



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELETRICA
CAMPUS CARAÚBAS

JOÃO BATISTA CAVALCANTE

UMA ANÁLISE SOBRE O MERCADO DE USINAS DE GERAÇÃO
FOTOVOLTAICA EM MOSSORÓ E REGIÃO

CARAÚBAS/RN

2021

JOÃO BATISTA CAVALCANTE

**UMA ANÁLISE SOBRE O MERCADO DE USINAS DE GERAÇÃO
FOTOVOLTAICA EM MOSSORÓ E REGIÃO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Alisson Alencar Freitas

CARAÚBAS/RN

2021

© 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.

C376a Cavalcante, João Batista.
Uma análise sobre o mercado de usinas de
geração fotovoltaica em Mossoró e região / João
Batista Cavalcante. - 2021.
60 f. : il.

Orientador: Antônio Alisson Alencar Freitas.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Elétrica, 2021.

1. sistemas fotovoltaicos. 2. geração
distribuída. 3. energia elétrica. I. Freitas,
Antônio Alisson Alencar , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

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.

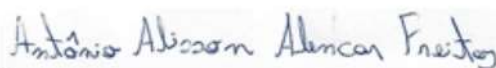
JOÃO BATISTA CAVALCANTE

**UMA ANÁLISE SOBRE O MERCADO DE USINAS DE GERAÇÃO
FOTOVOLTAICA EM MOSSORÓ E REGIÃO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

APROVADO EM: 16 / 11 / 2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antônio Alisson Alencar Freitas
Presidente



Prof. Dr. Francisco de Assis Brito Filho
Membro

**RAFAEL LUZ
ESPINDOLA:06083238455**

Assinado de forma digital por RAFAEL
LUZ ESPINDOLA:06083238455
Dados: 2021.11.23 10:09:31 -03'00'

Prof. Dr. Rafael Luiz Espindola
Membro

**RODRIGO PRADO DE
MEDEIROS:06447712409**

Assinado de forma digital por RODRIGO
PRADO DE MEDEIROS:06447712409
Dados: 2021.11.23 10:00:27 -03'00'

Prof. Dr. Rodrigo Prado de Medeiros
Membro

AGRADECIMENTOS

Obrigado a Deus por me proporcionar as condições de chegar até aqui, a trajetória foi longa, mas, com a graça de Deus, foi possível alcançar.

Obrigado aos professores que compartilharam vossos conhecimentos, com absoluta certeza, serei um profissional melhor graças a cada um de vocês.

Obrigado Professor Alisson Freitas por acreditar que esse trabalho era possível e pela ajuda desempenhada.

Obrigado ao Professor Fabiano Dantas pelas dicas, materiais e orientações.

Obrigado ao grupo dos Ninjas: Junior, Nayana, Gustavo e, especialmente, Luã, pois sem sua ajuda talvez nem tivesse iniciado o curso.

Obrigado Jackson e Ivan e todos os colegas pela força e ajuda ao longo dessa trajetória.

A toda equipe da UFERSA meu obrigado.

.

RESUMO

A maior parte da matriz energética brasileira é proveniente da energia hidráulica, que é uma fonte renovável, contudo, quando os níveis dos reservatórios das hidrelétricas encontram-se baixos, são utilizadas as termoeletricas para garantir o fornecimento da energia elétrica, por consequência, encarece a energia elétrica por todo o país. Nesse cenário, ganha força o mercado de aproveitamento da energia solar e sua conversão em energia elétrica, proporcionado pelo avanço tecnológico que permitiu o barateamento das células fotovoltaicas e, portanto, o crescimento exponencial desse mercado no Brasil e no mundo. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com a Resolução n. 482/2012 regulamentou a geração distribuída (GD) e o crédito de energia dando impulso ao aproveitamento da energia fotovoltaica no país. Entre os anos de 2013 e 2019, foi observado um crescimento do número de usinas fotovoltaicas instaladas no país, mais que dobrando a cada ano, saltando de 59 usinas instaladas em 2013 para cerca de 120 mil instaladas em 2019. A demanda por sistemas de energia fotovoltaica fez surgir novas empresas especializadas na instalação de sistemas fotovoltaicos. Este trabalho buscou conhecer as empresas atuantes nesse novo mercado, localizando 21 empresas e mais de 100 profissionais atuando na região da cidade de Mossoró/RN, sendo que apenas 3 já existia antes das resoluções da ANEEL. Como resultado buscou conhecer através de pesquisa em bancos de dados e entrevistas ao empresariado quem são os clientes dessas empresas, e o quantitativo de unidade instaladas na região, apresentando como resultado final a evolução do mercado de energia fotovoltaica na região

Palavras-chave: sistemas fotovoltaicos. geração distribuída. energia elétrica.

ABSTRACT

Most of the Brazilian energy matrix comes from hydraulic energy, which is a renewable source, however, when the levels of the reservoirs of hydroelectric plants available are low, they are used as thermoelectric plants to ensure the supply of electricity, therefore, makes electricity more expensive throughout the country. In this scenario, the market for the use of solar energy and its conversion into electrical energy gains strength, provided by technological advances that fuel the cheapness of photovoltaic cells and, therefore, the exponential growth of this market in Brazil and in the world. The National Electric Energy Agency (ANEEL) with Resolution n. 482/2012 regulated distributed generation (GD) and energy credit, boosting the use of photovoltaic energy in the country. Between 2013 and 2019, there was an increase in the number of photovoltaic plants installed in the country, more than doubling each year, jumping from 59 plants installed in 2013 to about 120 thousand installed in 2019. The demand for energy systems photovoltaic gave rise to new companies specialized in the installation of photovoltaic systems. This work sought to know the companies operating in this new market, locating 21 companies and more than 100 professionals working in the region of the city of Mossoró, only 3 of which existed before ANEEL's resolutions. As a result, it sought to know, through research in databases and the business community, who the customers of these companies are, and the number of units installed in the region, changing as a final result the evolution of the photovoltaic energy market in the region.

Keywords: photovoltaic systems, distributed generation, electricity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das aplicações de energia solar	13
Figura 2 – Diagrama Unifilar	16
Figura 3 – <i>String Box</i> CC	18
Figura 4 – Estrutura para telha em cerâmica	19
Figura 5 – Número de novas conexões de GD por radiação solar ao longo dos anos.....	23
Figura 6 – Comparativo entre capacidade instalada por região do Brasil	24
Figura 7 – Quantidade GD por categoria.....	25
Figura 8 – Quantidade anual de conexões (UFV) no Rio Grande do Norte.....	26
Figura 9 – Porte das Empresas	30
Figura 10 – Tempo de atividade das Empresa.....	30
Figura 11 – Mapa do Rio Grandes do Norte com as cidades mencionadas	31
Figura 12 – Quantidade de unidades de geração distribuída por grupo tarifário	32
Figura 13 – Irradiação solar em Caraúbas	36
Figura 14 – Consumo mensal e valor das faturas por faixas de potência.....	38
Figura 15 – Comparativo da irradiação solar entra Brasil (a) e Alemanha(b)	39
Figura 16 – Taxa de crescimento anual de novas conexões	41
Figura 17 – Resultados da questão 15	42
Figura 18 – Resultados da questão 16	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade GD por região.....	23
Tabela 2 - Quantidade de sistemas instalados em unidade residenciais por faixa de potencia	34
Tabela 3 - Quantidade de sistemas instalados em unidade residenciais por faixa de potência em cada cidade analisada.....	35
Tabela 4 – Comparação entre consumo mensal, valor da fatura e quantitativo de GD.....	37
Tabela 5 – Relação de unidades instaladas por domicílios.	38
Tabela 6 – Quantidade de novas conexões anual.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
COVID19	<i>Corona Virus Disease</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GD	Geração Distribuída
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
KWp	Kilowatt-pico
Wp	Watt-pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2 ENERGIA SOLAR.....	13
2.1 MODULO FOTOVOLTAICO	14
2.2 TIPOS DE SISTEMAS	15
2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAÍCO <i>ON-GRID</i>	15
2.3.1 - Painéis Fotovoltaicos	16
2.3.2 – Inversores	17
2.3.3 – String Box e itens de proteção	18
2.3.4 – Estrutura ou suporte	18
3 DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL	20
3.1 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD).....	21
3.2 CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO	25
3.3 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE.....	26
4 METODOLOGIA.....	27
4.1 ÁREA DE ESTUDO	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1 PERFIL DAS EMPRESAS	29
5.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS EMPRESAS E PÚBLICO ALVO	31
5.3 SISTEMAS INSTALADOS NA REGIÃO	33
5.4 CUSTOS, PREÇO E LUCRATIVIDADE.....	41
5.5 IMPACTOS DA PANDEMIA E NOVAS PERSPECTIVAS	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXO - INFORMAÇÕES SOBRE O QUANTITATIVO DE ART FORNECIDO PELO CREARN	50

APENDICE A - QUESTIONÁRIO	52
APENDICE B – DADOS DAS EMPRESAS ANALISADAS.....	57
APENDICE C – QUADRO COM AS RESPOSTAS DO QUESTIONARIO.....	58
APENDICE D - NÚMEROS DE GD COM FONTE EM ENERGIA SOLAR.....	60

1 INTRODUÇÃO

Um país desenvolvido ou em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, está em busca constante por novas fontes de energia ou pelo melhor aproveitamento das fontes já utilizadas. Grande parte da matriz energética brasileira é proveniente da energia hidráulica, que é uma fonte renovável, porém outras fontes renováveis como a eólica e a solar estão se apresentando como fontes mais baratas, conforme apontado pela *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2021).

A fonte hidráulica sofre influência dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas, quando estes encontram-se baixos, as termoeletricas são acionadas o que encarecem a “conta de energia” por todo o país. A fim de contornar os frequentes aumentos em suas faturas de energia elétrica, consumidores começaram a investir em sistemas que convertem energia solar em energia elétrica.

O uso desses sistemas ou usinas de geração fotovoltaica está sendo possível, atualmente, em virtude do avanço tecnológico e o consequente barateamento das células fotovoltaicas que proporcionaram um crescimento exponencial desse mercado no Brasil e no mundo.

No Brasil, o aproveitamento da energia solar como eletricidade ganhou impulso com a Resolução n. 482 de abril de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que regulamentou a geração distribuída (GD), a micro e minigeração e o crédito de energia. Após a resolução, foi observado o crescimento do número de usinas de micro e minigeração fotovoltaicas instaladas a cada ano no país, mais que dobrando a cada ano. No ano de 2013 foram instaladas 59 usinas, enquanto que em 2019, o número de novas instalações ultrapassou 120 mil unidades.

O discurso de energia limpa e “econômica” incentiva consumidores e também empresas que se especializam em serviços de projetos e instalações de usinas fotovoltaicas, criando um setor de prestação de serviço estimado em mais de 12.500 integradores em 2020, conforme pesquisas divulgadas pela empresa *Greener* em seu estudo sobre o mercado fotovoltaico de geração distribuída, e cerca de 43,2 mil empregos no Brasil, segundo *International Renewable Energy Agency* (IRENA).

A ideia de “energia barata” foi gradativamente espalhada por todo país, inclusive no Nordeste, que possui um dos maiores índices de irradiação solar no Brasil, favorecendo a instalação de usinas geradoras na região, logo consequentemente atraindo o interesse de empresários, já inseridos em alguma área de engenharia ou novos empreendimentos comerciais, que se especializaram na instalação de kits de geração de energia fotovoltaica.

Na cidade de Mossoró, segunda maior cidade do Estado do Rio Grande do Norte, através de buscas em plataformas como o *google*, *instagram* e *facebook*, foram encontradas quinze empresas com sede na cidade de Mossoró/RN e outras seis sediadas em cidades vizinhas.

A existência de um mercado novo, atraente para novos empresários e consumidores, nos traz questionamentos de quais são os limites para o crescimento dessa atividade econômica, quais os custos dessa atividade e quem são os clientes que buscam gerar sua própria energia, desse modo o presente trabalho se propõe fazer uma análise sobre o mercado de usinas de geração de fotovoltaica em Mossoró e região.

Para alcançar o objetivo proposto, este trabalho foi dividido da seguinte forma: Introdução contendo a justificativa e objetivos do trabalho; Capítulo 2, onde é feita uma revisão bibliográfica sobre o tema da energia solar, seu funcionamento e os componentes presentes numa usina de geração conectada à rede; Capítulo 3, que discute a regulamentação, o histórico e o uso da energia fotovoltaica no país; Capítulo 4, que apresenta a metodologia empregada para coleta e tratamento dos dados discutidos no Capítulo 5.

1.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo geral levantar dados sobre o mercado de usinas de geração de energia por fonte de radiação solar, cadastradas na cidade Mossoró e cidades vizinhas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

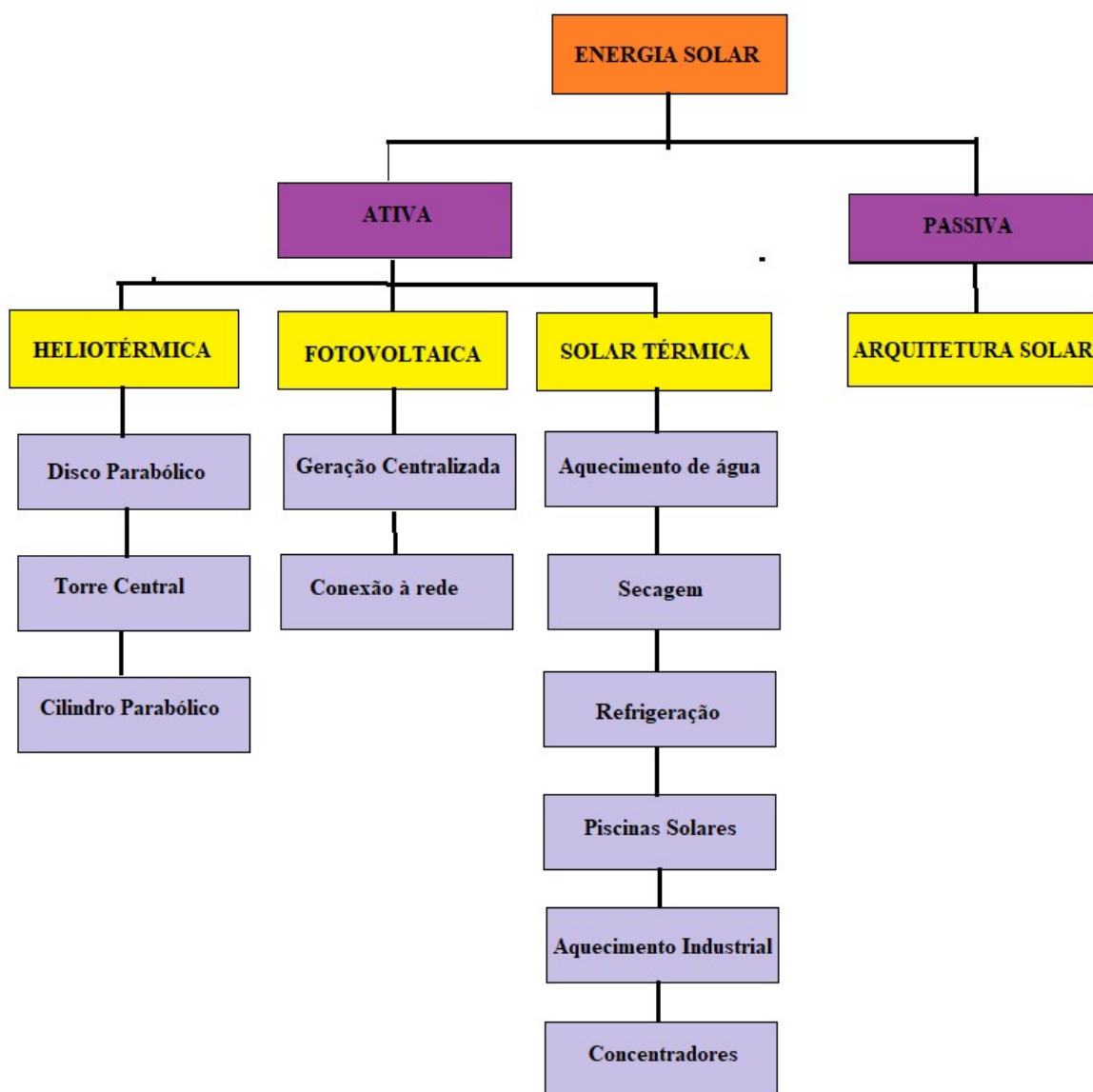
- Identificar os prestadores de serviços atuantes da região;
- Identificar os principais componentes de um sistema de geração fotovoltaica;
- Conhecer os custos atrelados a instalação de uma usina fotovoltaica;
- Qualificar e quantificar os usuários desse sistema;
- Constatar o impacto da pandemia do COVID19 no setor pela concepção do empresário;
- Conhecer os desafios e perspectivas para o desenvolvimento do setor.

2 ENERGIA SOLAR

A energia proveniente do sol, presente em todo globo terrestre, é inesgotável, porém pouco aproveitada. O Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia na Terra (PINHO e GALDINO, 2014), na medida que é responsável pelo ciclo das águas a fotossíntese das plantas, por exemplo.

A energia solar pode ser usada ativamente ou passivamente. A primeira é dividida em solar heliotérmica, fotovoltaica e solar térmica. A energia solar passiva tem como exemplo o uso em projetos arquitetônicos (EPE, 2007), “através do aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambiente” (LOPEZ, 2012).

Figura 1 – Fluxograma das aplicações de energia solar



Fonte: Plano Nacional de Energia 2030 apud Pereira et al, 2004.

O aproveitamento da energia solar térmica consiste captar a energia, em forma de calor, através de equipamentos do tipo coletores (concentradores) e armazená-la para utilização em turbinas, aquecimento de água, secagem de grãos ou aquecimento de piscinas, por exemplo.

Dentre as formas de aproveitamento apresentadas na Figura 1, tem-se heliotérmica e a fotovoltaica como meios de transformar a energia solar em eletricidade. O aproveitamento da energia solar heliotérmica ocorre com a coleta da irradiação solar, sua conversão em calor para posterior conversão em eletricidade. Tal forma de captação e utilização da energia solar é indicada para locais com alta incidência de irradiação solar direta, ou seja, pouca intensidade de nuvens, baixos índices pluviométricos. (EPE, 2007)

Outra forma de conversão da energia solar em eletricidade é através do uso de células fotovoltaicas. “A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão.” (PINHO; GALDINO, 2014, p. 50).

Ramos et al. (2018), com base nos estudos da Boomblerg, considera que

a energia fotovoltaica tem o potencial para ser a maior fonte de eletricidade no mundo em longo prazo, devido à abundância e à distribuição do recurso solar no planeta, à constante redução dos custos da tecnologia (histórico e projeção) e às melhorias em eficiência de materiais e conversão. (RAMOS et al., 2018, p. 43)”.

2.1 MODULO FOTOVOLTAICO

Os primeiros passos do estudo fotovoltaico são atribuídos a Edmond Becquerel, onde em 1839 observou o aparecimento de uma diferença de potencial num material semicondutor após a absorção de luz, o que deu início a criação da célula fotovoltaica, unidade fundamental do processo de conversão de energia solar em eletricidade (LOPEZ, 2012).

O aproveitamento da energia solar pelo efeito fotovoltaico ganhou destaque com a corrida espacial e alguns anos depois devido à busca por novas fontes de energia. (LOPEZ, 2012).

As células fotovoltaicas consistem em duas camadas, geralmente de silício, material semicondutor, “uma dopada com elemento que tende a perder elétrons e outra com um elemento que tende a absorvê-los” (LOPEZ, 2012). Dependendo da tecnologia empregada no tratamento aplicado ao silício encontrado na natureza, as células podem ser monocristalina, amorfo ou policristalina, todas comercializadas atualmente.

O módulo (painel) fotovoltaico é formado pela combinação de células fotovoltaicas conectadas para produzir tensão e corrente suficientes para aproveitamento elétrico, em

diferentes níveis de tensão e corrente nominal. Os módulos podem, ainda, ser associados em séries ou paralelo, a depender da aplicação (PINHO; GALDINO, 2014).

2.2 TIPOS DE SISTEMAS

Um Sistema fotovoltaico pode ser classificado em três categorias distintas: sistema isolado (autônomo), conectado à rede elétrica ou híbrido.

Para Pinho, Galdino (2014), o sistema híbrido surge quando aparece a necessidade de integrar outras fontes de energia ao sistema isolado ou ao conectado à rede, logo é um sistema que consiste num conjunto de várias fontes de geração de energia como: turbinas eólicas, geradores a diesel e módulos fotovoltaicos. Como exemplo, os autores citam a possibilidade de um sistema híbrido diesel-fotovoltaico e esclarecem que contribuição de cada fonte ao sistema é variável, a depender de fatores como investimentos inicial, custo de manutenção, dificuldade de obtenção de combustível entre outros.

Um sistema isolado caracteriza-se por incluir, geralmente, uma unidade de armazenamento de energia, como baterias, supercapacitores, produção de hidrogênio ou energia gravitacional presente nos sistemas de bombeamento de água. (LOPEZ, 2012)

O sistema conectado à rede (*on-grid*), que será melhor detalhado ao longo deste trabalho, temo como característica o fato de não precisar de formas de armazenamento de energia, sendo que a energia gerada é entregue à rede de distribuição. O inversor é componente indispensável desse tipo de sistema, pois é responsável pela conversão da corrente contínua em alternada, bem como pela proteção e sincronismo com a rede elétrica.

2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAÍCO *ON-GRID*

Para Pinho e Galdino (2014), um sistema fotovoltaico pode ser dividido em blocos, mais precisamente, um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento, onde cada bloco tem seus componentes.

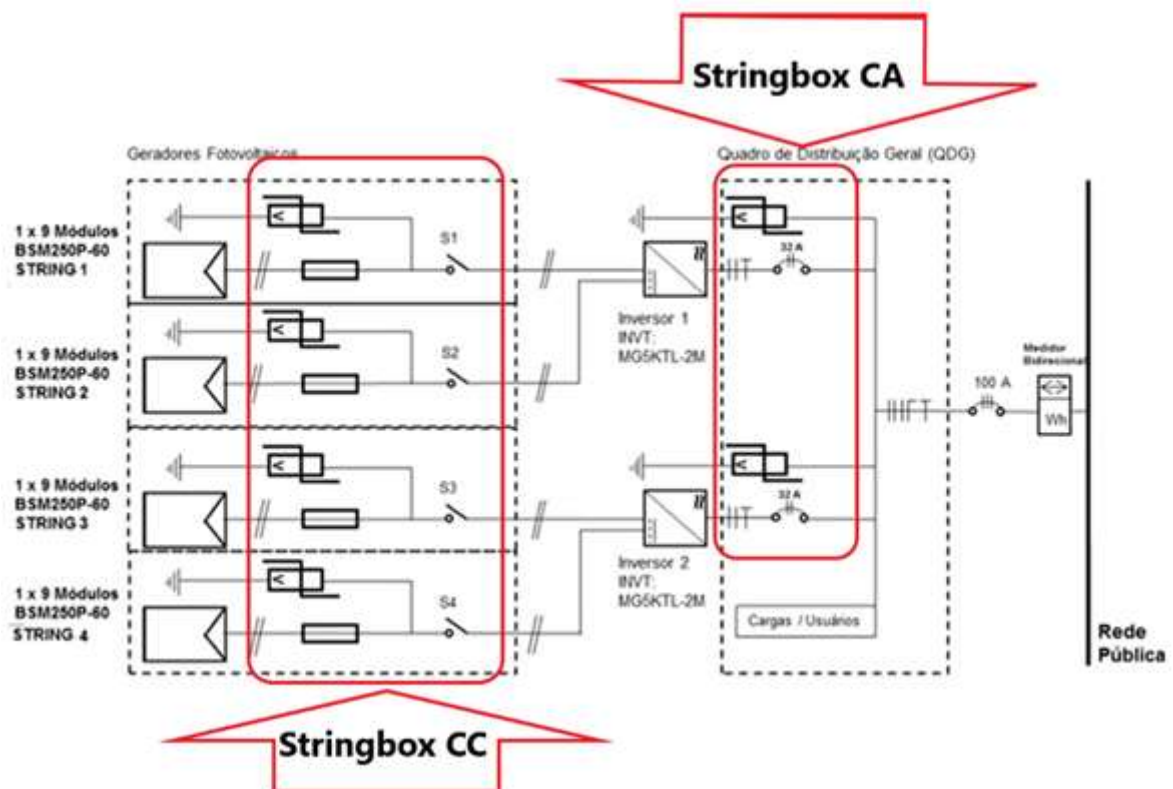
O bloco de armazenamento, composto, principalmente, pelas baterias é utilizado em sistemas conhecidos por estacionários, ou seja, não conectados à rede, logo não serão objetos de análise por este trabalho.

Cada sistema a ser instalado possui suas particularidades, como arranjo de painéis fotovoltaico, tipos de telhado, logo seu custo é muito variado. Uma forma de comparar os custos entre projetos de instalação de energia solar é através do preço por Watt-pico (Wp), onde se

observa que “o custo unitário do sistema por unidade de potência, ou seja, por Watt-pico (Wp), fica mais barato a medida que a capacidade de geração aumenta.” (DANTAS; POMPERMAYER, 2018, p. 11).

Na Figura 2, é apresentado um modelo de diagrama unifilar de um sistema fotovoltaico *on-grid* com 36 placas solares, onde se pode observar quais os componentes fazem parte do sistema de geração de energia solar, os quais são descritos, separadamente, nas sessões seguintes.

Figura 2 – Diagrama Unifilar



Fonte: Blue Sol Energia Solar

2.3.1 - Painéis Fotovoltaicos

O painel é o principal equipamento do sistema, sendo um componente do bloco de geração do sistema. Dependendo da forma como são associados (série ou paralelo) e das características de suas células, podem ter diferentes valores para tensão e corrente nominal. (PINHO; GALDINO, 2014).

O avanço do mercado de energia solar só foi possível devido à redução do preço desse componente, proporcionado pelo avanço tecnológico. Minha Casa Solar (2019), loja de equipamentos fotovoltaico, apresenta pesquisa do *International Technology Roadmap for*

Photovoltaics onde afirma que, entre 2015 a 2016, o valor dos painéis solares caiu, em média, 40%, contudo os painéis ainda são os responsáveis por, aproximadamente, 45% do custo total de um sistema fotovoltaico. Vale ressaltar que a participação das placas solares no custo total da instalação está diretamente ligada ao tamanho do sistema.

O percentual do investimento total gasto com placas solares varia dependendo do tamanho do sistema, ou seja, a sua potência em Kilowatt-pico (KWp). O preço individual de cada placa vem variando ao longo dos anos e está, diretamente, relacionado com o valor dólar e o valor do silício.

A escolha dos módulos fotovoltaicos depende de cada projeto, podendo ser de tecnologia policristalino ou monocristalinos, bem como serem *half* ou *full cell*. Os projetistas, ainda, analisam a área de cada placa e a potência dos painéis disponíveis no mercado.

2.3.2 – Inversores

Os inversores são os equipamentos que convertem a tensão de entrada, que é uma corrente contínua (CC) proveniente dos módulos fotovoltaicos ou baterias, em uma tensão de saída com corrente alternada (CA), simétrica de amplitude e frequência. Podem ser de três tipos, conectados à rede, conectados à rede com armazenamento em baterias ou, ainda, isolados (autônomos) (LOPEZ, 2012).

Os inversores isolados (autônomos ou *off-grid*) são utilizados para alimentar cargas diretamente ou retirando energia de um banco de bateria, importante ressaltar que não podem ser conectados à rede elétrica convencional.

Os inversores conectados à rede (*on-grid*) são utilizados em projetos onde os clientes não têm a necessidade ou interesse em instalação de um sistema isolado, que é mais caro, devido à presença das baterias.

As instalações fotovoltaicas *on-grid* geram energia durante o dia, mesmo em eventual desligamento da rede da concessionária, porém o inversor *on-grid* obrigatoriamente (pelas normas vigentes no Brasil) possui um controle de desligamento (anti-ilhamento) a fim de isolar/desconectar a unidade geradora da rede, quando houver um desligamento da rede de distribuição. O anti-ilhamento protege equipamentos de níveis de tensão e correntes que possam ser fornecidas pela instalação fotovoltaica, bem como fornece segurança para operações de manutenção da rede.

Devido a essa tecnologia de anti-ilhamento, os inversores *on-grid* também são chamados de interativos e são encontrados no mercado em três categorias: inversor central para sistemas de grande porte, string-inverter e micro inversor para sistemas de até 300W.

2.3.3 – String Box e itens de proteção

Os *string box* ou caixa de junção, são os quadros de distribuição onde são colocados os equipamentos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito, ou seja, disjuntores, fusíveis e DPS.

É importante destacar a necessidade de uso de duas *string box* uma para uso CC e outra para CA, pois de acordo com a NBR 5410 não se admite que componentes vinculados especificamente a uma determinada alimentação compartilhem, com elementos de outra alimentação, quadros de distribuição e linhas, incluindo as caixas dessas linhas.

No diagrama unifilar da Figura 2, observa-se a presença de dispositivos DPS, fusíveis e chaves seccionadoras no *string box* CC (exemplificado na Figura 3), já no quadro de proteção CA é instalado o disjuntor e dispositivo DPS. A quantidade de cada dispositivo de proteção a ser instalado está diretamente relacionado ao tamanho (potência) do sistema e a forma como foi projetado.

Figura 3 – *String Box* CC



Fonte: Portal Solar

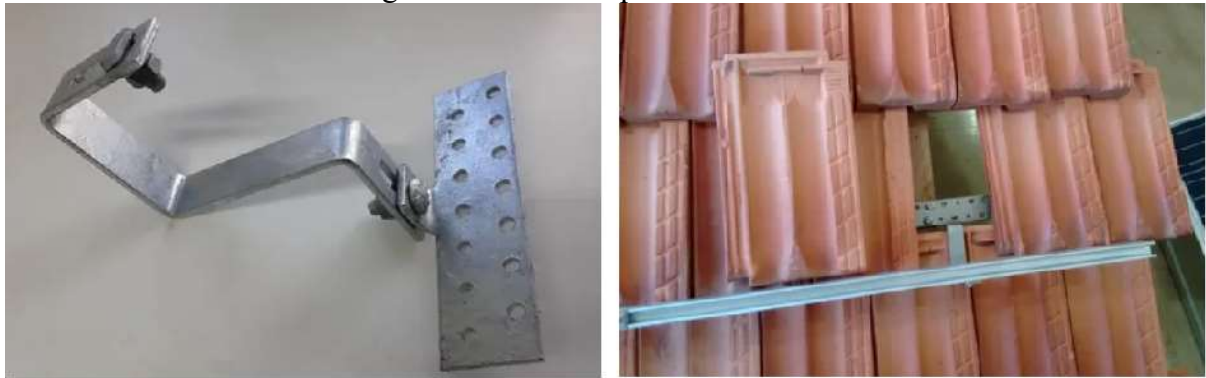
2.3.4 – Estrutura ou suporte

As estruturas de suporte são os equipamentos que dão sustentação aos painéis solares, facilitando sua instalação e agrupamento. A escolha do tipo de estrutura depende do tipo de painel solar a ser instalado, da sua inclinação e do local de instalação. Junior (2019) apresenta 3 tipos de estruturas:

- Estrutura metálica com inclinação fixa recomendada para uso residencial onde pode ser calculado uma inclinação ótima para maior aproveitamento dos raios solares;
- Estrutura fixa com ângulo de inclinação ajustável que permite a alteração da angulação dos módulos para que eles acompanhem o percurso do sol; e
- Seguidores solares, ou conhecidos como trackers, através de um mecanismo de movimentação em um ou dois eixos, possibilita o acompanhamento do percurso do sol durante o dia e ao longo do ano.

Os suportes são, geralmente, confeccionados em estruturas metálicas (alumínio ou aço inox), ou madeira, a fim de auxiliarem a fixação dos painéis em telhados ou no solo. A Figura 4 apresenta um suporte para instalação em telhados de telha cerâmica.

Figura 4 – Estrutura para telha em cerâmica



Fonte: Google imagens

3 DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) divide a cadeia produtiva do setor de energia fotovoltaicas em seis segmentos: empresas de consultoria em sistemas solares, empresas do setor de purificação de silício, empresas produtoras de materiais semicondutores fotovoltaicos (células e módulos), empresas (produtoras e representantes) de painéis fotovoltaicos; empresas de equipamentos auxiliares e material elétrico e eletrônico (baterias, acumuladores, sensores, inversores, controladores de carga); e empresas especializadas em serviços de instalação e manutenção. (KUPFER et al., 2012).

Para Kupfer et al. (2012), “a tecnologia do silício domina o mercado”, pois o beneficiamento do silício é a parte da cadeia que demanda os maiores investimentos, sendo que as células de silício representam mais de 90% do mercado, segundo Ramos et al. (2018).

Outro segmento relevante é a produção das células e módulos fotovoltaicos concentrados, principalmente na Ásia. A China, em 2010, detinha cerca de 47% do mercado global de produção de células fotovoltaicas, segundo trabalho publicado pela ABDI.

Kupfer et al. (2012) ressalta “que o mercado brasileiro não justifica a produção de nenhum elo da cadeia produtiva, ainda que sejamos o maior produtor mundial de silício grau metalúrgico”, onde a demanda brasileira era atendida por exportação, pelo menos até o ano de 2011.

Para Ramos et al. (2018), a energia renovável a partir da fonte solar é a que mais cresce no mundo, podendo representar um terço da produção global de energia elétrica do mundo até 2060 (IEA, 2011 apud Ramos 2018). Portanto, tem-se um mercado em rápida evolução, onde o cenário atual brasileiro já é bem diferente do visto no ano de 2011, quando existiam 6 usinas solares em operação no Brasil operando com pouco mais de 5.000 KW, conforme apresentado em publicação da ABDI .

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), por meio de seu presidente Rodrigo Sauer (2018), “o Brasil está mais de 15 anos atrasado no uso da energia solar fotovoltaica. Temos condições de ficar entre os principais países do mundo neste mercado, assim como já somos em energia hidrelétrica, biomassa e eólica”.

Mesmo diante desse atraso, o cenário brasileiro atual é bem diferente do observado em 2011. A Greener (2019) em seu estudo estratégico sobre o mercado fotovoltaico de geração distribuída, identificou que, apenas, 3% módulos fotovoltaicos comercializados são provenientes do mercado nacional. Essa parcela de módulos fabricadas no Brasil tem seus

componentes importados, vindo principalmente da China, logo se observa que módulos fotovoltaicos estão diretamente ligados ao preço do dólar e sofrem influência direta com a desvalorização do real.

Avaliando os dados da ANEEL, observa-se um crescimento do número de empresas especializadas em serviços de instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos, último elo da cadeia produtiva de sistemas solares, o qual será dado maior ênfase neste trabalho.

A localização e as condições geográficas do Brasil proporcionam um excelente cenário para o aproveitamento da energia solar, somado com as políticas públicas que vem sendo adotadas desde o ano de 2012, favorecem o surgimento e crescimento de empresas especializadas em serviços de instalação e manutenção de sistemas de geração fotovoltaica.

Vialli (2018) aponta, pelo menos, três razões para o avanço observado nos últimos anos no setor: sucessivos reajustes na tarifa de energia, que têm onerado consumidores, especialmente os de grande porte; barateamento da tecnologia (painéis fotovoltaicos e inversores); e a viabilização da geração distribuída pela ANEEL com a Resolução 482/2012, que permite ao consumidor, seja comercial ou residencial, produzir sua própria energia e gerar créditos em sua fatura.

3.1 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)

O incentivo à geração distribuída no Brasil é atribuído a Resolução 482/2012 da Aneel, atualizada e revisada em 2015 e 2017, que regulamentou a micro e mini geração distribuída, criou o sistema de geração compartilhada e o sistema de créditos de energia.

Segundo art. 2º da Resolução nº 482/2012 da ANEEL alterado pela Resolução nº 687/2015 e nº 786/2017:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (ANEEL, 2015)

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (ANEEL, 2017)

A geração distribuída consiste na capacidade do consumidor poder gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis, inclusive fornecendo o excedente para a rede de distribuição. Esse sistema incentiva a economia financeira para o consumidor e sua autossustentabilidade.

A Resolução n. 687 da ANEEL deu novo impulso ao setor, com a inclusão dos incisos VII e VIII ao art. 2º da Resolução 482, trazendo novos conceitos a norma vigente, ou seja, a geração compartilhada e o auto consumo remoto.

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;(ANEEL, 2015).

VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (ANEEL, 2015).

Para a ANEEL, o estímulo à geração distribuída promove: o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética¹.

A criação do mecanismo de crédito de energia foi um grande incentivo para os sistemas de geração de energia solar na medida que eles geram energia durante o dia, sendo que o maior consumo de uma residência, por exemplo, acontece, no período noturno, quando não há geração de energia. A geração fotovoltaica também sofre variação ao longo do ano, logo o sistema de crédito garante que a energia gerada nos meses de maior produção, seja usada em períodos de menor incidência solar.

Em 27 de agosto de 2021, a ANEEL registra um total de 577.244 unidades de geração distribuída, incluindo fontes geradoras como a eólica, a hidráulica, o biogás e a energia solar, totalizando 6.810.798,06 KW de potência instalada.

No mesmo período, as unidades de GD, a partir da radiação solar, somam 576.775 unidades distribuídas em 96% dos municípios brasileiros e, representando, pouco mais, 97% da potência instalada do total de unidades de geração distribuída. Logo, percebe-se que o interesse pela a eletricidade proveniente de sistemas fotovoltaicos, não é uma solução energética procurada, apenas, por consumidores das regiões com maiores índices de radiação.

A Figura 5 apresenta o crescimento desse mercado ao longo dos últimos 12 anos.

¹ <http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>

Figura 5 – Número de novas conexões de GD por radiação solar ao longo dos anos



Fonte: ANEEL

Com as novas GD cadastradas apresentadas na Figura 5, em julho de 2020, o Brasil já possuía uma potência instalada de 3.120.477,85 KW em projetos de geração distribuída em energia solar. Em julho de 2018, a capacidade instalada do país era de 338.445,70 KW, portanto um crescimento de 922% em apenas 2 anos.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de usinas cadastradas como geração distribuída no Brasil, tendo como fonte a energia solar, destaque para as regiões sul e sudeste, que juntas possuem mais de 60% de unidades instaladas no país, embora as duas regiões correspondem apenas a 18% do território brasileiro.

Tabela 1 – Quantidade de usinas fotovoltaicas por região

Região	Quantidade GD	Percentual (%)	Potência (KW)	Percentual (%)
Centro Oeste	78.586	13,98	1.103.633,53	17,07
Nordeste	98.255	17,48	1.222.701,85	18,91
Norte	30.941	5,50	367.661,73	5,69
Sudeste	231.876	41,25	2.386.930,75	36,91
Sul	122.472	21,79	1.385.673,35	21,43
Total	562.130	100	6.466.601	100

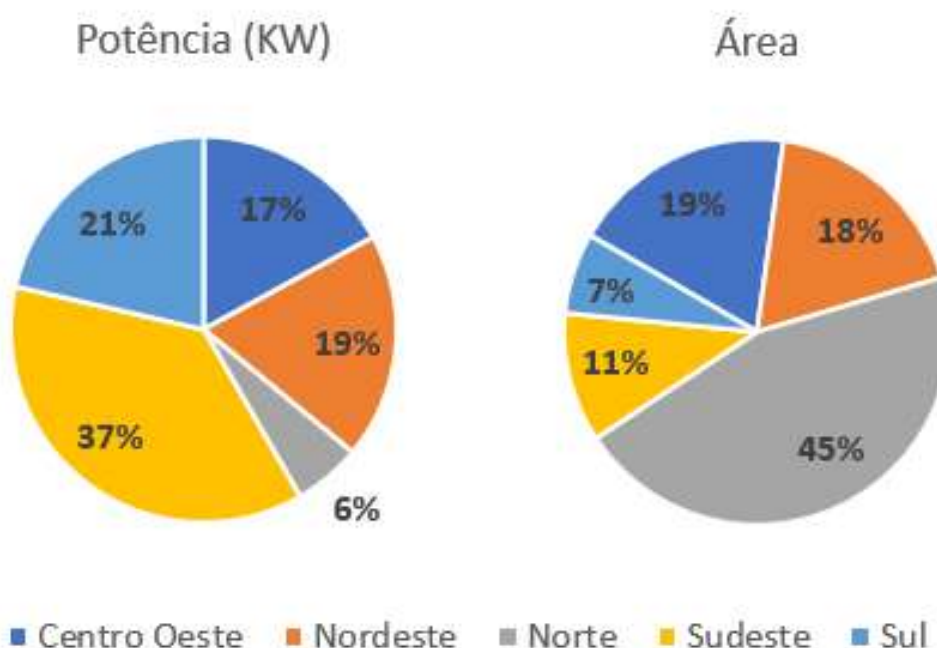
Fonte: ANEEL

A Tabela 1 apresenta a distribuição das usinas entres as regiões do Brasil, sendo que o Nordeste ocupa a 3ª região em número de usinas e em potência instalada, o quê, para o senso comum, pode soar contraditório, pois é a região com maior índice de irradiação solar no Brasil ao longo do ano e abrange uma área de 18% do território nacional o que equivale a soma da área da região sul e sudeste.

Os motivos para as regiões sul e sudeste se destacarem na energia solar podem ser vários, contudo Sales (2021) aponta alguns motivos para o destaque de Minas Gerais, estado com maior capacidade instalada de usinas fotovoltaicas: foi o primeiro estado a conceder incentivos fiscais para atividade por meio de isenção e redução do ICMS; terrenos com custo baixo de aquisição e bom índice de radiação tornaram-se atrativos para criação de fazendas solares; criação de legislação própria do estado incentivando o aproveitamento da energia solar.

A Figura 6 complementa a Tabela 1, apresenta em gráfico a divisão da potência por região (a) e a representação de cada região no território (b).

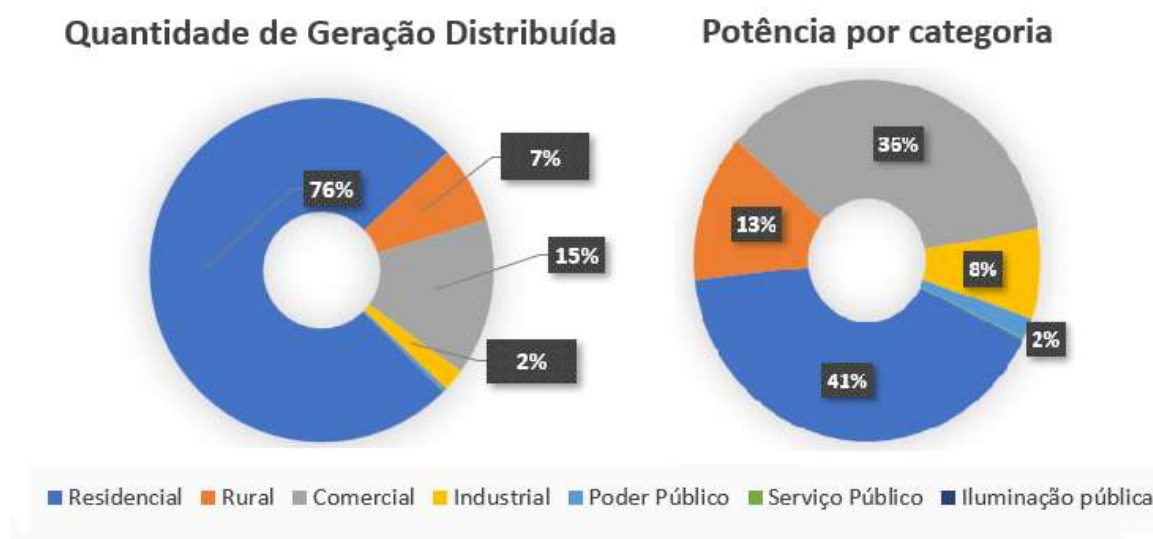
Figura 6 – Comparativo entre capacidade instalada por região do Brasil



Fonte: Autoria própria/Dados compilados da ANEEL até 12.08.2021

A Figura 7 apresenta classificação dos usuários dos sistemas de geração solar por categorias: Residencial, Rural, Comercial, Industrial, Poder Público, Serviço Público e Iluminação pública. Percebe-se que predomina as GD classificada como residencial, representando 76 % do total das unidades cadastradas na ANEEL.

Figura 7 – Quantidade GD por categoria



Fonte: Autoria própria/Dados compilados da ANEEL até 12.08.2021

As usinas para uso residencial representam 76% das unidades existentes, porém apenas 40% da potência total. Já os usuários classificados como poder público, iluminação pública juntos não representam 1% do grupo de usuários de energia fotovoltaica.

3.2 CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO

Em 2020, o Brasil e o mundo passaram por uma das maiores crises econômicas de suas histórias, resultado da pandemia da *COVID19*, que se estende até os dias atuais. Nesse cenário, diversas atividades econômicas foram prejudicadas com investimentos suspensos ou perdidos, inclusive no setor de geração de energia.

Apesar do cenário de crise, o mercado de energia fotovoltaica registrou, no primeiro semestre de 2020, mais de 1 GW de potência instalada para geração distribuída. Segundo a União Nacional da Bioenergia (UDOP, 2020), o país vem avançando com sistemas de menor porte instalados em residências, estabelecimentos comerciais ou em grandes terrenos. As número de novas conexões no país, representaram, apenas no primeiro semestre de 2020, cerca de 90% a mais do que foi instalado em 2019, o que garantiu ao Brasil a 16ª posição no ranking mundial de energia solar, de acordo com a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA).

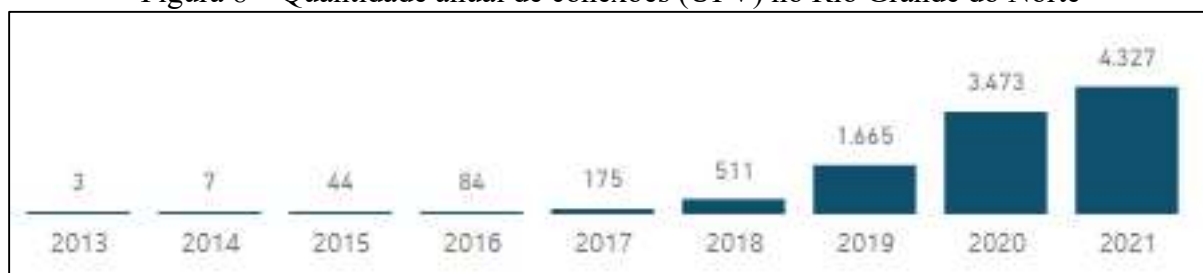
Para a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o setor terá um papel importante nas retomadas do crescimento econômico, após a pandemia do novo corona vírus. A Greener (2019), em seus estudos estratégicos, informa a existência de 12.500

empresas integradoras no setor de energia fotovoltaica, mais do que o dobro do registrado em janeiro de 2019, e, para janeiro de 2021, a estimativa era de 14.700 integradores, os quais contribuem para instalação de usinas em mais de 90% dos municípios do país.

3.3 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

O estado do Rio Grande do Norte, presente no Nordeste do Brasil, possui 10.289 unidades de geração fotovoltaica em funcionamento, com uma potência instalada de cerca de 135 MW. A Figura 8 apresenta o número de conexões realizadas por ano, onde se observa o crescimento e a procura por sistemas de energia solar no Rio Grande do Norte ao longo dos últimos anos.

Figura 8 – Quantidade anual de conexões (UFV) no Rio Grande do Norte



Fonte: ANEEL

De acordo com a Figura 8, em 2020, houve um incremento de mais de 200% em clientes que adotaram o sistema de geração de energia solar no Estado do Rio Grande do Norte, crescimento acima da média nacional e isso ocorreu diante do cenário de pandemia e incertezas quanto aos rumos da economia.

4 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, que segundo Mazucato (2018, pg. 60), são pesquisas que “buscam estabelecer informações preliminares sobre um dado assunto estudado”, no presente caso, a pesquisa explora, de maneira geral, o tema da geração de energia solar fotovoltaica. O presente trabalho possui, ainda, características descritivas, na medida que busca apresentar uma análise dos empresários do setor de instalação de sistemas fotovoltaicos na região de estudo, discriminada na próxima sessão.

Através de uma análise preliminar em plataformas como o *google*, *instagram* e *facebook*, foi realizado um levantamento do número de empresas que oferecem, atualmente, o serviço de instalação de energia fotovoltaica na modalidade de geração distribuída, ou seja, micro e minigeradores com potência de até 5 MW.

Após levantamento das empresas atuantes na região, ou seja, a população em estudo, foi aplicado questionário de forma online. Para Mazucato (2018) os questionários “são instrumentos de coleta de dados constituídos por uma série sistematicamente estipulada de questões que, por sua vez, devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”.

Os resultados desta pesquisa baseiam-se, ainda, em levantamento bibliográfico e documental, com base em dados fornecidos pelo governo por meio da agência reguladora ANEEL.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Para o presente estudo foi delimitada a cidade de Mossoró, 2ª maior cidade do Estado do Rio Grande do Norte, também conhecida como a capital do semiárido, título dado pela lei federal n. 13.568, e cidades circunvizinhas de Areia Branca, Assu, Caraúbas, Apodi e Severiano Melo onde foram localizadas uma ou mais empresas especializadas em instalação de sistemas fotovoltaicos.

Foram localizadas 21 (vinte e uma) empresas, sediadas nos municípios citados, sendo 15 (quinze) empresas localizadas no município de Mossoró, 2 (duas) em Areia Branca, e uma em cada um dos demais municípios.

Para melhor compreender a dimensão da população em estudo, foi solicitado ao CREARN dados sobre o número de registro de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), documento indispensável para uma instalação de sistema fotovoltaico, como resposta foram

apresentados os dados contidos no ANEXO A, onde se verifica, aproximadamente, 108 profissionais com projetos registrados na cidade de Mossoró nos anos de 2020 e 2021.

Apesar do conhecimento do número de profissionais que registraram projetos de energia fotovoltaica na cidade de Mossoró, a ausência de dados sobre os mesmos prejudica a aplicação de questionários ou entrevista, logo a população de estudo deste trabalho consistiu, apenas, no número de empresas.

Após identificação das empresas e o contato, por telefone, ou e-mail para validação da atuação no ramo de energia fotovoltaica, foi encaminhado um questionário (APÊNDICE A) elaborado na plataforma formulários do *google* e aplicado de forma *online* diretamente para as empresas e/ou seus prepostos, sendo o preenchimento e a devolução de forma eletrônica e automática.

Para obtenção de nível de confiança de 95% na análise dos dados, com margem de erro de até 5%, era necessário uma amostra de 20 empresas, contudo foram obtidas, apenas, 6 (seis) respostas, 3(três) relativas ao município de Mossoró e mais 3(três) relativas aos municípios de Areia Branca, Caraúbas e Apodi as quais foram juntadas como Apêndice C. Desse modo, no que diz respeito ao questionário, tornou-se impossível tirar conclusões sobre padrões e características do grupo estudado. No entanto, em relação aos dados extraídos da ANEEL ou da Receita Federal, foi possível analisar todas as empresas da população em estudo.

As empresas, que apresentaram respostas, indicaram 6 (seis) municípios como área de maior atuação de suas empresas, portanto, na análise dos dados no capítulo 5 foi criado um grupo, para fins didático e comparativo, composto pelas 6 (seis) cidades citadas (Mossoró, Assu, Areia Branca, Caraúbas, Apodi e Pau dos Ferros) denominado como região ao longo deste trabalho.

Os dados colhidos através do questionário em conjunto com as informações dos órgãos de fiscalização (ANEEL) foram apresentados os resultados dispostos no capítulo 5 deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mossoró, em agosto de 2021, já possui 2108 usinas cadastradas como geração distribuídas, tendo como fonte a radiação solar, número que representa pouco mais de um quinto de todas as usinas em operação no Estado do Rio Grande do Norte. Dentre elas, 06 instaladas no ano de 2015, 336 unidades em 2019 e 532 unidades cadastradas até outubro de 2020, representando um crescimento de cerca de 58% nesse último período.

Para elaboração do projeto e solicitação de instalação junto à concessionária de energia, é necessário um profissional habilitado, técnico ou engenheiro, que providencia o registro do projeto no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA-RN), logo todos os sistemas de usina fotovoltaica são registrados no CREA por meio das Anotações de Responsabilidade Técnica (ART).

Consultando ao CREA o quantitativo de ART por profissionais (ANEXO A), tem-se 77 profissionais que registraram pelo menos uma ART no ano de 2020 e 83 profissionais registraram um projeto de usina fotovoltaica em Mossoró no ano de 2021. Do total de profissionais, trinta se destacam por possuírem mais de quinze ART de projetos fotovoltaicos registrados na cidade de Mossoró.

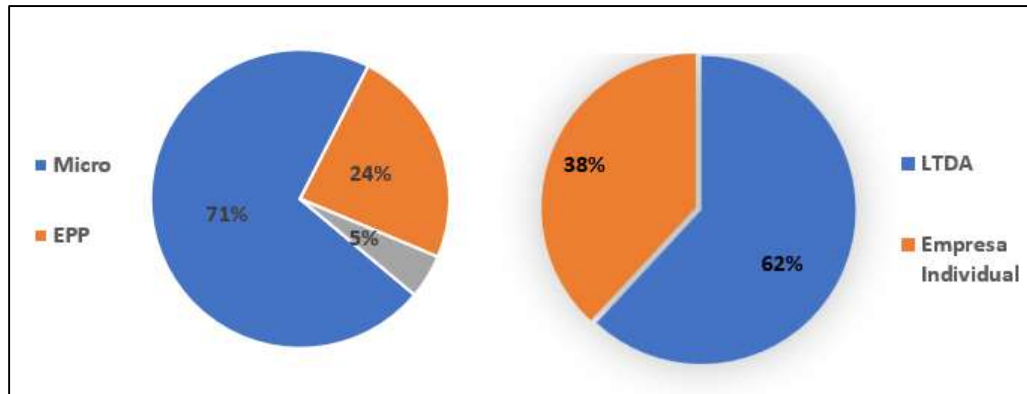
5.1 PERFIL DAS EMPRESAS

Consultado os cadastros das 21 empresas, que representam a população estudada por este trabalho, junto à Receita Federal do Brasil, obtém-se a Figura 9 que apresenta, em percentuais, a distribuição das empresas em relação ao porte² (faturamento) e em relação à sua forma de constituição.

² A Empresa de Pequeno Porte (EPP) é um empreendimento com faturamento bruto anual entre R\$ R\$ 360 mil e R\$ 3,6 milhões.

Microempresa (Micro ou ME) é uma classificação para empresas que faturam até R\$ 360 mil por ano.

Figura 9 – Porte das Empresas



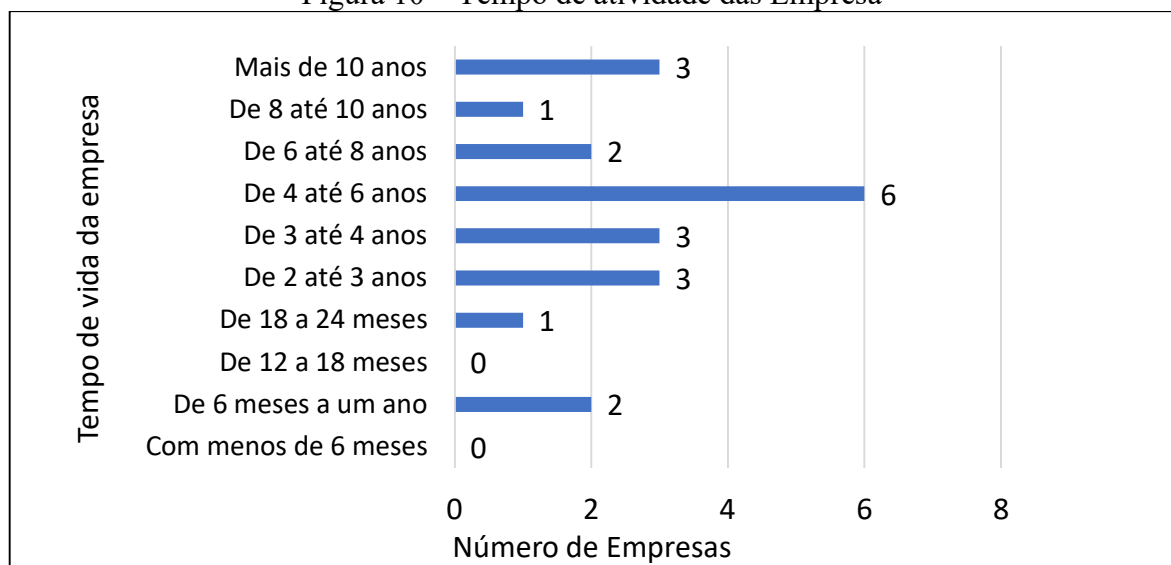
Fonte: Autoria própria

Pelas regras de definição de porte das empresas estabelecidas pela Receita Federal, 5% das empresas estão classificadas como médio porte, o que equivale a uma empresa, enquanto 24% das empresas estudadas são classificadas como pequenas empresas.

Importante ressaltar que a busca pela “energia solar” no Brasil começou em 2012, ganhando reforço em 2015, pela nova regulamentação da ANEEL, logo são sete anos de efetiva procura por essa fonte de energia. Consultando junto à Receita Federal, foi possível identificar a data de fundação das 21 (vinte e uma) empresas analisadas, e, assim, afirmar que 6 (seis) foram criadas para outras atividades que não a energia solar, na medida que possuem mais de 6 (seis) anos de atuação.

A Figura 10 apresenta o número de empresas agrupadas pelo tempo de existência, onde se observa, por exemplo, que 3 (três) pessoas jurídicas possui menos de 2 anos de fundação. Das 21 (vinte e uma) empresas, 13 (treze) foram abertas no período de crescimento do setor de energia fotovoltaica, o que correspondem a mais de 50% do grupo analisado

Figura 10 – Tempo de atividade das Empresa



Fonte: Autoria própria

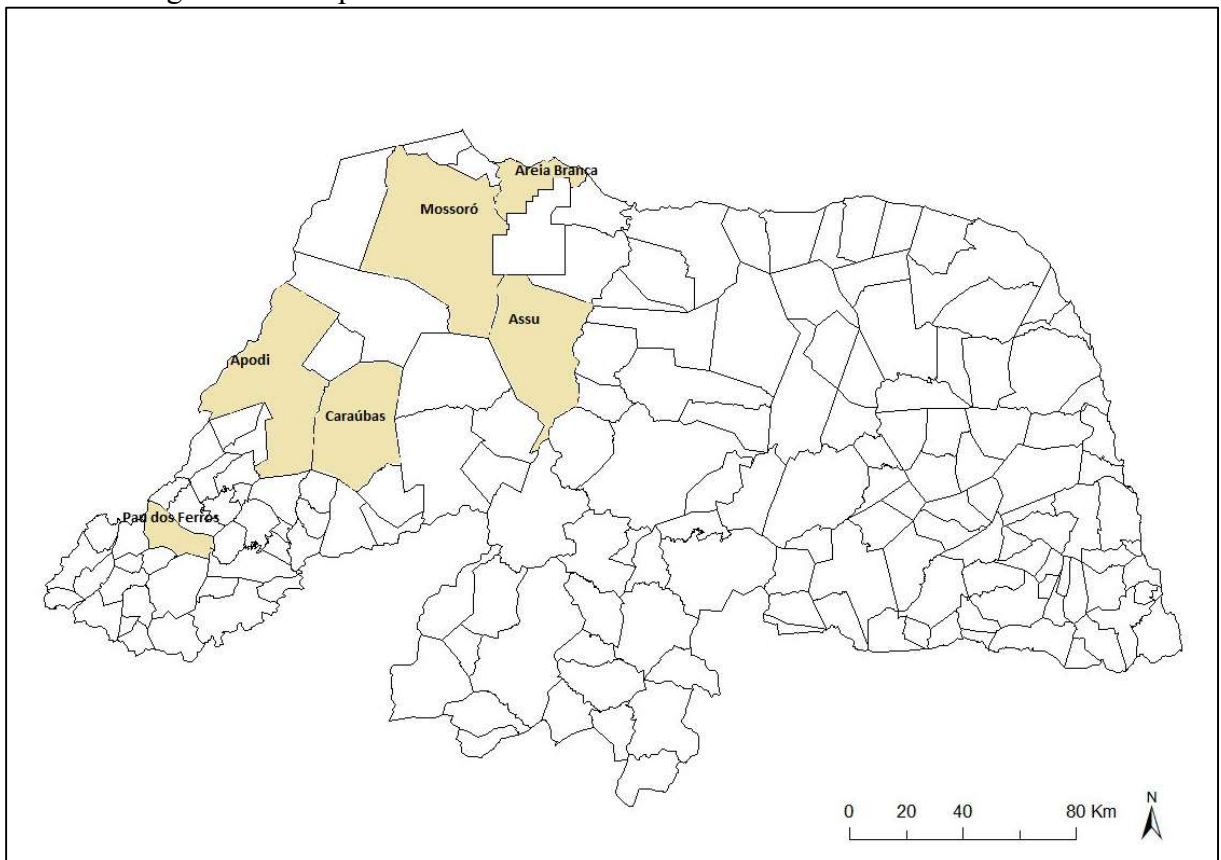
Foi questionado as empresas se exerciam outras atividades, além da instalação de sistemas de geração fotovoltaica, onde 50% das respostas afirmam ter outras atividades e a outra metade trabalham exclusivamente com a “energia solar”.

Outro questionamento apresentado foi: há quanto tempo no mercado de energia solar? Ao fazer um comparativo entre as respostas apresentadas e o tempo de existência das empresas, observou-se que são equivalentes, logo é possível deduzir que as empresas foram criadas para esse fim ou, pelo menos, tem a atividade de instalação de kits de energia solar como atividade principal. Apenas uma das empresas, que apresentou resposta ao questionário, tem seu tempo de atividade em energia fotovoltaica menor que o tempo de fundação da empresa.

5.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS EMPRESAS E PÚBLICO ALVO

A fim de compreender a extensão territorial das atividades das empresas foi questionado quais as cidades com maior atuação da empresa ao mesmo tempo que solicitava que indicasse três cidades com maiores atuações. Foram citadas as cidades de Mossoró, Assu, Areia Branca, Caraúbas, Apodi e Pau dos Ferros, sendo sua localização disposta na Figura 11.

Figura 11 – Mapa do Rio Grande do Norte com as cidades mencionadas



Fonte: Autoria própria

A ANEEL classifica os clientes, usuários do sistema fotovoltaicos, por categorias como: residencial, comercial, serviço Público, dentre outras, a exemplo da Figura 7 apresentada no capítulo anterior.

Outra classificação seria por grupo tarifário, conforme definido pela Resolução n. 414/2010 da ANEEL que divide consumidores pela tensão fornecida em cada unidade, sendo:

XXXVII – grupo A: (...) unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária (...);

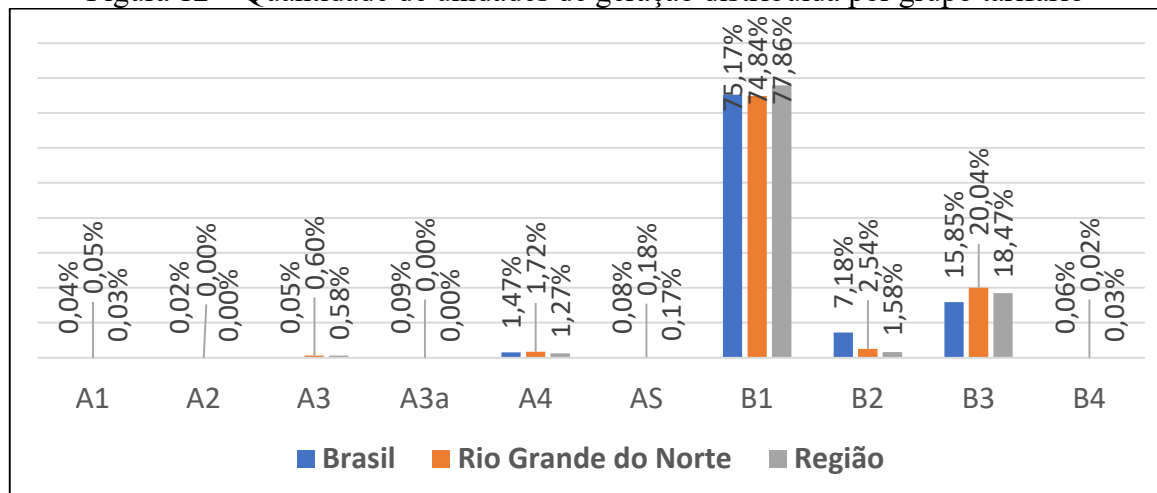
- a) subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV
- f) subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

XXXVIII – grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômnia e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo B1 – residencial;
- b) subgrupo B2 – rural;
- c) subgrupo B3 – demais classes;
- d) subgrupo B4 – Iluminação Pública. (ANEEL, 2010)

No Apêndice D, são apresentadas tabelas com dados disponibilizados pela ANEEL referente ao total de GD de geração fotovoltaica. Na primeira tabela, consta as quantidades absolutas de unidades por cada grupo tarifário, já na segunda tabela, é feito o cálculo percentual a fim de observar a representação de cada grupo no total, a nível de Brasil, estadual e local. A Figura 12 resume em gráfico os dados coletados no Apêndice D, apresentando um comparativo entre o Brasil, o Rio Grande do Norte e a região (grupo de cidades referidos na Figura 11).

Figura 12 – Quantidade de unidades de geração distribuída por grupo tarifário



Fonte: Autoria própria

O grupo B1, em destaque, tem maior representação no total de unidades instaladas, representando mais de 70% seja no Brasil, seja a nível estadual e local, configurando o segmento residencial como o grande impulsionador do setor fotovoltaico.

Os clientes do subgrupo B3 são os segundos maiores interessados em energia fotovoltaica, representando entre 15,85% do total no caso do Brasil e 20,04% no Rio Grande do Norte, logo o estado, bem como as cidades analisadas, tiveram uma procura maior pelo setor comercial (o subgrupo B3) em relação à média nacional.

Em relação ao subgrupo B2, representado pela área rural, observa-se uma procura menor do que a média nacional, tanto a nível estadual como local.

Para os integrantes do grupo A, observa-se a presença de poucas unidades de geração fotovoltaica, diante das particularidades das modalidades tarifárias dos consumidores de alta tensão (grupo A), como exemplo, como consumo ativo na ponta e fora ponta, demanda ativa na ponta e fora de ponta, consumo ativo excedente.

O Rio Grande do Norte possui, apenas, 5 consumidores classificados como A1, com geração distribuídas por fonte solar das 205 unidades instaladas no país, uma delas instalada no município de Apodi-RN. No que diz respeito aos subgrupos A2 e A3a, não há unidades instaladas no Rio Grande do Norte. Já os integrantes do subgrupo A4 são 37 unidades cadastradas nas cidades da região e 178 no estado do Rio Grande do Norte.

5.3 SISTEMAS INSTALADOS NA REGIÃO

Sendo os clientes do grupo B a grande maioria dos clientes dos sistemas fotovoltaicos, foi elaborado a Tabela 2 com o quantitativo de sistemas instalados, cadastrados junto a Aneel como residencial, subgrupo B1, excluindo as unidades de GD cadastradas como serviço público, iluminação pública e consumidores de alta tensão (grupo A).

O Brasil possui 419.975 sistemas de geração de energia fotovoltaica cadastrados como unidades residenciais, pertencentes ao subgrupo B1, das quais 27.048 são sistemas de até 2 KW representando 6,44% das residências com usina fotovoltaica no país. O Rio Grande do Norte possui 1203 unidades instaladas com sistemas de potência instalada entre 6 e 8 KWp, representando 15,7% do total de unidade do estado.

Tabela 2 - Quantidade de sistemas instalados em unidade residenciais por faixa de potencia

Faixas de Potência	Brasil	Rio Grande do Norte	Região
	Unidades (%)	Unidades (%)	Unidades (%)
Até 2 KW	27048 (6,44%)	188 (2,45%)	46 (2,04%)
Entre 2 e 4 KW	124075 (29,54%)	1783 (23,26%)	520 (23,08%)
Entre 4 e 6 KW	134438 (32,01%)	2643 (34,49%)	848 (37,64%)
Entre 6 e 8 KW	47353 (11,28%)	1203 (15,7%)	334 (14,82%)
Entre 8 e 10 KW	35882 (8,54%)	760 (9,92%)	241 (10,70%)
Entre 10 e 12 KW	13581 (3,23%)	272 (3,55%)	69 (3,06%)
Acima de 12 KW	37598 (8,95%)	815 (10,63%)	195 (8,66%)
Total	419975 (100%)	7664 (100%)	2253 (100%)

Fonte: Autoria própria/Dados Aneel

Na Tabela 2, ainda, é possível visualizar quais as faixas de potencias que são mais instaladas, ou indiretamente, qual o nível de consumo dos clientes que buscam a instalação desses sistemas. Os dados são apresentados a nível nacional, estadual e relativo ao somatório das cidades estudadas.

Observa-se que os sistemas compreendidos entre as faixas maiores 2 KW e menores de 6 KW são os mais utilizados, representando mais de 60% do total unidades a nível nacional, bem como na região sob análise.

No Rio Grande do Norte e no grupo de cidades estudado, as duas primeiras faixas mantêm-se abaixo da média nacional, indicando que a utilização a nível local e estadual está mais concentrada em consumidores com consumo mais elevado, consequentemente consumidores com maior poder aquisitivo. Na região merece destaque a faixa de 4 a 6 KW com maior representatividade.

Tabela 3 - Número de GD em residências por faixa de potência e cidade analisada

Faixas de Potência	Quantidade (%)					
	Mossoró - RN	Assu - RN	Apodi -RN	Caraúbas - RN	Areia Branca - RN	Pau dos Ferros -RN
Até 2 KW	30 (2%)	4 (3%)	2 (2%)	2 (6%)	3 (6%)	5 (2%)
Entre 2 e 4KW	364 (22%)	52 (36%)	28 (21%)	16 (46%)	13 (24%)	47 (21%)
Entre 4 e 6 KW	646 (39%)	35 (24%)	55 (42%)	7 (20%)	21 (39%)	84 (38%)
Entre 6 e 8KW	244 (15%)	23 (16%)	16 (12%)	6 (17%)	4 (7%)	41 (19%)
Entre 8 e 10 KW	191 (11%)	9 (6%)	12 (9%)	1 (3%)	5 (9%)	23 (10%)
Entre 10 e 12 KW	47 (3%)	3 (2%)	4 (3%)	0 (0%)	2 (4%)	13 (6%)
Acima de 12 KW	146 (9%)	18 (13%)	15 (11%)	3 (9%)	6 (11%)	7 (3%)
Total	1668 (100%)	144 (100%)	132 (100%)	35 (100%)	54 (100%)	220 (100%)

Fonte: Autoria própria/Dados Aneel

Como forma de conhecer o perfil do cliente da empresa local, bem como o valor do kW cobrado, foi elaborado a questão 10 e 11 do questionário do Apêndice A, onde é pedido que indique qual a potência instalada dos sistemas mais vendidos pela empresa. As respostas recebidas das empresas, apesar de representar apenas 28% da população estudada, mantêm coerência com os dados das Tabelas 2 e 3, sendo as duas faixas compreendidas entre 2 kW a 4 KW as únicas mencionadas.

A pergunta 11 do questionário buscou descobrir qual o valor final cobrado ao cliente referente à faixa de potência selecionada na questão anterior, e, assim, encontrar um valor médio cobrado por kWp na região. Contudo, a questão ficou prejudicada devido à falta de resposta e coerência entre os dados.

Em complemento às Tabelas 2 e 3, as faixas de potências dos sistemas podem ser representadas pelo consumo mensal em kilowatt-hora (kWh), consequentemente mensurar o valor das faturas de cada cliente.

Os cálculos das potências dos sistemas ofertados aos clientes são, em sua maioria, personalizados em relação a cada cliente. Cada empresa tem sua fórmula de cálculo, com seus

parâmetros, a fim de garantir que a energia gerada atenda o mínimo exigido e contratado pelo cliente.

A fórmula seguinte é utilizada em cursos de capacitação, ministrados por profissionais que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos, com o fim de calcular a potência ideal de um sistema fotovoltaico que atenda a 100% da demanda por energia de seu cliente:

$$P = \frac{\text{consumo mensal}}{30 \times \text{índice de irradiação solar} \times 0,8}, \quad (1)$$

P é potência estimada do sistema fotovoltaico; consumo mensal (em KWh) é o valor médio mensal consumido pelo cliente ao longo do ano; índice de irradiação solar referente ao local de instalação do sistema; e 0,8 fator relativo a perdas, sendo um parâmetro definido pelo projetista a fim de compensar perdas com sombreamento e condições climáticas que reduzem a produção de energia pelas placas fotovoltaicas.

Para simplificação do problema, já que cada localidade tem um índice de irradiação diferente, foi utilizado é o menor índice mensal num plano inclinado de 11°N, encontrado de acordo com as coordenadas geográficas da sede da UFERSA em Caraúbas (5,7734609°S, 37,570382°O), através do site da CRESESB³, ou seja, 5,5 encontrado no mês de junho, conforme Figura 13.

Cada localização possui um nível de irradiação solar, porém localidades próximas tendem a ter o mesmo índice ou pequenas variações. Usando como exemplo as proximidades a localização do Campus da UFERSA em Mossoró, tem-se um índice de irradiação solar de 5,37 para um plano inclinado de 11°N. Se as coordenadas forem a do campus do IFRN no município de Apodi o índice de irradiação é cerca de 5,56.

Figura 13 – Irradiação solar em Caraúbas

51° S; 37,570382° O; 3,9 km

Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0° N	5,98	6,14	6,05	5,78	5,37	5,03	5,39	5,96	6,35	6,52	6,56	6,05
6° N	5,75	6,00	6,04	5,91	5,61	5,31	5,66	6,16	6,40	6,41	6,33	5,79
5° N	5,79	6,03	6,04	5,89	5,57	5,26	5,62	6,13	6,40	6,44	6,37	5,84
11° N	5,53	5,85	5,99	5,98	5,77	5,50	5,86	6,29	6,41	6,29	6,10	5,55

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Caraúbas–Caraúbas, RN–BRASIL

Fonte: CRESESB

³ <http://www.cresesb.cepel.br/>

Fazendo os cálculos da equação 1, o sistema de 2 KWp é indicado para um consumidor com consumo médio de 264 KWh. Consultado o valor da tarifa cobrada pela concessionária (R\$ 0,55904/kWh) pode ser mensurado o valor da cobrança mensal média desse cliente.

O valor da fatura para os clientes B1, indicados nas Tabelas 2 e 3, conforme informações disponibilizadas na própria fatura, é composto pelas seguintes parcelas: tarifa da concessionária + tributos⁴ (ICMS, PIS, Cofins) + Bandeira tarifária⁵ + contribuição de iluminação pública⁶.

$$\text{valor pelo consumo} = \text{consumo} \times \frac{\text{tarifa concessionária} + \text{tarifa bandeira}}{1 - [\text{ICMS} + \text{PIS} + \text{COFINS}]} \quad (2)$$

$$\text{Illum. pública} = [\text{consumo} \times (\text{tarifa concessionária} + \text{tarifa bandeira})] \times 0,12 \quad (3)$$

$$\text{Total da fatura} = \text{valor pelo consumo} + \text{Illum. pública} \quad (4)$$

Aplicando as equações anteriores nas faixas de potências indicadas nas Tabelas 2 e 3, considerando tributação do mês de agosto de 2021, é possível obter o valor aproximado do consumo mensal dos clientes incluídos em cada faixa, bem como os valores equivalentes das faturas desses clientes, os quais são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação entre consumo mensal, valor da fatura e quantitativo de GD

Faixas de Potência	Consumo médio mensal (KWh)	Valor da Fatura mensal	Região
Até 2 KW	Até 264	Até R\$ 250,60	46 (2,04%)
Entre 2 e 4 KW	De 264 a 528	De R\$ 250,60 a R\$ 548,47	520 (23,08%)
Entre 4 e 6 KW	De 528 a 792	De R\$ 548,47 a R\$ 804,77	848 (37,64%)
Entre 6 e 8 KW	De 792 a 1056	De R\$ 804,77 a R\$ 1058,29	334 (14,82%)
Entre 8 e 10 KW	De 1056 a 1320	De R\$ 1058,29 a R\$ 1311,81	241 (10,70%)
Entre 10 e 12 KW	De 1320 a 1584	De R\$ 1311,81 a R\$ 1565,33	69 (3,06%)
Acima de 12 KW	Acima de 1584	A partir de R\$ 1565,33	195 (8,66%)
Total	-		2253 (100%)

Fonte: Autoria própria

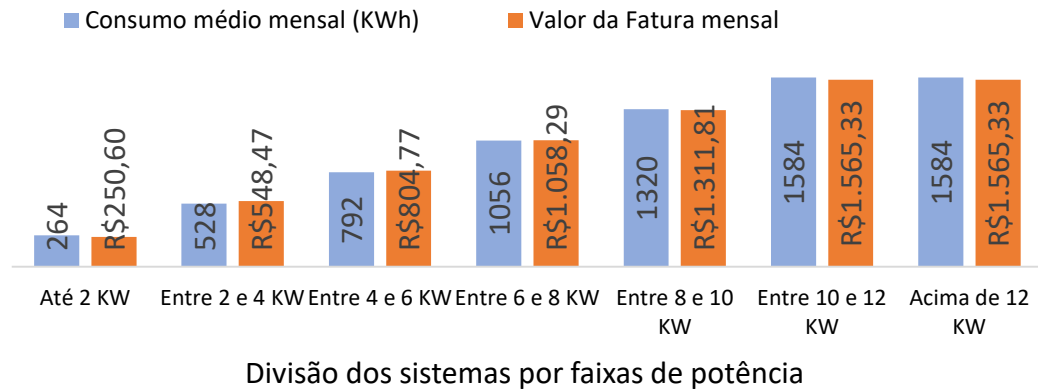
⁴ ICMS: 18% para consumo até 300KWh, 25% para os demais. PIS e COFINS para o mês de agosto/2021, respectivamente, 1,23 % e 5,67%.

⁵ Definido pela Aneel, em agosto/2021 era cobrado R\$ 9,492 por 100 kWh.

⁶ Valor definido por Lei Municipal. Em Mossoró, equivale a 12% do valor cobrado, sem imposto, até o limite de R\$ 44,22

A Figura 14 apresenta uma ilustração gráfica da tabela 4. As colunas em azul indicam o possível consumo dos consumidores enquadrados em cada faixa de potência, já as colunas laranjas, estima os respectivos valores (em reais) das faturas mensais desses consumidores em cada faixa.

Figura 14 – Consumo mensal e valor das faturas por faixas de potência



Fonte: Autoria própria

A Tabela 5 apresenta o número de unidades com GD residenciais, em cada cidade do grupo e o número total de unidades que recebem os créditos, em comparação com os dados de domicílios particulares permanentes divulgadas no último censo (2010).

Tabela 5 – Relação de unidades instaladas por domicílios.

Área	Quantidade de Domicílios (Censo)	Domicílios com geração fotovoltaica	Unidades que recebem créditos de energia solar	Relação Usinas/domicílios
Mossoró	73.350	1690	1745	2,379%
Apodi	10.017	153	165	1,647%
Caraúbas	5.861	36	39	0,665%
Assu	14.837	149	151	1,018%
Areia Branca	7.243	54	55	0,759%
Pau dos Ferros	8.023	230	234	2,917%
Região	119.331	2312	2389	2,002%
Rio Grande do Norte	899.574	7983	8317	0,925%
Brasil	57.320.555	465174	560878	0,978%

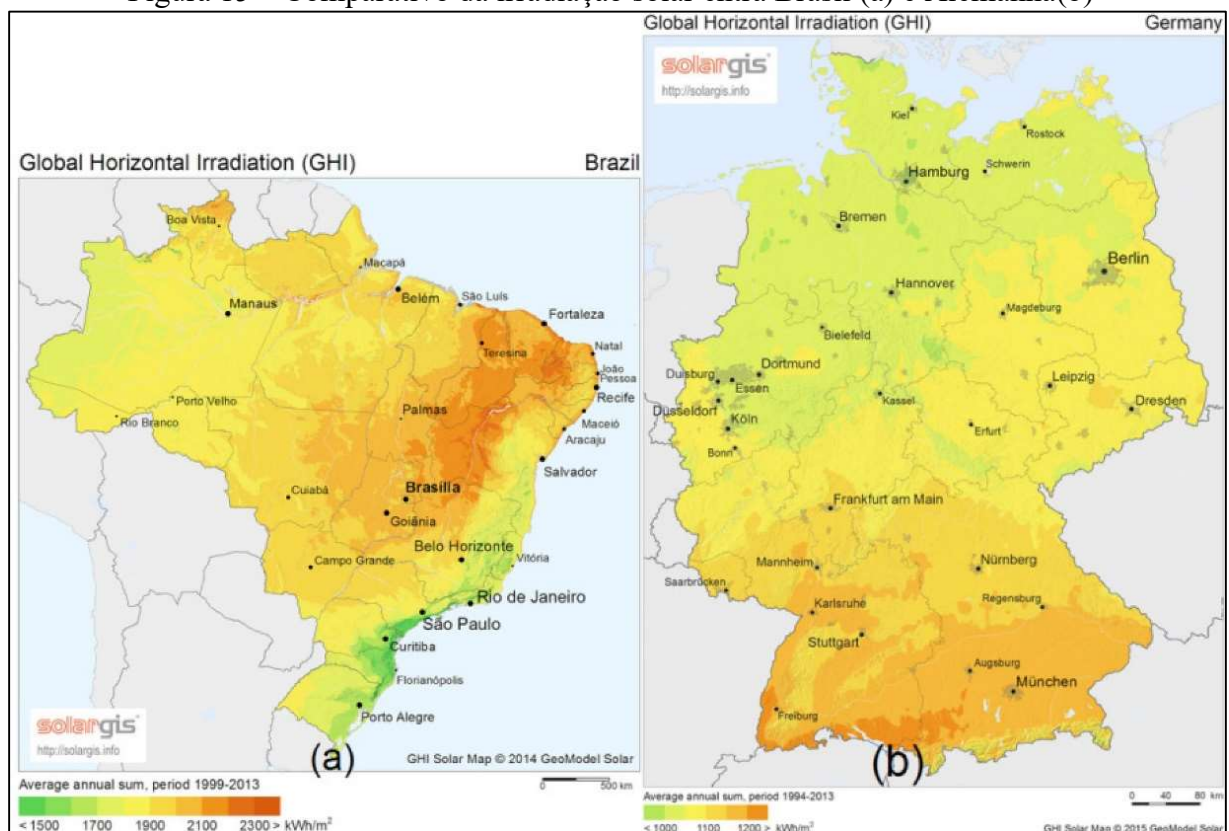
Fonte: ANEEL/Censo 2010 (IBGE)

Observa-se que, na região estudada, um percentual maior da população utiliza energia solar em comparação com o restante do estado. A energia solar na cidade de Mossoró já atende 2,3% dos domicílios (residências). A cidade de Pau dos Ferros já possui quase 3% de seus domicílios usufruindo da energia solar, sendo a cidade com maior percentual de cobertura entre as cidades do grupo analisado, inclusive apresentando um resultado 3 vezes maior do que o estado e o Brasil.

Marin (2021) relata que países da união europeia, dentre eles a Alemanha, tiveram no último verão (junho-julho) mais de 10% de toda a energia produzida nos países, como sendo oriunda de fontes fotovoltaicas. Comparando essa informação com os dados da Tabela 5, percebe-se que o uso da energia solar no Brasil ainda pode crescer muito.

Vale ressaltar que os maiores índices de irradiação solar encontrados ao sul da Alemanha, um dos países com maior destaque em energia renovável e fotovoltaica, são inferiores aos menores índices encontrados no território brasileiro, conforme apontado por Junior e Souza (2020) representado pela Figura 15.

Figura 15 – Comparativo da irradiação solar entra Brasil (a) e Alemanha(b)



Fonte: JUNIOR; SOUZA (2020)

A Tabela 6 apresenta os números de usinas conectadas a rede em cada ano, entre 2015 e 2021 (agosto), onde é possível identificar que a energia fotovoltaica, praticamente, só chegou as cidades da região a partir de 2015 na cidade de Mossoró.

Tabela 6 – Quantidade de novas conexões anual.

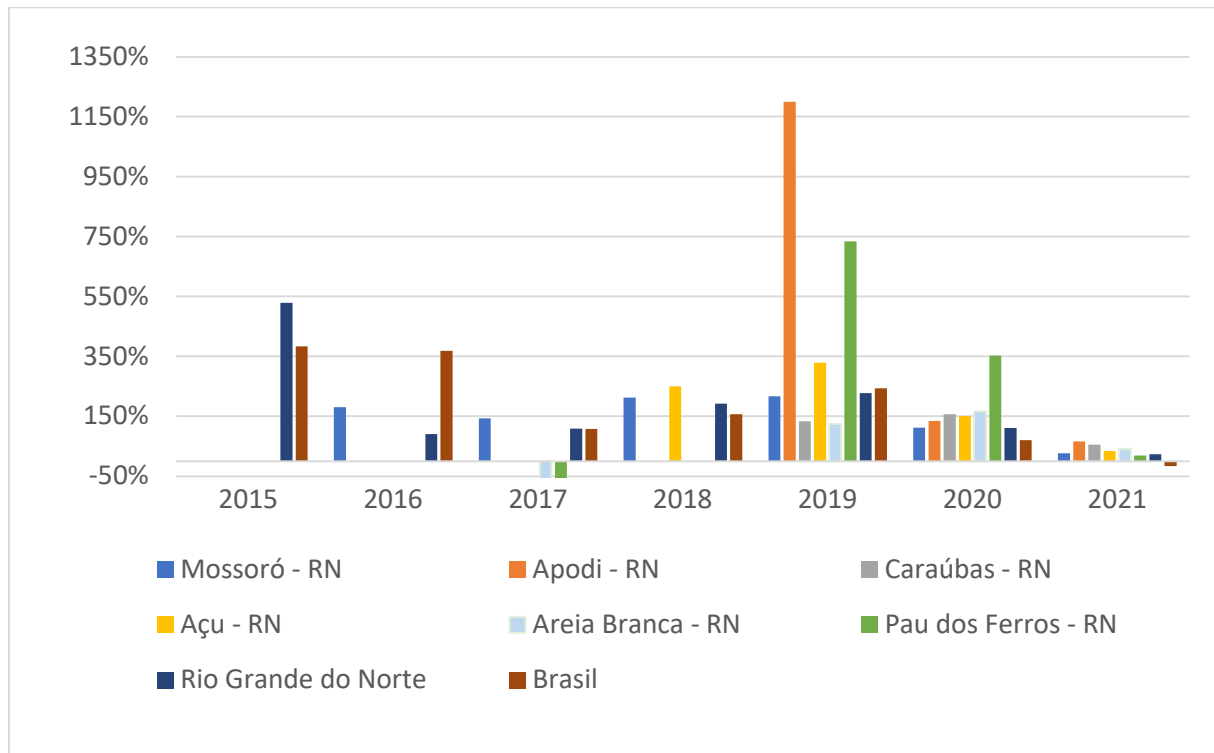
Ano/Grupo	Quantidade Anual						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mossoró	5	14	34	106	336	711	902
Apodi	0	0	2	2	26	61	101
Caraúbas	0	0	0	3	7	18	28
Assu	0	0	2	7	30	75	100
Areia Branca	0	1	0	4	9	24	34
Pau dos Ferros	0	1	0	3	25	113	134
RN	44	84	175	511	1670	3521	4324
Brasil	1429	6697	13921	35703	122552	208303	173158

Fonte: Autoria própria

Observa-se, ainda, que a taxa de crescimento do número de novas unidades é maior nas cidades da região em comparativo com a média nacional, situação melhor representada na Figura 16.

Em 2020, observa-se uma taxa de crescimento das cidades estudadas maior do que a média nacional. No ano de 2021, enquanto no Brasil está com uma taxa de crescimento negativa, observa-se que todas as cidades da região estudada e o estado do Rio Grande do Norte apresentam uma taxa positiva.

Figura 16 – Taxa de crescimento anual de novas conexões



Fonte: Autoria própria

5.4 CUSTOS, PREÇO E LUCRATIVIDADE

Partindo de uma hipótese que empresas maiores poderiam se proteger de variações cambiais, fazendo estoques de painéis solares ou, ainda, comprar em escala para garantir um preço mais vantajoso do que a concorrência, foi questionado as empresas sobre sua política de estoques. Apenas uma das empresas confirmou fazer estoques de inversores e painéis fotovoltaicos, sendo que as demais informaram que compram kits prontos ou omitiram a informação.

Os principais equipamentos, painéis e inversores, são de origem importada, conforme apurado pelo item 13 do questionário, logo o preço do final dos sistemas é fortemente influenciado por variações cambiais e políticas de incentivo fiscal como redução ou ampliação do Imposto de Importação.

Os itens 14 a 20, busca entender os custos e a formação de preço das empresas. Em torno de 66% das respostas obtidas, as empresas afirmam que adquirem os equipamentos (painéis, inversores, estrutura) e acrescento um valor que entendem cobrir seus custos e garantir um lucro, sendo que os demais marcaram a opção “prefiro não responder”.

Quanto aos custos, a questão 15 busca através de uma lista pré-estabelecida, porém aberta para novos itens, entender quais são os custos inerente a atividade de instalação. A Figura

17 apresenta os resultados relativo a essa pergunta. Vale destacar que nenhuma empresa indicou outro custo além dos listados.

Figura 17 – Resultados da questão 15



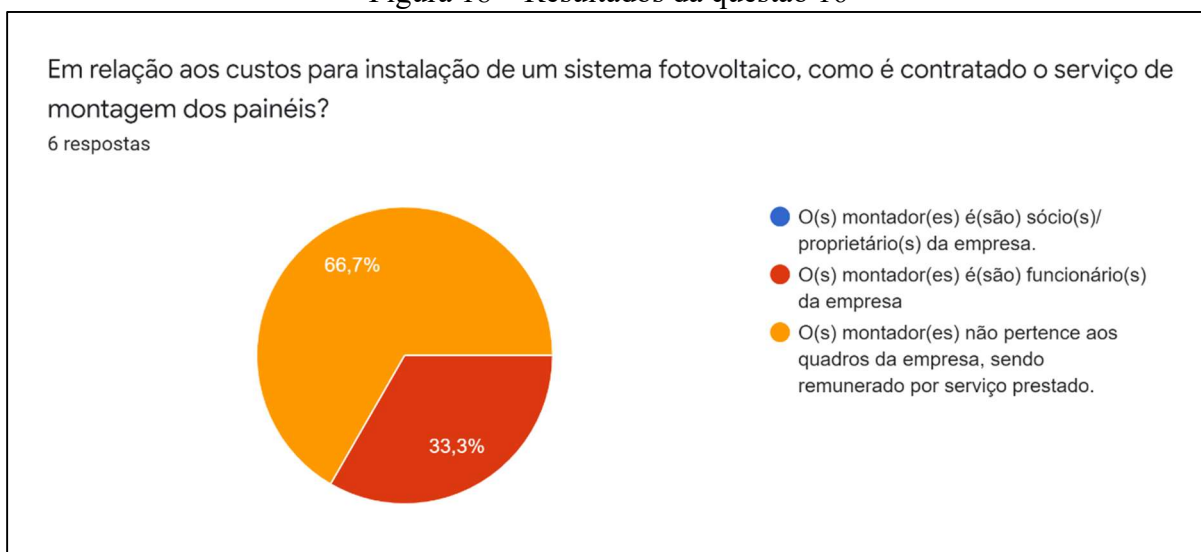
Fonte: Autoria própria

Apenas um dos empresários alegou ter gastos com depósito, mais uma vez, observa-se que a prática do setor é a compra de kits prontos personalizados para seus clientes, logo não necessita de um local para armazenamento.

Apenas os itens relativos a ART, responsável técnico, montadores, equipe de vendas, marketing tiveram 100% das confirmações, o que leva a afirmar: que são os custos indispensáveis a atividade e que não há necessidade de grandes investimentos para entrar no setor. Sendo o empresário, o próprio responsável técnico e montador, o pequeno empreendedor consegue reduzir custos, consequentemente ter uma lucratividade maior ou fornecer um serviço com um preço mais atraente ao consumidor.

As empresas preferem terceirizar os serviços de montagem, onde apenas duas empresas informaram possuir funcionários para os serviços de montagem. Quanto a forma de pagamento, o serviço de montagem é remunerado por diárias ou painel instalado. Destaca-se ainda da Figura 18 que os sócios não foram indicados na pesquisa como responsável pela montagem.

Figura 18 – Resultados da questão 16



Fonte: Autoria própria

O questionamento seguinte foi quanto ao projeto técnico (responsável), diferente dos montadores os responsáveis técnicos são em sua maioria os próprios empresários, sendo que uma empresa informou que mantém alguém nos quadros de funcionários para essa função e outra confirma pagar alguém externo. A remuneração desse profissional é, geralmente, um valor fixo por sistema instalado ou um percentual do valor do sistema vendido.

Em relação a lucratividades do setor temos duas empresas informando lucros de 30% a 40%, e duas com taxa de até 20%.

5.5 IMPACTOS DA PANDEMIA E NOVAS PERSPECTIVAS

É notório que as medidas adotadas para controle do *covid19* impactaram diversos setores da economia. Para o setor energia solar, na visão dos empresários, o impacto só foi sentido no início das medidas de isolamento pois impossibilitava a realização de visitas, retornando, posteriormente, como algo positivo ao setor com aumento da procura, pois isolamento e o *homeoffice* elevaram o consumo de energia elétrica, consequentemente da fatura.

Apesar do aumento da procura por energia solar, o empresariado percebe uma redução nas aprovações de financiamento, ocasionados pelo endividamento de clientes afetados pela crise da pandemia.

O setor, por um lado, sofre com o encarecimento de equipamentos devido a elevação do dólar nos últimos anos, onde a moeda americana passou R\$3,85 em 02/01/2019 à R\$5,55 em 20/10/2021⁷, por outro lado o setor é incentivado pelo aumento do consumo residencial durante

⁷Fonte: Banco Central

a pandemia e pelos reajustes tarifários da tarifa elétrica, onde em 2021 tivemos a criação de nova bandeira tarifária.

Recentemente, portais de notícias⁸ e a ABSOLAR divulgaram o Brasil como integrantes do top 10 de países que instalaram energia solar em 2020, ficando atrás de países como China, Estados Unidos, Vietnã, Japão e Alemanha. Em relação a capacidade instalada, o Brasil encontra-se no top 15, superando no ano de 2020 a marca de 10GWh, referente a soma de centrais geradoras e GD, bom frisar que a China, país com maior capacidade instalada, possuía em 2019 cerca de 224,5 GWh, conforme dados extraídos da International Renewable Energy Agency (IRENA).

Um dos desafios atuais para o setor no Brasil é a discussão do Projeto de Lei 5829/19 denominado de marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), já aprovado pela Câmara dos Deputados e atualmente em discussão no Senado Federal.

O projeto de lei qualifica os sistemas de micro e minigeração distribuída, geração compartilhada entre outras definições já discutidas nas resoluções da ANEEL. Merece destaque a redução do faturamento mínimo aplicável para microgeradores, conforme texto a seguir:

Art. 16 (...) § 2º O valor mínimo faturável aplicável aos microgeradores com compensação no mesmo local da geração e cujo gerador tenha potência instalada de até 1.200 W (mil e duzentos watts) **deve ter uma redução de até 50% (cinquenta por cento) em relação ao valor mínimo faturável aplicável** aos demais consumidores equivalentes, conforme regulação da Aneel. **(grifo nosso)**

A conta de energia, atualmente, é calculada com base nos custos de geração, transmissão, distribuição, tributos e encargos setoriais. O tema principal do projeto é a cobrança dos encargos de transmissão e distribuição dos usuários que utilizam do sistema de compensação de energia.

Por exemplo: uma unidade consumidora com consumo mensal de 400 KWh, sem sistema de geração distribuída, paga uma tarifa que está incluído custos de geração, transmissão, distribuição, tributos e encargos setoriais. Já uma unidade com GD que produz 400KW e que consome até o limite de sua geração mensal, no caso 400KW, está pagando apenas a tarifa de disponibilidade (tarifa mínima), sendo 30 KWh para um consumidor residencial B1, desse modo esse consumidor estará pagando as componentes tarifárias apenas referente a parcela de 30KWh.

Atualmente o valor não cobrado ao usuário de GD é custeado pelo encargo setorial denominado Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), desse modo os usuários que não utilizam da geração própria custeiam o sistema.

CDE é um fundo setorial que tem como objetivo custear diversas políticas públicas do setor elétrico brasileiro, tais como: universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional; concessão de descontos tarifários a diversos usuários do serviço (baixa renda, rural; Irrigante; serviço público de água, esgoto e saneamento; geração e consumo de energia de fonte incentivadas, etc.); modicidade da tarifa em

⁸Revista Globo Rural (2021)

sistemas elétricos isolados (Conta de Consumo de Combustíveis – CCC); competitividade da geração de energia elétrica a partir da fonte carvão mineral nacional; entre outros. (ANEEL)

Logo a importância do texto legal em discussão diz respeito ao subsídio aplicado hoje no setor e as regras de transição.

Art. 17. Após o período de transição de que tratam os arts. 26 e 27 desta Lei, as unidades participantes do SCEE ficarão sujeitas às regras tarifárias estabelecidas pela Aneel para as unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída. § 1º As unidades consumidoras de que trata o caput deste artigo **serão faturadas pela incidência, sobre a energia elétrica ativa consumida da rede de distribuição e sobre o uso ou sobre a demanda, de todas as componentes tarifárias não associadas ao custo da energia**, conforme regulação da Aneel, e deverão ser abatidos todos os benefícios ao sistema elétrico propiciados pelas centrais de microgeração e minigeração distribuída. **(grifo nosso)**
(...)

Art. 18. Fica assegurado o livre acesso ao sistema de distribuição para as unidades com microgeração ou minigeração distribuída, **mediante o ressarcimento, pelas unidades consumidoras com minigeração distribuída, do custo de transporte envolvido. (grifo nosso)**

O texto do PL prevê ainda uma regra de transição, mantendo o regime de compensação de energia aos projetos existentes garantindo o subsídio por 25 anos, até 2045, para projetos existentes ou que venham a ser implantados em até 12 meses. Caso a unidade fotovoltaica não se enquadre na exceção mencionada, a cobrança será efetuada progressivamente até 2029 onde a haverá a cobrança integral, incidente sobre a energia elétrica ativa compensada, das componentes tarifárias.

Art. 27. O faturamento de energia das unidades participantes do SCEE não abrangidas pelo art. 26 desta Lei deve considerar a **incidência sobre toda a energia elétrica ativa compensada dos seguintes percentuais das componentes tarifárias relativas à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição. (grifo nosso)**

Analisando a composição da conta de energia, a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) estima em 6,5% e 7,7% a participação dos custos com transmissão e encargos setoriais, respectivamente, na fatura de energia elétrica. Custos que, possivelmente, serão repassados ao consumidor que injetar energia na rede pelas regras em discussão no congresso nacional.

Apesar da possibilidade de aumento dos custos para o usuário de GD, é importante destacar que os investimentos em sistemas fotovoltaicos no Brasil possuem um retorno estimado em 4 a 5 anos, bem menos do que a vida útil estimada para as placas fotovoltaicas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente custo da energia elétrica associado às variações dos reservatórios das hidrelétricas criam a necessidade de novas fontes de energia dentre elas a energia solar ganha força, diante do notório potencial energético dessa fonte em todo território brasileiro.

O Brasil é o quinto maior país em extensão possuindo várias características climáticas em suas regiões, são 27 estados com governos regionais e políticas públicas divergentes, logo o aproveitamento e incentivo ao uso da energia solar tendem a serem diferentes nas regiões do país. Desse modo, este trabalho buscou apurar e apresentar dados sobre o mercado de usinas de geração de energia fotovoltaica na cidade Mossoró e cidades vizinhas.

Apesar do baixo retorno dos questionários aplicados, o objetivo do trabalho que era levantar dados sobre o mercado de usinas de geração de energia cadastradas a partir da radiação solar na cidade Mossoró e região foi alcançado. Os objetivos específicos foram atendidos com o levantamento do número de empresas sediadas nas cidades da região, sendo classificadas pelo porte, tempo de atuação e cidades em que atuam; os componentes do sistema de geração de energia fotovoltaica foram detalhados no capítulo 2; os custos associados a atividade foram apresentados e ratificados pelos empresários no questionário; os usuários dos sistemas foram apresentados em categorias como residencial, comercial entre outras, e por nível de consumo e valor de suas faturas; a pandemia do COVID19 não impediu o crescimento do setor ao mesmo tempo que ressaltou o alto custo da energia elétrica no país.

Como resultado, conclui-se: que a atividade encontra em expansão e seus limites, ainda, não estão definidos; para o empresário é uma atividade que não requer altos investimentos iniciais; novas regulamentações tendem a surgir garantido segurança jurídica aos usuários dessa fonte de energia e as concessionárias que detém o monopólio do fornecimento de energia elétrica.

Ao longo das pesquisas novos questionamentos foram surgindo, desse modo como complemento desse trabalho pode recomenda-se a realização de estudo de caso em uma empresa do setor a fim de melhor qualificar sua participação no mercado local, o preço praticado pelo seu serviço, e sua perspectiva de consolidação e crescimento no mercado.

Outro ponto que merece atenção, que não foi abordado neste trabalho, é a metodologia e *softwares* empregados pelas empresas para a elaboração de seus projetos, na medida que foi observado que cada empresa possui metodologia própria ao definir o sistema ideal para seu cliente.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). **Brasil chega atinge 1 GW de potência gerada por energia solar fotovoltaica**. Folha de Londrina: 09 de janeiro de 2018. Disponível em: <<https://www.folhadelondrina.com.br/economia/brasil-chega-atinge-1-gw-de-potencia-gerada-por-energia-solar-fotovoltaica-997716.html>>. Acesso em: 05/11/2021

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). **Brasil se destaca na energia de fonte solar**. 11 de janeiro de 2018. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-se-destaca-na-energia-de-fonte-solar/>>. Acesso em: 05/11/2021

Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE). **Tarifas de Energia**. Disponível em: <<https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/>>. Acesso em: 05/11/2021

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução n.º 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 05/11/2021

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília : MME : EPE, 2007. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>>. Acesso em 21/06/2020.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. **VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL E POSSÍVEIS EFEITOS NO SETOR ELÉTRICO**. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2388).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019 ano base 2018**. Brasília: MME/EPE, 2019.

GALDINO, Marco; PINHO, João. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014. CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA DE SÉRGIO DE S. BRITO. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=tutorial_solar>. Acesso em 21/06/2020.

GLOBO RURAL, **Brasil entra no top 10 de países que mais instalaram energia solar em 2020**. 26 de maio de 2021. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2021/05/brasil-entra-no-top-10-de-paises-que-mais-instalaram-energia-solar-em-2020.html>>. Acesso em: 05/11/2021

GREENER. **Estudo Estratégico: Mercado fotovoltaico de geração distribuída 4º semestre de 2019**. Disponível em: <<https://www.greener.com.br/estudos/>>. Acesso em: 03/08/2020.

KUPFER, David et al. **Avaliação das Perspectivas de Desenvolvimento Tecnológico para a Indústria de Bens de Capital para Energia Renovável (PDTS-IBKER): Relatório de Pesquisa**. [Brasília, DF]: ABDI, 2012. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/PDTS_relatorio_de_pesquisarev01.pdf>. Acesso em: 24/10/2020.

JUNIOR, Luiz Alberto Wagner Pinto. **Quais os 3 tipos de suporte para fixação de painel solar e como funcionam**. 8 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://hccenergiasolar.com.br/posts/quais-os-3-tipos-de-suporte-para-fixacao-de-painel-solar-e-como-funcionam/>>. Acesso em: 05/11/2021

JUNIOR, Orlando Moreira & Souza, Celso Correia de Souza. **Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/t7NryC6KdCmwL4RXL4pjVfN/?lang=pt#>>. Acesso: 31/10/2021

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Energia Solar para produção de eletricidade**. São Paulo: Artliber Editora, 2012.

MARIN, Jorge. **Energia solar cresce e fornece 10% da eletricidade da Europa no verão**. 02 de setembro de 2021. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/224220-energia-solar-cresce-fornece-10-eletricidade-da-europa-verao.htm>>. Acesso em 31/10/2021.

MAZUCATO, Thiago (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: FUNEPE, 2018. Disponível em: <<http://funepe.edu.br/arquivos/publicacoes/metodologia-pesquisa-trabalho-cientifico.pdf>>. Acesso em: 01/10/2021.

MINHA CASA SOLAR. **PAINEL FOTOVOLTAICO: O que é a tecnologia Half Cell?**. 15 de out. de 2019. Disponível em: <<http://blog.minhacasasolar.com.br/o-que-e-a-tecnologia-half-cell/>>. Acesso em: 21/07/2020.

PEREIRA, Enio (Org.). **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/319305620_Atlas_Brasileiro_de_Energia_Solar_-_2_Edicao/link/59a216fca6fdcc1a314d6294/download> Acesso em: 01/10/2021.

RAMOS, Camila et. al. **Cadeia de valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2018.

REN,. (2018). **Renewables 2018 – Global Status Report**. Disponível em:
<<https://www.ren21.net/>> Acesso em 21/06/2020.

SALES, Gabriela. **MG responde por 18,7% da energia solar no Brasil**. Diário do Comércio: 15 de outubro de 2021. Disponível em:
<<https://diariodocomercio.com.br/economia/mg-responde-por-187-da-energia-solar-no-brasil/>>. Acesso em: 8/11/2021.

Vialli, Andrea. **Brasil já está entre os 30 maiores geradores de energia fotovoltaica**. Folha de São Paulo: setembro de 2018. Disponível em:
<<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/09/brasil-ja-esta-entre-os-dez-maiores-geradores-de-energia-fotovoltaica.shtml>>. Acesso em: 18/07/2020 -

União Nacional da Bioenergia (UDOP). **Brasil entra no grupo de 20 países líderes em energia solar, com 16ª posição**. 08 de julho de 2020. Disponível em:
<<https://www.udop.com.br/noticia/2020/7/8/brasil-entra-no-grupo-de-20-paises-lideres-em-energia-solar-com-16-posicao.html/>>. Acesso em: 05/11/2021

ANEXO - INFORMAÇÕES SOBRE O QUANTITATIVO DE ART FORNECIDO PELO CREARN

QTDE ART CADASTRADAS				
Mês	2020	2021	Total	
janeiro		128	128	128
fevereiro		185	185	185
março	72	249	321	321
abril	60	161	221	221
maio	61	128	189	189
junho	87	58	145	145
julho	95		95	95
agosto	112		112	112
setembro	110		110	110
outubro	122		122	122
novembro	118		118	118
dezembro	143		143	143
Total	980	909	1889	1889

QTDE ART REGISTRADAS				
Mês	2020	2021	Total	
janeiro		120	120	120
fevereiro		167	167	167
março	47	224	271	271
abril	57	148	205	205
maio	43	112	155	155
junho	74	38	112	112
julho	77		77	77
agosto	99		99	99
setembro	98		98	98
outubro	109		109	109
novembro	101		101	101
dezembro	128		128	128
Total	833	809	1642	1642

QTDE REGISTRADAS X PROFISSIONAIS				
Mês	2020	2021	Total	
janeiro		39	39	39
fevereiro		38	38	38
março	20	46	51	51
abril	22	44	51	51
maio	22	33	39	39
junho	31	19	41	41
julho	32		32	32
agosto	32		32	32
setembro	31		31	31
outubro	26		26	26
novembro	35		35	35
dezembro	32		32	32
Total	77	83	108	108





QTD ART X PROFISSIONAIS			
Profissional	2020	2021	Total
■	1	1	2
■	3	1	4
■	76	50	126
■	5	1	6
■	2	3	5
■	2		2
■	7	12	19
■	12	10	22
■	1	2	3
■	1	2	3
■	1		1
■	4	1	5
■	1	3	4
■	1		1
■	2	2	4
■	1	1	2
■	1	1	2
■	15		15
■	1		1
■		3	3
■		8	8
■	2	7	9
■	1		1
■	10	1	11
■	18	18	36
■	9	1	10
■	56	37	93
■	2		2
■	3		3
■	1		1
Total	211	169	380

QTD ART X PROFISSIONAIS			
Profissional	2020	2021	Total
■	8	19	27
■	11	7	18
■	3	1	4
■		1	1
■	10		10
■	2	1	3
■	11	5	16
■	1	1	2
■	30	17	47
■	1		1
■	15		15
■	1		1
■		3	3
■		8	8
■	2	7	9
■	1		1
■	10	1	11
■	18	18	36
■	9	1	10
■	56	37	93
■	2		2
■	3		3
■	1		1
Total	177	129	306

QTD ART X PROFISSIONAIS			
Profissional	2020	2021	Total
■	1		1
■		2	2
■		1	1
■	2	6	8
■		1	1
■	8	7	15
■	1		1
■	40	18	58
■	1	1	2
■	1		1
■	1		1
■	14	17	31
■	3	29	32
■	29	27	56
■	1		1
■	15	23	38
■	3	2	5
■	7		7
■	9		9
■	1		1
■	7		7
■	5	4	9
■	6	6	12
■	21	22	43
Total	160	183	343

QTD ART X PROFISSIONAIS			
Profissional	2020	2021	Total
■	1		1
■	13	10	23
■		1	1
■		2	2
■	3	1	4
■	12	11	23
■	43	64	107
■	2	11	13
■		2	2
■	1		1
■		2	2
■	1		1
■		2	2
■	20	13	33
■		1	1
■	27	59	86
■	1	2	3
■	1		1
■	45	46	91
■	1	4	5
Total	179	237	416

QTD ART X PROFISSIONAIS			
Profissional	2020	2021	Total
■		1	1
■	1		1
■	3	1	4
■		1	1
■		1	1
■	7	12	19
■	12	10	22
■	34	13	47
■	1	3	4
■	1	3	4
■		3	3
■	1		1
■		1	1
■	70	68	138
■	1		1
■	12	9	21
■	1		1
Total	143	127	270

PROFISSIONAIS X ANO		
Ano	Qtde Profissionais	
2020	80	
2021	87	
Total	114	

APENDICE A - QUESTIONÁRIO

Pesquisasobreomercadodeenergia solar.

Os dados dessa pesquisa serão utilizados para desenvolvimento de trabalho de conclusão de curso de engenharia elétrica pela UFERSA

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Nome da empresa *

3. Possui projetos de energia fotovoltaica instalados na cidade de Mossoró ou cidades vizinhas? *

☐ Sim

☐ Não

4. Quais as cidades com maior atuação da empresa? (cite, se possível, 3 cidades)

5. Tipo de empresa *

☐ MEI

☐ Sociedade Limitada

☐ Empresa Individual

☐ Outros:

6. Há quanto tempo no mercado de energia solar?

7. A empresa trabalha apenas com instalação de sistemas de geração fotovoltaica (energia solar)?

☐ Sim

☐ Não

8. Complementando a questão anterior, caso a empresa desenvolva outras atividades, quais são?
-

9. Qual a quantidade de sistemas fotovoltaicos vendidos pela empresa nos últimos 2 anos (2020 e 2021)
-

10. Indique qual a potência instalada dos sistemas mais vendidos pela empresa.

- ☐ até 2KWp;
- ☐ acima de 2KWp até 4KWp;
- ☐ acima de 4KWp até 6KWp;
- ☐ acima de 6KWp até 8KWp;
- ☐ acima de 8KWp até 10KW;
- ☐ acima de 10KWp até 12KWp;
- ☐ acima de 12KWp;
- ☐ Outros: _____

11. Complementando a pergunta anterior, qual o valor final cobrado ao cliente referente a faixa de potência selecionada na questão anterior.
-

12. Como a empresa adquire os equipamentos (painéis, inversores) do sistema fotovoltaico?

- ☐ compro em quantidade e faço estoque
- ☐ compro kits prontos em grandes distribuidores de acordo com a necessidade de cada cliente
- ☐ faço estoque apenas de painéis fotovoltaicos
- ☐ faço estoque apenas de inversores
- ☐ Outros: _____

13. Em relação aos módulos fotovoltaico e aos inversores. A empresa utiliza de equipamentos nacionais ou importados? Marque uma ou mais opções.

- ☐ Módulos e inversores nacionais
- ☐ Módulos e inversores importados
- ☐ Apenas módulos importados
- ☐ Apenas inversores importados.
- ☐ Outros: _____

14. Em relação a política de preços da empresa. Qual situação melhor se aplica.

- ☐ vejo quanto os meus concorrentes estão cobrando pelo serviço e cobro um valor parecido
- ☐ adquiero os equipamentos (painéis, inversores, estrutura) e acrescento um valor que entendo cobrir meus custos e garantir um lucro
- ☐ cobro um valor fixo por unidade de potência do sistema instalado (KWp)
- ☐ prefiro não responder.
- ☐ Outros: _____

15. Quais são os custos específicos que a empresa possui para a atividade de projetos e instalação de sistemas fotovoltaicos.

- ☐ Aluguel de escritorio
- ☐ Aluguel de deposito
- ☐ Manutenção de escritório (água, luz, internet, telefone, material de expediente)
- ☐ Transporte (de material e pessoas)
- ☐ Ferramentas específicas para atividade (alicates, furadeiras, por exemplo)
- ☐ Equipamento de Proteção Individual - EPI
- ☐ ART – CREA
- ☐ Responsável Técnico
- ☐ Montadores (instaladores)
- ☐ Equipe de venda
- ☐ Marketing
- ☐

Outros: _____

16. Em relação aos custos para instalação de um sistema fotovoltaico, como é contratado o serviço de montagem dos painéis?

- ☐ O(s) montador(es) é(são) sócio(s)/proprietário(s) da empresa.
- ☐ O(s) montador(es) é(são) funcionário(s) da empresa
- ☐ O(s) montador(es) não pertence aos quadros da empresa, sendo remunerado por serviço prestado.

☐ Outros: _____

17. Caso os serviços de montagem dos sistemas sejam terceirizados, como é calculado o valor ou percentual pago aos profissionais?

- ☐ Um valor fixo por painel instalado.
- ☐ Um percentual do valor do sistema vendido.
- ☐ Um valor fixo não importando a quantidade de painéis
- ☐ Por diária
- ☐ Outros: _____

18. Em relação aos custos para instalação de um sistema solar, como é tratado o custo para elaboração e registro do projeto técnico na concessionária de energia.

- ☐ O(s) responsável técnico é(são) sócio(s)/proprietário(s) da empresa.
- ☐ O(s) responsável técnico é(são) funcionário(s) da empresa
- ☐ O(s) responsável técnico não pertence aos quadros da empresa, sendo remunerado por serviço prestado.

☐ Outros: _____

19. Caso o responsável técnico não pertença aos quadros da empresa, qual o valor ou percentual pago ao profissional?

- ☐ Um valor fixo por sistema instalado.
- ☐ Um percentual do valor do sistema vendido.

☐ Um valor pela quantidade de painéis.

☐ Outros _____

20. Quais impostos que a empresa recolhe diante das atividades de instalação de sistemas de geração de energia fotovoltaica.

☐ ICMS.

☐ ISS.

☐ Outros _____

21. Vossa empresa possui ou está incluído em algum programa de incentivo fiscal, se sim, qual?

22. Como está a margem de lucro da empresa em 2021?

☐ até 10%.

☐ entre 10% e 20%.

☐ entre 20% e 30%.

☐ entre 30% e 40%

☐ entre 40% e 50%

☐ acima de 50%

☐ Estamos trabalhando em prejuízo

☐ prefiro não informar

☐ Outros: _____

23. Descreva, se possível, qual o impacto da pandemia para vossa empresa.

APENDICE B – DADOS DAS EMPRESAS ANALISADAS

Empresas	Cidade/Sede	Data de criação	Porte	Sociedade
Empresa 01	Mossoró	02/02/2017	Micro	LTDA
Empresa 02	Mossoró	21/01/2008	EPP	LTDA
Empresa 03	Mossoró	22/08/2012	EPP	Empresa Individual
Empresa 04	Mossoró	06/06/2019	DEMAIS	LTDA
Empresa 05	Mossoró	08/11/2017	Micro	Empresa Individual
Empresa 06	Mossoró	16/07/2019	Micro	LTDA
Empresa 07	Mossoró	26/12/1980	EPP	LTDA
Empresa 08	Mossoró	14/10/2020	Micro	LTDA
Empresa 09	Mossoró	09/03/2017	Micro	Empresa Individual
Empresa 10	Mossoró	16/10/2015	EPP	LTDA
Empresa 11	Mossoró	31/01/2017	Micro	LTDA
Empresa 12	Mossoró	02/05/2018	Micro	Empresa Individual
Empresa 13	Mossoró	13/10/1999	EPP	LTDA
Empresa 14	Mossoró	19/05/2015	Micro	LTDA
Empresa 15	Mossoró	18/04/2016	Micro	LTDA
Empresa 16	Apodi	05/11/2019	Micro	Empresa Individual
Empresa 17	Caraúbas		Micro	LTDA
Empresa 18	Assu	17/04/2015	Micro	LTDA
Empresa 19	Severiano Melo	01/06/2017	Micro	Empresa Individual
Empresa 20	Areia Branca	21/06/2019	Micro	Empresa Individual
Empresa 21	Areia Branca	04/05/2018	Micro	Empresa Individual

Fonte: Autoria própria

APENDICE C – QUADRO COM AS RESPOSTAS DO QUESTIONARIO

Questionário	Respostas das Empresas		
	Empresa 11	Empresa 13	Empresa 15
Pergunta 3	Sim	Sim	Sim
Pergunta 4	Mossoró, Apodi e Assu	Mossoró, Areia Branca e Caraúbas	Mossoró, Apodi e Caraúbas
Pergunta 5	Sociedade Limitada	Sociedade Limitada	Sociedade Limitada
Pergunta 6	4 anos	5 anos e 7 meses	5 anos
Pergunta 7	Não	Sim	não
Pergunta 8	SPDA, projetos elétricos	Não respondeu	Projetos de engenharia, manutenção, construção
Pergunta 9	380	142	60
Pergunta 10	Entre 6 e 8 KW	Entre 6 e 8 KW	entre 4 e 6 KW
Pergunta 11	Não respondeu	40 mil	não respondeu
Pergunta 12	Não respondeu	Alternativa 2	Alternativa 1
Pergunta 13	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 2
Pergunta 14	Não respondeu	Alternativa 2	Alternativa 2
Pergunta 15	Exceto a alternativa 2	Exceto as alternativas 1 e 2	todas as alternativas
Pergunta 16	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 2
Pergunta 17	Alternativa 1	Alternativa 4	Alternativa 4
Pergunta 18	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 1
Pergunta 19	Alternativa 1	Não respondeu	Não respondeu
Pergunta 20	ISS	Alternativa 2	Não respondeu
Pergunta 21	Não respondeu	Não respondeu	Não
Pergunta 22	Alternativa 1	Alternativa 4	prefere não responder

Fonte: Autoria própria

Questionário	Respostas das Empresas		
	Empresa 16	Empresa 17	Empresa 21
Pergunta 3	Sim	Sim	Sim
Pergunta 4	Apodi e Mossoró	Caraúbas, Mossoró e pau dos ferros	Areia Branca
Pergunta 5	Empresa individual	Sociedade Limitda	MEI
Pergunta 6	2 anos e meio	1 ano e meio	3 anos
Pergunta 7	sim	não	Sim
Pergunta 8	Não respondeu	Projetos elétricos; Eficiência energética Manutenção preventiva e corretiva - Instalações elétricas - Consultoria em contrato de energia – laudos técnicos – SPDA (para raios) – sistema de aterramento	projetos elétricos
Pergunta 9	20	48	15
Pergunta 10	entre 4 e 6 KW	entre 4 e 6 KW	entre 4 e 6 KW
Pergunta 11	25000	22 mil	28%
Pergunta 12	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2
Pergunta 13	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 3
Pergunta 14	Alternativa 2	Alternativa 2	Não respondeu
Pergunta 15	Exceto as alternativas 1 e 2	Exceto a alternativa 2	Alternativas 7, 8, 9, 10 e 11
Pergunta 16	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3
Pergunta 17	Alternativa 4	Alternativa 1	Alternativa 1
Pergunta 18	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 1
Pergunta 19	Alternativa 2	não respondeu	Alternativa 1
Pergunta 20	Alternativa 1	Alternativa 1	Não respondeu
Pergunta 21	Simples nacional	não	Não respondeu
Pergunta 22	Alternativa 2	Prefere não responder	Alternativa 4

Fonte: Autoria própria

APENDICE D - NÚMEROS DE GD COM FONTE EM ENERGIA SOLAR

Tabela com quantitativo de unidades de geração distribuída, por grupo tarifário, com fonte solar no Brasil, Rio Grande do Norte, Mossoró e região por

Grupos Tarifários	Brasil	Rio Grande do Norte	Região					
			Mossoró - RN	Apodi - RN	Caraúbas - RN	Açu - RN	Areia Branca - RN	Pau dos Ferros - RN
A1	205	5	0	1	0	0	0	0
A2	106	0	0	0	0	0	0	0
A3	289	62	7	3	3	1	2	1
A3a	486	0	0	0	0	0	0	0
A4	8.284	178	23	2	1	5	2	4
AS	434	19	1	0	0	0	0	4
B1	422.540	7.738	1.678	136	37	144	55	222
B2	40.349	263	21	13	0	5	0	7
B3	89.102	2.072	378	36	15	59	13	38
B4	335	2	0	1	0	0	0	0
Total	562.130	10.339	2.108	192	56	214	72	276

Fonte: Autoria própria/Dados Aneel

Tabela com os percentuais de participação dos grupos tarifários no quantitativo de unidades de geração distribuída com fonte solar no Brasil, Rio Grande do Norte, Mossoró e região

Grupos Tarifários	Brasil	Rio Grande do Norte	Região (%)					
			Mossoró - RN	Apodi - RN	Caraúbas - RN	Açu - RN	Areia Branca - RN	Pau dos Ferros - RN
A1	0,04%	0,05%	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00
A2	0,02%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A3	0,05%	0,60%	0,33	1,56	5,36	0,47	2,78	0,36
A3a	0,09%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4	1,47%	1,72%	1,09	1,04	1,79	2,34	2,78	1,45
AS	0,08%	0,18%	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	1,4
B1	75,17%	74,84%	79,6	70,83	66,07	67,29	76,39	80,43
B2	7,18%	2,54%	1,00	6,77	0,00	2,34	0,00	2,54
B3	15,85%	20,04%	17,93	18,75	26,79	27,57	18,06	13,77
B4	0,06%	0,02%	0,00	0,52	0,00	0,00%	0,00	0,00
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Autoria própria/Dados Aneel