,58	R\$ 284.845,08	R\$ 363.699,92	R\$ 228.046,83	R\$ 301.230,09	R\$ 324.093,48
Luís Gomes	R\$ 142.106,20	R\$ 164.475,26	R\$ 329.866,75	R\$ 265.653,67	R\$ 244.238,58	R\$ 221.149,17
Serrinha dos Pintos	R\$ 118.856,27	R\$ 138.607,92	R\$ 132.627,69	R\$ 156.650,20	R\$ 135.409,89	R\$ 43.671,36
Água Nova	R\$ 101.291,95	R\$ 91.504,50	R\$ 66.355,53	R\$ 15.371,13	R\$ 35.953,95	R\$ 48.324,04
Pilões	R\$ 100.154,19	R\$ 55.134,07	R\$ 1.270.465,96	R\$ 144.164,99	R\$ 137.757,47	R\$ 179.899,40
Marcelino Vieira	R\$ 99.579,79	R\$ 115.523,64	R\$ 262.108,79	R\$ 130.893,53	R\$ 125.504,45	R\$ 207.298,97
Tenente Ananias	R\$ 97.628,95	R\$ 145.055,48	R\$ 104.341,85	R\$ 102.273,69	R\$ 107.235,78	*
João Dias	R\$ 96.858,93	R\$ 34.447,47	R\$ 82.245,00	R\$ 499.270,55	R\$ 783.472,91	R\$ 79.547,95
Major Sales	R\$ 82.156,48	R\$ 140.682,78	R\$ 100.129,17	R\$ 42.162,44	R\$ 190.187,23	R\$ 165.328,31
Lucrécia	R\$ 79.583,47	R\$ 89.988,28	R\$ 178.548,35	R\$ 328.201,43	R\$ 222.413,48	R\$ 184.348,55
Riacho de Santana	R\$ 74.389,05	R\$ 78.803,45	R\$ 71.864,78	R\$ 80.518,35	R\$ 24.651,38	R\$ 89.784,91
Coronel João Pessoa	R\$ 71.244,77	R\$ 79.515,86	R\$ 129.074,97	R\$ 204.752,57	R\$ 94.252,44	R\$ 109.268,06
Riacho da Cruz	R\$ 69.258,16	R\$ 94.612,90	R\$ 63.732,98	R\$ 79.797,14	R\$ 60.908,83	R\$ 84.096,22
Venha-Ver	R\$ 66.694,56	R\$ 27.808,82	R\$ 47.578,84	R\$ 46.904,47	R\$ 85.457,11	R\$ 44.780,69
Frutuoso Gomes	R\$ 59.713,01	*	*	*	*	*
Almino Afonso	R\$ 48.483,00	R\$ 95.120,89	R\$ 107.616,56	R\$ 106.058,18	R\$ 137.571,80	R\$ 119.406,89
Francisco Dantas	R\$ 26.492,75	R\$ 2.729,84	R\$ 5.593,13	R\$ 8.901,19	R\$ 40.159,62	R\$ 14.448,10
Taboleiro Grande	R\$ 25.276,64	R\$ 69.153,65	R\$ 72.490,42	R\$ 145.269,54	R\$ 112.521,76	R\$ 109.540,39
Viçosa	R\$ 8.603,12	R\$ 79.543,54	*	*	R\$ 52.044,15	R\$ 97.141,17

Fonte: Finanças Municipais – FINBRA. Organizado pelo autor

(*) Dados não declarados pelos municípios ao FINBRA.

Com o crescimento da microgeração fotovoltaica no território do Alto Oeste Potiguar, foi possível uma maior arrecadação tributária sobre essa tecnologia a partir do ano de 2016 como apresenta a Tabela 2, pois foi a partir desse ano que a microgeração fotovoltaica começou a ser difundida nessa região. Essa arrecadação é devido ao Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN), pago pelas empresas que prestam serviços aos municípios do Alto Oeste – RN (COSTA, 2017). Por exemplo as prefeituras de Pau dos Ferros, São Miguel, Alexandria e Martins, tiveram um aumento significativo sobre esse imposto arrecadado entre os anos de 2016 à 2021, como está representado na Tabela 2. Esse imposto é um dos tributos mais significativos para a receita orçamentária das prefeituras municipais do Alto Oeste Potiguar, considerando a abrangência na aplicação desse imposto em várias atividades e serviços prestados por empresas nessa região (CARMO et al., 2021). A ascensão no recebimento desse imposto pode promover benefícios para os municípios como a realização de obras, cujas podem ser: a construção e melhoria de estabelecimentos de saúde, escolas, como também, melhorias na infraestrutura dos municípios, por exemplo: nas suas estradas (COSTA, 2017).

Em suma, O Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN) pode ser calculado com base na alíquota máxima de 5% ou mínima de 2%, podendo variar de município para município. Dessa forma, vale ressaltar que o ISSQN não é um imposto arrecadado exclusivamente em relação à tecnologia fotovoltaica, como ele depende do tipo de serviço prestado por empresas ou profissionais autônomos, a tributação pode se realizada em diversas áreas, por exemplo: na construção civil, nos empreendimentos eólicos ou qualquer outro tipo de atividade que se enquadre nos parâmetros da tributação do ISSQN. Para representar melhor essa diversificação na tributação desse imposto, a Tabela 2 mostra a arrecadação do ISSQN em função do ano na região do Alto Oeste – RN, comparando o ano de 2017 da tabela 2 com a Figura 23, percebe-se que nesse ano a Figura 23 mostra que não foi instalado sistemas solar no Alto Oeste Potiguar. Portanto, a arrecadação do ISSQN referente ao ano de 2017 mostrada na Tabela 2 não inclui a tecnologia fotovoltaica, comprovando que a arrecadação tributária desse imposto não é específica dos sistemas fotovoltaicos.

6 CONCLUSÃO

Observou-se que as instalações de sistemas fotovoltaicos no Alto Oeste Potiguar, proporcionam um impacto econômico na arrecadação do imposto municipal, causando-o uma elevação na economia devido à tributação do Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza, arrecadado pelas prefeituras da região, além de contribuir também na geração de emprego para a sociedade. Em suma, constatou-se que o RN e o Alto Oeste Potiguar se localizam em uma zona geográfica da terra que dispõe de altos níveis de radiação solar, tornando-se áreas viáveis para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

REFERÊNCIAS:

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Planos de Dados Abertos 2016-2017**. 2017. Disponível em: < [>https://www.aneel.gov.br/documents/656835/15191504/DD_IG_1_1a_f_II/cdafdee5-efa9-eacc-f0a3-ec3e2ec923bf#:~:text=A%20pot%C3%Aancia%20outorgada%20%C3%A9%20a,comercial%20da%20primeira%20unidade%20geradora.&text=A%20unidade%20de%20energia%20el%C3%A9trica,MWh%20\(megawatt%2Dhora\)>. Acesso em: 27 jan. 2022.](https://www.aneel.gov.br/documents/656835/15191504/DD_IG_1_1a_f_II/cdafdee5-efa9-eacc-f0a3-ec3e2ec923bf#:~:text=A%20pot%C3%Aancia%20outorgada%20%C3%A9%20a,comercial%20da%20primeira%20unidade%20geradora.&text=A%20unidade%20de%20energia%20el%C3%A9trica,MWh%20(megawatt%2Dhora))
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - **Geração Distribuída: micro e mini geração distribuída**. 2015. Disponível em: < [>https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 16 ago. 2021.](https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida)
- ALVES, Larissa da Silva Ferreira; DANTAS, Joseney Rodrigues de Querioz; SOUZA, Gilton Sampaio. **Dinâmica Urbano-Regionais em Territórios de Fronteira Interna**: Scielo Brasil, Fortaleza. 2018. Disponível em: < [>https://www.scielo.br/j/mercator/a/qDXFc9ykkKTVHDPYYwG3F4d/?lang=pt>. Acesso em: 29 ago. 2021.](https://www.scielo.br/j/mercator/a/qDXFc9ykkKTVHDPYYwG3F4d/?lang=pt)
- ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Energia solar fotovoltaica no Brasil**: Infográfico ABSOLAR. 2022. Disponível em: < <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> > Acesso em: 31 mar. 2022.
- BARRETO FILHO, Boanerges de Freitas; LIMA JÚNIOR, Francisco do Ó de. **Hierarquia Urbana e Desenvolvimento Social**: Um estudo do ISDM no alto oeste potiguar. ENANPUR, Natal, p. 1-19, maio 2019. Disponível em: < [>http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1315#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20m%C3%A9dio%20da%20regi%C3%A3o%20%C3%A9%20de,2013%3B%20PNUD%2C%202013>. Acesso em: 29 jan. 2022.](http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1315#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20m%C3%A9dio%20da%20regi%C3%A3o%20%C3%A9%20de,2013%3B%20PNUD%2C%202013)
- CRESESB, Centro de Referências Para As Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. **Componentes de um Sistema Fotovoltaico**: 2008. Disponível em: < [>http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=341>. Acesso em: 28 ago. 2021.](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=341)
- CRESESB - Centro de Referências para As Energias Solar e Eólica Sérgio de S.Brito. **Potencial Solar - SunData v 3.0**: 2018. Disponível em: < [>http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em: 21 ago. 2021.](http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data)
- CARMO, Alesxandro Fernando do *et al.* **Geração de Energia Eólica e Novas Perspectivas para o Semiárido**: O Caso de João Câmara, Rio Grande do Norte. In: BRITO, Higor Costa de *et al* (org.). **Meio Ambiente e Sustentabilidade**: Pesquisa, Reflexões e Diálogos Emergentes. Campina Grande: Amplla, 2021. p. 134-148. Disponível em: < [>https://www.researchgate.net/profile/Aline-Sauer-2/publication/353273755_FENOLOGIA_BROMATOLOGIA_E_PRODUTIVIDADE_DE_CICLOS_DE_HIBRIDOS_PARA_MILHO_SILAGEM/links/60f0821616f9f3130087461b/FEENOLOGIA-BROMATOLOGIA-E-PRODUTIVIDADE-DE-CICLOS-DE-HIBRIDOS-PARA-MILHO-SILAGEM.pdf#page=135>. Acesso em: 31 jan. 2022.](https://www.researchgate.net/profile/Aline-Sauer-2/publication/353273755_FENOLOGIA_BROMATOLOGIA_E_PRODUTIVIDADE_DE_CICLOS_DE_HIBRIDOS_PARA_MILHO_SILAGEM/links/60f0821616f9f3130087461b/FEENOLOGIA-BROMATOLOGIA-E-PRODUTIVIDADE-DE-CICLOS-DE-HIBRIDOS-PARA-MILHO-SILAGEM.pdf#page=135)

CGMA. **Perfil Territorial**: maio 2015. Disponível em: < http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_134_Alto%20Oeste%20-%20RN.pdf >. Acesso em: 19 ago. 2021.

COSTA, Rafael Fonseca da. **Energia Eólica e seus Impactos Econômicos, Ambiental e Social nos Municípios Produtores do Rio Grande do Norte: XXXI Congresso Alas Uruguay 2017**. Montevideo. 2017. Disponível em: < https://www.easypanners.net/alas2017/opc/tl/6849_rafael_fonseca_da_costa.pdf >. Acesso em: 18 fev. 2022.

DANTAS, Stefano Giacomazzi. **Oportunidades e Desafios da Geração Solar Fotovoltaica no Semiárido do Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2020.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Lei nº 14.300, de 2022. Proposta para alterar, no todo ou em parte o texto de um projeto de lei submetido à discussão ou a votação. **Legislação Informatizada**: LEI Nº 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022 - Publicação Original. Brasília, DF, 7 jan. 2022. Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14300-6-janeiro-2022-792217-publicacaooriginal-164335-pl.html> >. Acesso em: 11 abr. 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - **Plano Nacional de Energia 2050**. 2020. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-523/05.03%20Energia%20Solar.pdf#search=energia%20solar%20no%20Brasil> >. Acesso em: 12 ago. 2021.

ESFERA ENERGIA. **Conheça o Proinfa Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica**, 14 de maio. de 2021. Disponível em: <<https://esferaenergia.com.br/blog/proinfa/>>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - **Matriz Energética e Elétrica**: 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 06 set. 2021.

FEITOSA, Elis Regina Monte *et al.* **NEXUS: Agricultura Familiar, Energias Renováveis e Construção de Mercados no Territórios Rurais do Rio Grande do Norte. Revista de Economia e Sociologia Rural**, 27 ago. 2021. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/resr/a/FZtJcH4mKjS68XFXxrCTXb/?format=html&lang=pt> >. Acesso em: 29 jan. 2022.

MATEUS, Ana Geddera de Cerqueira. **Análise de Sistema Híbrido Solar-Eólico de Geração de Energia On-Grid em Assentamento Rural**: 2019. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PROINFA. **Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobras**, 2017. Disponível em: <<https://eletrobras.com/en/Paginas/Proinfa.aspx>>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

PERNAMBUCO, Universidade Federal do. **Atlas Solarimétrico do Brasil**: Recife. 2000. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf >. Acesso em: 16 ago. 2021.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marcos Antônio (org.). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel - Cresesb, 2014. Disponível em: < [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual de Engenharia FV 2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf) >. Acesso em: 28 ago. 2021.

PAIVA, Mayara Luiza. **Avaliação da Aplicabilidade de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede em uma Granja de Aves no Estado do Mato Grosso e seus Impactos Ambientais.**: 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar**: 2. ed. São José dos Campos: Inpe, 2017. 80 p.

Secretaria do Tesouro Nacional. **Finanças do Brasil**: dados contábeis dos municípios. Disponível em: < <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/en/finbra-financas-municipais> >. Acesso em: 20 de fev. de 2022.

SILVA, Franklin Gomes da; MACIEL, Marcelo Augusto Alves; FRANÇA, Neirivan Barros. Energia Solar Fotovoltaica: Um Estudo de Possibilidades para o Município de Conceição do Araguaia-PA: **Revista Brasileira de Energias Renováveis**: Pará, v. 6, n. 4, p. 705-726, 2017.

TORRES, Vitor. **O que é ISS**: como calcular esse imposto e quem precisa pagar?. 2021. Disponível em: < <https://www.contabilizei.com.br/contabilidade-online/o-que-e-iss-e-como-calcular/> >. Acesso em: 16 mar. 2022.

TORRES, Ricardo Silva. Análise na Cobrança de ICMS na Geração Distribuída. **Revista Brasileira de Energia**: v. 28, n. 1, 2022. Trimestre. Disponível em: < <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/675/503> >. Acesso em: 31 mar. 2022.