



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

MARCELO DE OLIVEIRA JUNIOR

**A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS
CONTRIBUIÇÕES NAS DEMANDAS ENERGÉTICAS DO
BRASIL**

Fortaleza

2018

MARCELO DE OLIVEIRA JUNIOR

**A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES
NAS DEMANDAS ENERGÉTICAS DO BRASIL**

Trabalho de Final de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal do Ceará, como requisito
para a obtenção do Título de
Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral
da Camara

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48e Oliveira Junior, Marcelo de.
A energia solar fotovoltaica e suas contribuições nas demandas energéticas do Brasil / Marcelo de Oliveira Junior. – 2018.
62 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Camara.
1. Energia Solar. 2. Radiação Solar. 3. Sistema fotovoltaico. 4. Demanda energética. I. Título.
CDD 621.3
-

MARCELO DE OLIVEIRA JUNIOR

Trabalho de Final de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Tomaz Nunes Cavalcante Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Priscila Maria Teles Barbosa
Oi S.A.

RESUMO

Os dimensionamentos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede crescem atualmente no mundo todo, abrangendo áreas rurais e urbanas. Nos tempos de instabilidade financeira em que o mundo passa em diversos setores e com preocupação em relação as condições climáticas e ao meio ambiente, as diferentes formas de energia renováveis, já com tecnologias avançadas e por serem consideradas energia mais limpas, vem em uma apresentação crescente de flexibilidade e credibilidade, considerada como uma forma para reduzir o déficit causado pela crescente demanda energética. Diante da contextualização da problemática, questionou-se como a energia solar fotovoltaica poderia auxiliar a minimizar a crise energética enfrentada no país. O objetivo geral foi analisar a energia solar fotovoltaica e suas contribuições nas demandas energéticas no Brasil. Diante a realização de pesquisa bibliográfica, nota-se que, mesmo apresentando benefícios e vantagens, a geração de energia solar é pouco explorada, uma vez que o Brasil sempre possuiu uma matriz energética limpa, tendo como principal fonte de energia a hidroelétrica. A maior vantagem da energia solar não se baseia em construir usinas, mas sim instalar sistemas fotovoltaicos para a autoprodução de energia e foi nesse sentido que o presente estudo atuou, evidenciando que são inegáveis os benefícios que a radiação solar proporciona, como fonte primária de energia, já que possibilitam a transformação de economias baseadas em combustíveis fósseis em economias de baixo carbono, o que é imprescindível para amenizar os efeitos adversos das mudanças climáticas e atender aos compromissos das nações e do Brasil estabelecidos em Acordos Internacionais.

Palavras – Chave: Energia Solar. Radiação Solar. Sistema fotovoltaico. Demanda energética.

ABSTRACT

The design of grid-connected photovoltaic systems is growing worldwide, covering both rural and urban areas. In times of financial instability in which the world goes through several sectors and with concern about climate and the environment, the different forms of renewable energy, already with advanced technologies and considered as cleaner energy, flexibility and credibility to reduce the deficit caused by rising energy demand. The problem that guided the study was based on the following questioning How can solar photovoltaic energy could help to minimize the energy crisis faced in the country. Whose general objective was to analyze photovoltaic solar energy and its contributions to ease the conflicting situation in relation to the energy demand faced in the country. In view of the bibliographic research, it can be observed that, even though it presents benefits and advantages, the generation of solar energy is little explored, since Brazil always has a clean energy matrix, having as main energy source the hydroelectric. The greatest advantage of solar energy is not based on building plants, but rather on installing photovoltaic systems for the self-production of energy. In this sense, the present study showed that the benefits of solar radiation as a primary source of energy are undeniable. Energy, since it enables the transformation of economies based on fossil fuels in low carbon economies, which is essential to mitigate the adverse effects of climate change and to meet the commitments of nations and Brazil established in International Agreements.

Keywords: Solar Energy. Solar radiation. Photovoltaic system. Energy demand.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fontes de energia. | 13 |
| Figura 2 - Fontes de energia renovável..... | 17 |
| Figura 3 - Potencial Solar. | 20 |
| Figura 4 - Conversão fotovoltaica da energia solar | 21 |
| Figura 5 - Mapa da GD Fotovoltaica..... | 22 |
| Figura 7 - Informações Institucionais sobre ANEEL. | 25 |
| Figura 8 - Estrutura e diretrizes ANAEEL. | 26 |
| Figura 9 - Aquisição..... | 32 |
| Figura 10 - Células fotovoltaicas mais comuns. | 44 |
| Figura 11 - Células fotovoltaica monocristalino | 45 |
| Figura 12 - Células fotovoltaica Policristalino. | 46 |
| Figura 13 - SFCR. | 41 |
| Figura 14 - Usinas de energia solar..... | 47 |
| Figura 15 - Transmissão Energia - Usina Solar..... | 49 |
| Figura 16 - Energia fotovoltaica em Minas Gerais..... | 58 |
| Figura 17 - Fotovoltaica a flutuar numa barragem..... | 59 |
| Figura 18 - Infraestrutura de ligação à rede de transporte. | 60 |
| Figura 19 - Usina de energia solar em Goiânia. | 62 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| PROCEL | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica |
| IPCC | Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas |
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| RN | Resolução Normativa |
| GD | Geração Distribuída |
| CRESESB | Centro de Referência para Energia Solar e eólica Sergio Brito |
| kW | Quilowatt |
| kWh | Quilowatt-hora |
| kWp | Quilowatt-pico |
| CSP | <i>Concentrated Solar Power</i> |
| FV | Efeito Fotovoltaico |
| MW | Megawatt |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| EPE | Empresa de Pesquisa Energética |
| FV | Efeito Fotovoltaico |
| CONFAZ | Conselho Nacional de Política Fazendária |
| PRODEEM | Programa para o Desenvolvimento de Estados e Municípios |
| SFCR | Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Aspectos sobre a radiação solar. | 20 |
| Quadro 3 - Grupo de consumidores. | 29 |
| Quadro 4 - Normas sobre segurança e padronização das instalações. | 31 |
| Quadro 2 - Tipos de SFCR. | 40 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 CENÁRIO DA ENERGIA NO BRASIL..... | 13 |
| 2.1 Crise no setor energético..... | 13 |
| 2.2 Fontes renováveis de energia..... | 15 |
| 3 ENERGIA SOLAR | 19 |
| 3.1 Aspectos gerais da energia solar..... | 19 |
| 3.2 Energia solar no Brasil..... | 21 |
| 3.3 ANEEL..... | 24 |
| 4 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA - GD..... | 27 |
| 4.1 A Geração Distribuída no Brasil e suas regras..... | 27 |
| 4.2 Regulamentação da GD Brasileira..... | 28 |
| 4.3 Principais Inovações..... | 30 |
| 4.4 A regulamentação dos créditos de energia solar..... | 32 |
| 4.5 Principais elementos na adesão ao sistema de compensação..... | 33 |
| 5 INSERÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL | 37 |
| 5.1 Indústria de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) no Brasil..... | 38 |
| 5.2 Sistema fotovoltaico conectados à rede..... | 40 |
| 6 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS | 42 |
| 6.1 Tecnologias Disponíveis | 42 |
| 6.2 Silício Monocristalino (m-Si) | 45 |
| 6.3 Silício Policristalino (p-Si)..... | 46 |
| 6.4 Usina Solar | 47 |
| 6.4.1 Funcionamento de uma usina solar | 48 |
| 7 ESTRATÉGIAS PARA A INSERÇÃO DA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL | 50 |
| 8 CONCLUSÃO..... | 52 |
| REFERÊNCIAS | 54 |
| ANEXOS | 58 |

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda a crescente utilização de fontes renováveis de energia no Brasil, em questão relativa às fontes de energia solar, fato considerado como desafio, uma vez que nos tornarmos menos dependente das fontes fósseis que além de altamente agressivas ao meio ambiente, são fontes finitas de energia. Tal agressividade é comprovada por pesquisas que revelaram, segundo a BBC News (2016), que a maior parte da poluição atmosférica é proveniente da queima dos combustíveis fósseis, que emitem gases na atmosfera causando chuvas ácidas e o aquecimento global.

A grande parte da energia elétrica produzida no Brasil é gerada por usinas hidrelétricas e em um cenário de crise energética no qual o governo estimula a energia hidrelétrica, problemas como o da Companhia Hidrelétrica do São Francisco causam uma crise no setor, deixando-a cada vez mais onerosa, principalmente para a região Sudeste, por ser mais industrializada.

Uma possibilidade é a utilização de fontes alternativas de energia como, por exemplo, a solar. Desta forma, o incentivo à geração de energia elétrica com uso de fontes alternativas, podem ser consideradas como uma possibilidade de amenizar tal crise, uma vez que o país possui em abundância nos níveis de irradiação solar.

A radiação solar que incide a Terra em um ano é dez mil vezes maior que a demanda energética neste mesmo período, podendo ser considerada uma fonte inesgotável. Dentro dessa realidade, o potencial de aproveitamento de energia solar no Brasil é muito grande, pois a maior parte do território nacional está localizada na região intertropical, o que resulta em altos índices de radiação (Exame,2018).

A utilização desta energia na matriz elétrica brasileira ainda é incipiente, sendo poucos os sistemas conectados à rede, voltados principalmente a projetos de pesquisa desenvolvidos por instituições acadêmicas. As principais aplicações da tecnologia fotovoltaica no país são relativas a sistemas autônomos, ou seja, não conectados à rede e dependentes de um acumulador de energia (baterias), voltados principalmente à telecomunicação, à eletrificação rural e ao bombeamento de água em regiões isoladas (JANNUZZI,2009).

Em um contexto baseado na utilização da radiação solar, tem-se as usinas de energia solar e os sistemas fotovoltaicos instalados em casas e indústrias, que se diferenciam pelo fato desse último ofertar e fornecer energia em alta tensão para fins de distribuição e não para o autoconsumo.

Dentre as energias renováveis existentes, nota-se um efetivo crescimento mundial nas últimas décadas da energia solar fotovoltaica por promover a geração de energia elétrica de forma distribuída, não necessitando, portanto, de extensas linhas de transmissão e distribuição e por ser uma fonte silenciosa, que possibilita instalação de sistemas de diferentes potências e ainda por integrar-se às edificações no meio urbano, sem necessitar de áreas extras para sua instalação (IPCC, 2014).

Diante a contextualização da problemática acima, lançou-se o seguinte questionamento: Como a energia solar fotovoltaica pode auxiliar nas demandas energéticas do país?

A realização desta pesquisa se justifica nas falas de José Goldemberg Oswaldo Lucon (2007), bem como a utilidade pública e caráter social e responsável que os benefícios que a aplicabilidade pode causar. Neste sentido, para os autores, nota-se um crescente movimento mundial por buscas de energia renováveis para geração e distribuição de eletricidade, que foram impulsionados pelo acidente nuclear de Fukushima e por questões ambientais que demandam uma qualidade de vida melhor, com um ambiente menos agredido.

Outro fato que estimulou a realização do estudo refere-se ao Brasil após a aprovação da Resolução Normativa (RN) 482/2012 pela Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL e a RN 687/2015, que estabelece as condições gerais para adesão a microgeração e minigeração distribuída a partir de fontes baseadas em energia hidráulica, solar, eólica e biomassa. Através da norma, regulamentou-se o sistema de compensação de créditos por produção e o prazo de validade dos créditos de 60 meses.

Logo, nota-se que a energia configura como um importante fator socioeconômico para o desenvolvimento da sociedade. Nos tempos de instabilidade financeiras em diversos setores e com preocupação em relação às condições climáticas e ao meio ambiente, as diferentes formas de energia renováveis já com tecnologias avançadas e consideradas energia mais limpas, vem em uma

apresentação crescente de flexibilidade e credibilidade suficiente para reduzir o déficit causado pela crescente demanda energética.

O presente trabalho tem como objetivo geral, analisar a energia solar fotovoltaica e suas contribuições para amenizar a situação conflitante em relação à crise energética enfrentada no país.

E os objetivos específicos foram: compreender o cenário da energia no Brasil, apontando crises e vulnerabilidades; apontar aspectos da energia solar no Brasil, caracterização aspectos legais dessa geração distribuída; apontar tecnologias de sistema fotovoltaico conectado à rede; compreender funcionamento e vantagens da usina solar e finalmente apontar regulamentação da geração distribuída brasileira e estratégias para a Inserção da Tecnologia Fotovoltaica.

A metodologia usada na pesquisa foi bibliográfica, na elaboração de fundamentação teórica e segundo Gil (2008) para que este tipo de pesquisa ocorra se faz necessária a releitura de livros, artigos científicos, revistas e normas específicas que se refiram ao presente estudo, compondo-se a pesquisa bibliográfica.

O presente estudo encontra-se dividido em oito capítulos. Inicialmente tem-se esta introdução, que contem aspectos gerais da temática em questão, bem como justificativa, objetiva, problemática e métodos usados na pesquisa. Em seguida o capítulo 2 aborda o cenário da energia no Brasil, apontando crises e vulnerabilidades. O capítulo 3, pontua aspectos da energia solar no Brasil e o capítulo 4 caracteriza aspectos legais dessa geração distribuída. O capítulo 5 demonstra as tecnologias de sistema fotovoltaico conectado à rede. No capítulo 6 é apontado o funcionamento e vantagens da usina solar e estratégias para a Inserção da Tecnologia Fotovoltaica e finalmente no capítulo 7 é demonstrada a regulamentação da geração distribuída brasileira.

Sugere-se que esta pesquisa, seja fruto de outras e que a leitura do presente trabalho seja útil para profissionais atuantes na área, estudantes e demais interessados na temática: dimensionamento do potencial do sistema fotovoltaico conectado à rede.

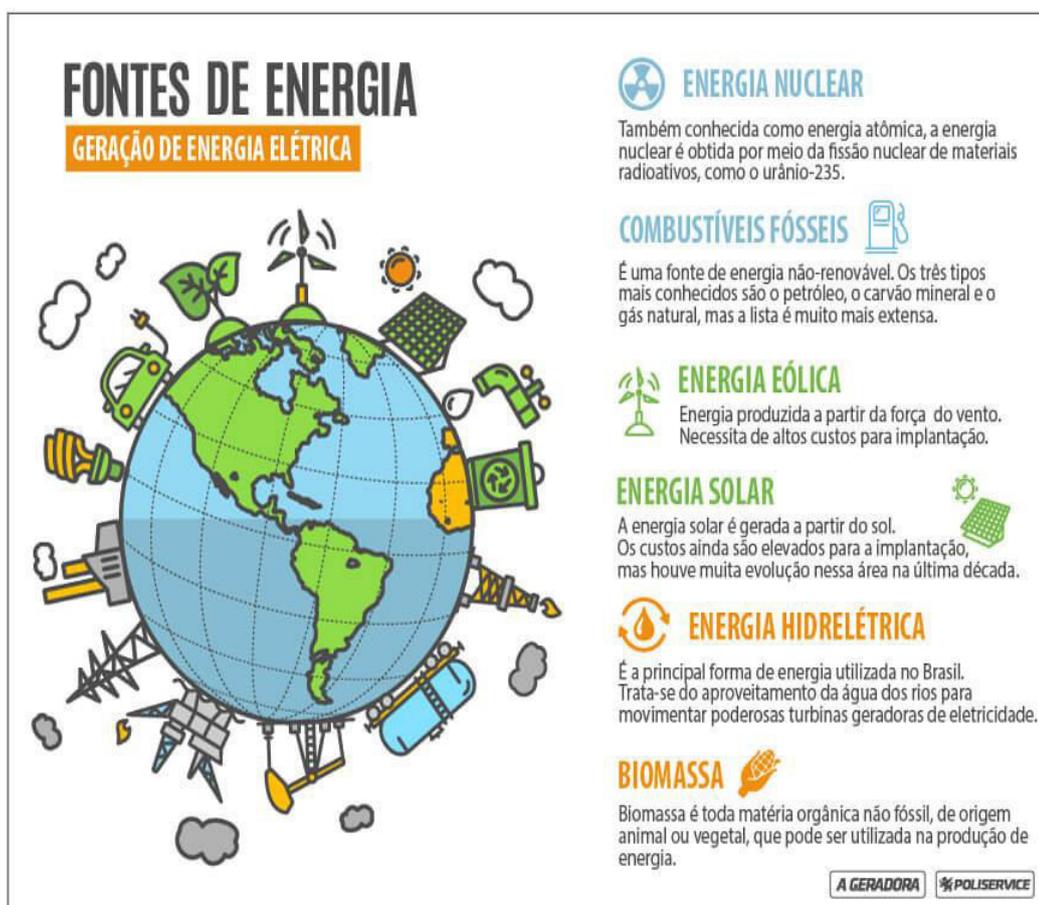
2 CENÁRIO DA ENERGIA NO BRASIL

As possibilidades de sustentabilidade com a utilização de recursos naturais visam não apenas atender a uma demanda crescente por preservar o meio ambiente, mas amenizar problemas causados pela atual fonte de energia usada no país. É esse viés que o presente capítulo aborda.

2.1 Crise no setor energético

Antes de abordarmos a crise na energia, necessita-se compreender quais são suas possibilidades de fontes, como demonstra a figura 1, a seguir.

Figura 1 - Fontes de energia.



Fonte – Tipos e fontes de geração de energia elétrica, A Geradora.

Diante a figura exposta, nota-se que existem alguns tipos de energias, dentre elas, duas se destacam devido ao seu custo e as fontes podem ocorrer de seis formas: energia nuclear, combustíveis fósseis, energia eólica, energia solar, energia hidrelétrica e biomassa.

Hoje, o Brasil usa para gerar a maior parte da energia elétrica, as usinas hidrelétricas, fato que gera um grande temor por parte de grandes especialistas em recursos energéticos, uma vez que os reservatórios de água são frágeis aos novos regimes hidrológicos e isso vai gerar um impacto sobre o potencial hidráulico (BARBOSA FILHO PESSÔA, 2015).

“O país é muito dependente da energia hidrelétrica, desta forma nos próximos anos os reservatórios de água estarão vulneráveis aos novos regimes hidrológicos e isso vai gerar um impacto sobre o potencial hidráulico. As notícias não são animadoras: de maneira geral haverá uma redução significativa na disponibilidade hídrica. Mas isso vai depender da bacia, porque as bacias do Sul terão maiores vazões, enquanto as bacias do Norte, Nordeste e Centro-Oeste terão reduções significativas. Os impactos serão diferenciados, os quais não se compensam num certo sentido. Então, não vai adiantar chover mais no Sul e achar que será possível gerar mais energia no Sul compensando o Norte e o Nordeste, que terão menos energia. Isso significa que a longo prazo haverá um risco de diminuição de geração de energia hidrelétrica (MARGULIS¹, 2015, *ONLINE*)”

Essa crise no setor energético, segundo Caldeira (2015), causa diretamente um aumento dos valores da conta final ao consumidor, no qual ainda há dúvida se o problema ocorre devido a fatores climáticos ou ausência de investimentos.

Diante da possibilidade dos motivos dos constantes reajustes nas tarifas da energia, nota-se que aumentos são muito questionáveis e ainda controversos, uma vez que, alguns afirmam que a alta nos preços decorre da falta de investimento e da sinalização equivocada aos agentes de mercado de uma abundância de energia, e o governo atual atribui tal problema às questões climáticas (Caldeira,2015).

Segundo Vanessa Barbosa (Exame), um fator a ser considerado é a ausência de chuvas que fez com que o país fosse colocado na faixa de risco dos apagões, fato que ocorreu devido ao baixo nível dos reservatórios das hidrelétricas e ao

¹ Entrevista feita com Sergio Margulis. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/541523-crise-anunciada-matriz-energetica-brasileira-nao-preve-possivel-mudanca-no-ciclo-hidrologico-entrevista-especial-com-sergio-margulis>

crescente consumo de energia elétrica, principalmente na região Sul e Sudeste, no qual a concentração de indústrias é maior. Um fato que merece destaque diante desse cenário foram os dois blecautes ocorridos no país, evidenciando as vulnerabilidades e fraquezas em relação ao abastecimento de eletricidade.

Considerando que o Brasil, é muito dependente das fontes energéticas advindas das hidro e termoelétricas, nota-se que tal modelo gerador de energia é ainda deficiente no país e de certa forma arriscado, além de caro. Um fato a ser considerado é a atuação do governo diante tal problema, evidenciando que os investimentos no setor ainda não são suficientes para suprir toda a demanda por energia.

Esse pouco investimento por parte do governo, fomentado pela possibilidade da ausência de recursos financeiros para tal, pode ser considerado como um dos grandes motivos para uma possível crise energética. Dentro dessa realidade, tem-se poucos recursos aplicados na manutenção e operação da rede elétrica, no qual o consumidor paga caro e sofre constantes reajustes na tarifa da energia consumida. Logo, o mais penalizado com tal situação é o consumidor, que além de pagar caro pelo consumo, sofre com a falta de energia.

Diante o exposto nesse capítulo, não se considera outra possibilidade, imediata, para sanar tal problemática, a não ser a utilização de novas fontes renováveis e potenciais das regiões. Porém, é importante deixar claro, que nenhuma matriz pode ser única e que qualquer sistema é mais seguro quando há várias fontes.

2.2 Fontes renováveis de energia

Quando se fala de fontes renováveis, nem sempre se usa de forma correta o termo, no qual a sustentabilidade, torna-se fundamental para conciliar variáveis que atendam a questões sociais, energéticas, econômicas e ambientais. Logo, a utilização de mecanismos energéticos alternativos, tendem a conservar o meio ambiente, além de gerar um menor custo ao consumidor final (LEITE, 2013).

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC(2014), o crescimento urbano e industrial, para ter suas atividades produtivas em constante funcionamento, demanda um empenho cada vez maior do setor energético, o que leva ao aumento da emissão de poluentes no meio ambiente e o que provoca uma insegurança energética associada às mudanças climáticas. Logo, uma análise do consumo de energia à preservação do ambiente é sempre necessária para atender às necessidades atuais.

A economia do uso das energias renováveis é considerável diante à atual situação econômica do país, com o uso de recursos mais baratos apresenta-se a produção de energia com menor custo para o consumidor final, considerando um período de 10 anos para a recuperação do investimento inicial, além de favorecer a preservação do meio ambiente, já que boa parte das renováveis usam de meios naturais, abundantes e reaproveitáveis para a produção de energia elétrica (BRASIL, 2014).

As energias renováveis oferecem a possibilidade do desenvolvimento sustentável, e o conceito de sustentabilidade atua em um tripé: social – equidade e responsabilidade social; econômico – favorece um melhor desenvolvimento econômico e o meio ambiente – favorece a proteção ambiental.

Tais energias renováveis, possuem como fonte: sol, vento, rios e águas correntes, matéria orgânica, calor da terra, mares e oceanos como exemplifica a figura 2.

Figura 2 - Fontes de energia renovável.



Fonte – Energia renovável que o mundo precisa, Biboca ambiental.

Considerando que as energias renováveis promovem o desenvolvimento sustentável é indispensável considerar que a utilização de fontes de energia renováveis não prejudica o meio ambiente e possuem custos menores, mas as fontes fósseis não se enquadram nessa definição (UCZAI, 2012).

Outro fator importante é a utilização de fontes renováveis como solução que ameniza as alterações climáticas provocadas pela poluição do ar. As emissões humanas estão aumentando substancialmente, elevando a concentração de gases do efeito estufa, provocando alterações climáticas que afetam o planeta de forma geral e inequívoca (UCZAI, 2012).

“A procura por substitutos ecologicamente aceitáveis para os combustíveis fósseis se tornou mais célere tanto pelo aumento do uso como pela previsão da diminuição da oferta, por ser uma fonte de energia não renovável. Seguem algumas formas de gerar energia. Neste contexto, a implantação e o uso de energias renováveis é capaz de promover essa segurança, contribuindo para o desenvolvimento social e econômico, para a universalização do acesso à energia e para a redução de efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde (LEITE, 2013, p. 26)”

Sobre os benefícios da utilização de energias renováveis, nota-se que a longo prazo, tende ocorrer a redução da concentração de gases poluentes na atmosfera, o que demonstra que esse tipo de energia controla e reduz o efeito estufa, favorecendo a preservação dos recursos naturais, não alterando a paisagem natural

com sua extração e ainda não oferecendo risco iminente de contaminação e poluição das áreas onde são produzidas (BRASIL, 2014).

Apesar de toda sua relevância para o meio ambiente, sociedade e economia, a utilização das energias renováveis ainda não é muito usual, fato que ocorre principalmente devido à ausência de políticas governamentais adequadas para sua implantação em países em desenvolvimento. Tal morosidade, pode ser prejudicial, pois eleva níveis de gases do efeito estufa, que por sua vez dificulta a estabilidade e redução dos poluentes (BRASIL, 2014).

Mais uma vez nota-se a importância da atuação do governo como forma de estimular o uso dessas energias, como forma de resguardar o meio ambiente e assim preservar o planeta.

3 ENERGIA SOLAR

Conhecer a energia solar que incide na Terra é importante, visto que essa radiação possui relevância em várias atividades humanas como, por exemplo, a agricultura, a arquitetura e o planejamento energético.

Esta forma limpa e renovável de produção de energia será melhor caracterizada a seguir.

3.1 Aspectos gerais da energia solar

Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e eólica Sergio Brito, CRESESB (2006), a utilização da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto em fonte de calor como de luz, é hoje uma das formas e maneiras de aquisição de energia mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio.

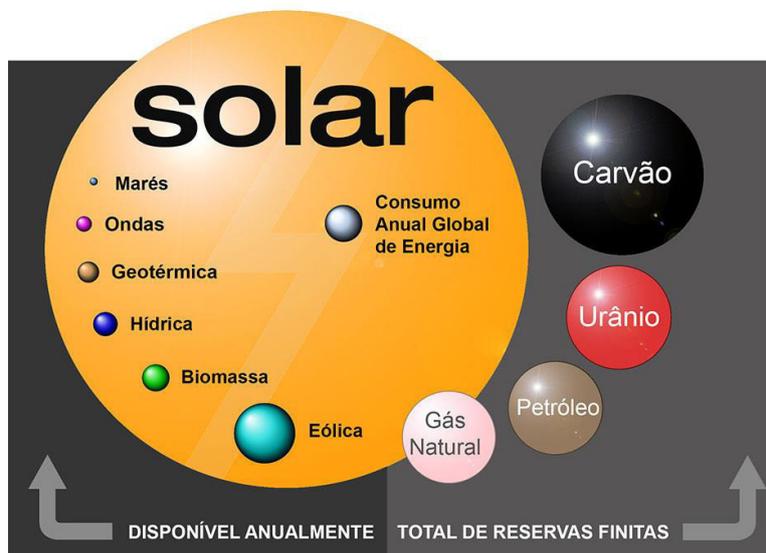
Importante destacar que,

“E quando se fala em energia, deve-se lembrar que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas da energia do Sol. É a partir da energia do Sol que se dá a evaporação, origem do ciclo das águas, que possibilita o represamento e a consequente geração de eletricidade (hidroeletricidade). A radiação solar também induz a circulação atmosférica em larga escala, causando os ventos. Petróleo, carvão e gás natural foram gerados a partir de resíduos de plantas e animais que, originalmente, obtiveram a energia necessária ao seu desenvolvimento, da radiação solar (CRESESB, 2006, *online*).”

A energia solar é considerada como uma fonte inesgotável do ponto de vista humano, nela observa-se um potencial superior quando comparado as demais fontes de energia (Agência Brasil, 2017).

Abaixo, na figura 3, contida no Portal Solar (2017), nota-se o potencial da energia solar, numa comparação com as outras fontes é que boa parte das reservas são finitas, ou seja, que podem esgotar de acordo com seu uso e ao lado esquerdo tem-se o potencial anual das energias alternativas que são renováveis, pois podem se renovar anualmente.

Figura 3 - Potencial Solar.



Fonte: Portal solar (2017).

A radiação solar pode ser:

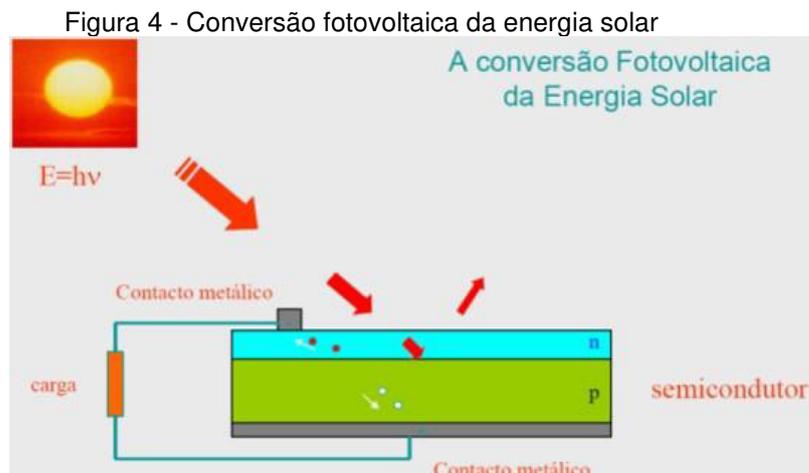
Quadro 1 - Aspectos sobre a radiação solar.

| | |
|-------------------------------------|--|
| Usada como fonte de energia térmica | Quando há pretensão de aquecer ambientes e de fluidos, bem como gerar potência mecânica ou elétrica; |
| Transformada em energia elétrica | Por meio de efeitos sobre materiais, dentre os quais o termoelétrico e fotovoltaico. |

Fonte - CRESESB (2006).

Segundo Agência Nacional de Energia Elétrica, Aneel (2017), o aproveitamento térmico utiliza coletores (como os presentes em residências, hotéis etc.) visando aquecer água e/ou concentradores solares (para atividades que requerem temperaturas elevadas, tais como secagem de grãos e produção de vapor. Já a geração de energia elétrica a partir da radiação solar é obtida pelo efeito fotovoltaico (FV) ou pela heliotermia (denominada também de termossolar ou *concentrated solar power – CSP*).

A figura 4 evidencia a conversão fotovoltaica da energia solar.



Fonte – Efeito fotovoltaico, Strombrasil.

A radiação solar que incide na célula fotovoltaica promove a liberação de elétrons, que por sua vez são orientados pelo campo elétrico existente na junção p-n, formando uma corrente elétrica. O valor da corrente é proporcional à radiação solar incidente. Deste modo, quanto maior a radiação mais elevada será a corrente.

Nesse caso, nota-se também que a radiação solar é captada por coletores, transformada em calor e utilizada para aquecimento. São os chamados Sistemas de Aquecimento Solar (SAS).

3.2 Energia solar no Brasil

Considerando o clima Brasileiro, devido a sua localização em uma região intertropical, o potencial para aplicabilidade da energia solar durante todo ano, é grande. Neste sentido, ressalta-se,

“A utilização da energia solar poderia trazer benefícios em longo prazo para o país viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto com relação ao retorno financeiro do investimento, regulando a oferta de energia em situações de estiagem, diminuindo a dependência do mercado de petróleo e reduzindo as emissões de gases poluentes à atmosfera como estabelece a Conferencia de Kyoto (COLLE; PEREIRA, 1998).”

Na matriz energética brasileira, a energia hidráulica é a principal fonte de energia para geração de eletricidade. Apesar de não ocorrer emissão de poluentes

para a atmosfera, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não adequadamente avaliado, devido ao alagamento de grandes áreas cultiváveis e, além disso, as reservas brasileiras para geração hidroelétrica tendem a se esgotar nas próximas décadas (BRASIL,2014).

Sobre as outras energias usadas no Brasil, nota-se que a energia nuclear não é uma forma muito adequada e devida pois apresenta os riscos associados à sua utilização na produção de eletricidade, no qual destaca-se o problema do armazenamento dos rejeitos radioativos gerados na operação das usinas nucleares. Dentro dessa realidade, cerca de 40% da energia utilizada no setor agropecuário brasileiro é obtido com a queima de combustíveis fósseis e 20% seja derivada da queima de lenha (biomassa).

Além da importância no plano energético atual, a radiação solar desempenha papel importante em diversas áreas da atividade humana como, por exemplo, na meteorologia e na climatologia que são atividades essenciais para o desenvolvimento da atividade econômica de um país com extensão continental como o Brasil. Outras atividades econômicas, como agropecuária e arquitetura, também necessitam do conhecimento da radiação solar incidente na superfície do planeta para o planejamento e obtenção da maior eficiência energética.

Dados da ANEEL afirmam que até julho de 2017, havia registrado 12.500 sistemas fotovoltaicos, sendo 80% em residências, 15% em comércios, 2% em zona rural, 2% em iluminação pública e 1% no setor público. Esses números foram resultados de 75% de redução do custo de geração de energia entre 2007 e 2017.

“O Brasil é um dos maiores geradores de energia solar do mundo. Estamos na lista dos 30 maiores países, referente à capacidade de geração de energia renovável e limpa. No ano de 2017 a energia solar brasileira ficou 10 vezes maior em comparação ao ano de 2016. É um caminho lucrativo para o país, pois a energia solar apresenta inúmeras vantagens (BRASIL, 2014).”

A energia solar pode ser utilizada em sistemas de irrigação de culturas, de refrigeração de alimentos, vacinas e remédios, aquecimento e iluminação artificial, conforto térmico e iluminação natural em projetos de construção civil, etc.

Segue Mapa da Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil

Figura 5 - Mapa da GD Fotovoltaica



Fonte – ANEEL Julho de 2016

Segundo a ANEEL (2016), a região nordeste possui um alto índice de irradiação solar, uma vez que essa área do país possui maior potencial para a geração de energia solar fotovoltaica. As condições climáticas apresentam maior instabilidade e maior média anual. Dessa forma, condições mais favoráveis para a geração de energia solar.

“A energia solar fotovoltaica no Brasil tem apresentado um ótimo crescimento nos últimos meses, devido à inflação da conta de luz. Em 2012 99,99% dos painéis fotovoltaicos no Brasil eram usados em locais onde não se tem acesso à energia elétrica. Com a regulamentação da ANEEL em 2012, que permitiu a troca de energia com a concessionária de energia elétrica, o uso da energia solar fotovoltaica começou a crescer cerca de 300% ao ano.”

Segundo ANEEL (2017), caso o uso em energia solar seja ampliado e estimulado, em 2020 o Brasil terá cerca de 174 mil sistemas fotovoltaicos conectados à rede instalados.

A agência reguladora ainda cita que cerca de 0,21% do total de unidades consumidoras brasileiras são passíveis de se adquirir sistemas em geração distribuída. Já em 2024, a projeção é de 886 mil sistemas fotovoltaicos.

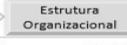
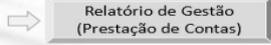
É importante mencionar que são vários os benefícios do uso da energia solar em relação à energia das hidrelétricas, mas o foco não é construir grandes usinas e sim instalar sistemas fotovoltaicos para a autoprodução de energia e foi nesse sentido que o presente estudo atuou, evidenciando que, é inegável as vantagens da energia solar, uma vez que a radiação solar como fonte primária de energia tem um papel de destaque na transformação de economias baseadas em combustíveis fósseis em economias de baixo carbono, o que é imprescindível para amenizar os efeitos adversos das mudanças climáticas e atender aos compromissos das nações e inclusive do Brasil estabelecidos em Acordos Internacionais, como por exemplo o de Paris, que fora criado em 12 de dezembro de 2015, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, que rege medidas de redução de emissão dióxido de carbono a partir de 2020 (ANEEL, 2017).

3.3 ANEEL

No intuito de relatar a energia solar no Brasil, se faz necessário contextualizar o órgão responsável pela regulamentação da energia elétrica no país, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, e foi criada por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997 ANEEL (2017).

Segue na figura 7 características do órgão regulador.

Figura 6 - Informações Institucionais sobre ANEEL.

| Item | Perfil |
|----------------------------|--|
| Natureza | Agência Reguladora na forma de autarquia federal, vinculada ao Ministério das Minas e Energia (MME) |
| Ato de criação | Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 |
| Modelo de Operação | Centralizado, com convênio efetuado com algumas Agências Estaduais para atividades parciais (por exemplo, fiscalização) |
| Funções de Direção | Diretoria Colegiada, formada pelo Diretor Geral e mais quatro Diretores |
| Funções Executivas | Exercida por Superintendências e órgãos ligados à Diretoria.   |
| Contrato de Gestão | Contrato de Gestão, previsto na Lei de criação da ANEEL, firmado com o MME por ciclos, que incluem metas pré-acordadas   |
| Força de Trabalho | Servidores efetivos: 633, Outros: 107 |
| Orçamento Anual (LOA 2016) | Pessoal e Encargos Sociais - R\$ 169.751.991 Outras Despesas Correntes R\$ 91.840.328   Despesas de Capital R\$ 31.615.210 |

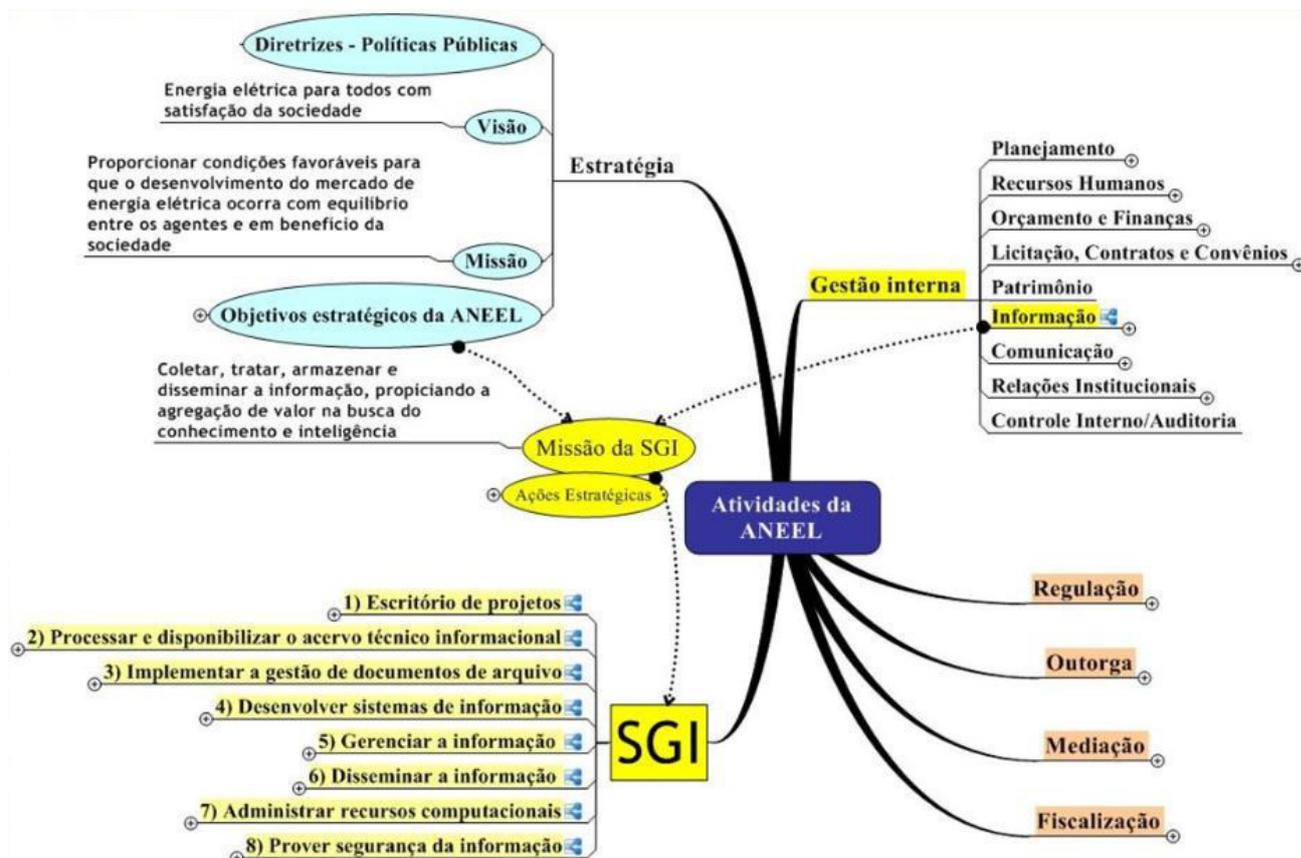
Fonte – ANEEL (2017).

Segundo Informações da ANEEL (2017), a autarquia teve início em dezembro de 1997 e as suas principais funções são:

- a) Regular a geração (produção),
- b) Transmissão,
- c) Distribuição e comercialização de energia elétrica,
- d) Fiscalizar as concessões e serviços de energia elétrica,
- e) Implementar a política e diretrizes do governo federal relativo a energia elétrica,
- f) Manter o controle das divergências administrativas entre agentes e consumidores e
- g) Promover as atividades de outorgas de concessão.

Segue na figura 8 uma imagem retirada do relatório da ANEEL e explica melhor suas atividades.

Figura 7 - Estrutura e diretrizes ANAEEEL.



Fonte – ANEEL (2016).

Diante a figura 8, nota-se que o órgão regulador também leiloa, define os direitos e tarifas, bem como estimula inovações no setor Elétrico em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE). Logo observa-se que o Agência regulamenta e fiscaliza, em nome do governo, se as empresas do setor de eletricidade estão agindo de acordo com as normas e políticas vigentes.

4 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA - GD

Segundo Rodríguez (2002), o *Gas Research Institute*, em 1999, define GD:

“Geração Distribuída são tecnologias de geração de pequeno porte, tipicamente inferior a 30 MW, estrategicamente localizadas próximas dos consumidores ou centros de carga, proporcionando benefícios aos consumidores e suporte para a operação econômica das redes de distribuição existentes (RODRIGUEZ, 2002, p.16).”

A geração distribuída é uma fonte de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição ou situada no próprio consumidor. No Brasil, a definição de GD (Geração Distribuída) é feita a partir do Artigo 14º do Decreto Lei nº 5.163/2004.

“Considera-se geração distribuída toda produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários ou autorizados (...) conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de: hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW e termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a 75% (BRASIL, 2004).”

Atualmente, a GD acontece através do uso de tecnologias que já estejam disponíveis comercialmente, caracterizando geradores de tecnologias já consolidadas (RODRÍGUEZ, 2002).

A análise da literatura dessa área mostra que as definições existentes para GD não são sólidas e que ainda não há uma definição de GD geralmente aceita, conforme destacado por Rodriguez (2002).

4.1 A Geração Distribuída no Brasil e suas regras

A geração distribuída no Brasil, segundo o Portal Solar (2017), se baseia no *net metering*, no qual o consumidor-gerador (ou “prosumidor”, palavra derivada do termo em inglês *prosumer – producer and consumer*), após o desconto de seu consumo, ocorre uma compensação de energia, ou seja, ele recebe um crédito na sua conta pelo ‘saldo positivo’ de energia gerada e inserida na rede e sempre que

existir essa situação superavitária, o consumidor recebe um crédito em energia (em kWh) na próxima fatura e terá até 60 meses para utilizá-lo.

“Os “prosumidores” não podem comercializar o montante excedente da energia gerada por GD entre eles. A rede elétrica disponível é utilizada como ba-ckup quando a energia gerada localmente não é suficiente para satisfazer as necessidades de demanda do “prosumidor” - o que geralmente é o caso para fontes intermitentes de energia, como a solar (PORTAL SOLAR, 2014, *online*, grifos do autor).”

Ainda segundo dados da ANEEL (2016), as regras básicas definidas pela Resolução Normativa - REN 482/2012, aperfeiçoada pela REN 687/2015 válidas desde 1º de março de 2016, são definição das potências instaladas para micro (75 kW) e minigeração (5 MW), direito o uso dos créditos por excesso de energia injetada na rede em até 60 meses, possibilidade de utilização da geração e distribuição em cotas de crédito para condomínios, desta forma na REN, estabeleceram-se prazos para processos, padronização de formulários para solicitação de conexão do sistema e definição de responsabilidades repassadas aos clientes, a empresa responsável pela implantação do sistema e a distribuidora.

Com a criação da Resolução mencionada, houve aumento do controle do autoconsumo remoto mediante a geração em uma unidade e o consumo em outra unidade de mesmo titular. Logo tem-se a geração compartilhada no qual um grupo de unidades consumidoras são responsáveis por uma única unidade de geração (ANEEL,2016).

4.2 Regulamentação da GD Brasileira

Presentes na regulamentação brasileira em apoio a energia solar e geração distribuída, Artigo 14º do Decreto Lei nº 5.163/2004 deu o início a regulamentação geração distribuída no Brasil, porém a pessoa física ou jurídica que montasse uma central geradora e desejasse conectá-la à rede estaria sujeita às mesmas condições aplicadas sobre a usina de grande porte.

A cobrança relativa ao consumo será feita sobre a diferença entre o consumo da unidade e a energia injetada na rede, tendo qualquer excedente ficará de crédito

a ser usado posteriormente por esta unidade, os excedentes têm prioridade de serem utilizados no mesmo período do próximo faturamento, e deverão respeitar a diferença entre as tarifas, importante destacar que:

“O excedente possui validade de 36 meses e podem ser passados para outras unidades consumidoras pertencentes ao mesmo titular, ou façam parte de um grupo em interesse comum e pré-cadastrado. Essas definições da Resolução 482/2012 foram atualizadas na Resolução 517/2012 e em seguida com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento; aumentar o público alvo; e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL. 2016, *online*).

Segue o quadro 3, com os grupos de consumidores.

Quadro 2 - Grupo de consumidores.

| | |
|---------|--|
| Grupo A | Alta Tensão (Indústrias e Empresas) – Demanda Contratada em kW |
| Grupo B | Ligação Monofásica ou Bifásica a 2 condutores – Equivalente a 30 kWh |
| Grupo C | Bifásica a 3 condutores – Equivalente a 50 kWh |
| Grupo D | Trifásica – Equivalente a 100 kWh |

Fonte – ANEEL (2016).

Nota-se que a Resolução 482/2012 definiu que seria cobrada uma taxa mínima, sendo esta igual ao custo de disponibilidade para o grupo A (alta tensão) e igual ao da demanda contratada para consumidores do Grupo B (baixa tensão), o que define que de acordo com sua concessionária e grupo que se classifica a taxa mínima por estar conectado à rede. (ANEEL, 2017).

Evidencia-se que, para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico) (ANEEL,2017).

4.3 Principais Inovações

Segundo as novas regras RN nº 687/2015, que começaram a valer em 1º de março de 2016, é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (3 MW para a fonte hídrica), conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2016).

“Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passou de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”. (ANEEL, 2016, *online*, grifos nosso).”

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores. A ANEEL criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados. (ANEEL,2016).

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a ANEEL criou regras que simplificam o processo:

“Foram instituídos formulários padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor e o prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro deste ano, os consumidores começaram a fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet. (ANEEL,2016, *online*).”

A agência reguladora oferece o boletim de Informações Gerenciais que tem um panorama do desenvolvimento das atividades em várias áreas da ANEEL em forma de tabelas para proporcionar o acesso rápido às informações resumidas em seu site e outros meios são dados consolidados sobre geração, transmissão, ouvidoria, fiscalização, compensação financeira, mercado de energia elétrica, entre outros temas (ANEEL.2016).

Sobre a Certificação e normatização, menciona-se que:

“No âmbito das certificações, o INMETRO publicou em 2011 a portaria nº 004 que define os “Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica”, aplicável para módulos, controladores de carga, inversores e baterias estacionárias de baixa intensidade de descarga. Foi estabelecido que a partir de julho de 2012 os sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica deverão ser comercializados, no mercado nacional, somente em conformidade com os Requisitos ora aprovados. Atualmente, são sete laboratórios, no entanto, apenas dois estão realizando ensaios em módulos. Com a demanda crescente e a necessidade da atualização anual dos ensaios para cada módulo, a certificação acaba sendo um gargalo para o setor fotovoltaico no Brasil. (ANEEL,2016, *online*, grifos nosso).”

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por sua vez, publicou recentemente quatro normas relacionadas ao tema (quadro 4), visando maior segurança e padronização das instalações (EPE, 2014).

Quadro 3 - Normas sobre segurança e padronização das instalações.

| | |
|-------------------------|---|
| ABNT NBR IEC 62116:2012 | Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica |
| ABNT NBR 16149:2013 | Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição |
| ABNT NBR 16150:2013 | Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimento de ensaio de conformidade; |
| ABNT NBR 16274:2014 | Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho |

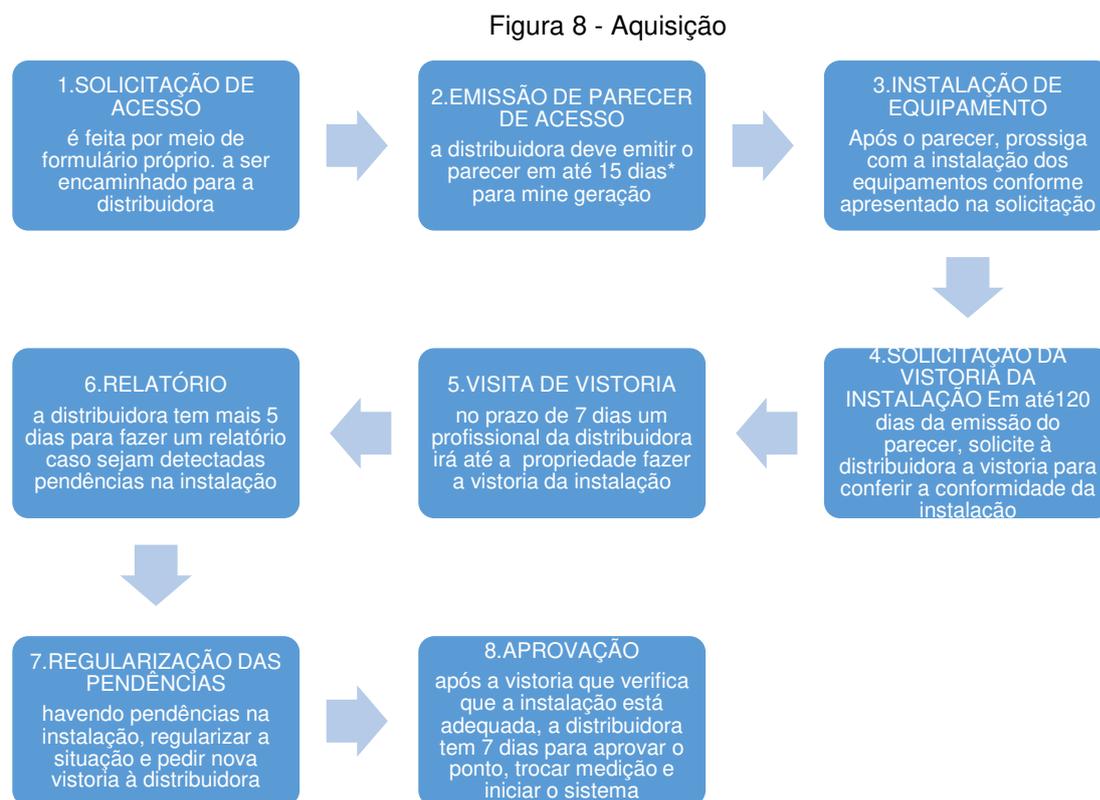
Fonte – EPE (2014)

4.4 A regulamentação dos créditos de energia solar

A RN482/12 da ANEEL estabelece as condições gerais para a conexão dos sistemas de energia solar fotovoltaica na rede de energia elétrica.

Tal resolução informa e estabelece as regras para este sistema de "compensação de energia" (o que se chamam de "créditos de energia" ou "lei de incentivo a energia solar"). É esta resolução que permite a "troca" de energia com a rede elétrica. (Segundo A Resolução Normativa 482 de 2012).

Abaixo a figura 9 que contém um diagrama explicando como iniciar a aquisição,



Fonte – ANEEL (2017)

Uma observação a ser feita, refere-se ao prazo que dobra se houver necessidades de obras na rede elétrica.

Para aderir ao sistema de compensação (créditos de energia) deve-se ser um "Consumidor Cativo" (Consumidores cativos são todos aqueles que compram a sua

energia diretamente da distribuidora. Em outras palavras, se o consumidor compra a sua energia diretamente da distribuidora o usuário pode instalar um sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede elétrica e se beneficiar do esquema de compensação de créditos criado pela ANEEL.

Compete ao consumidor a iniciativa de instalação de micro ou minigeração distribuída, a ANEEL não estabelece o custo dos geradores e tampouco eventuais condições de financiamento. Portanto, o consumidor deve analisar a relação custo/benefício para instalação dos geradores, com base em diversas variáveis: tipo da fonte de energia (painéis solares, turbinas eólicas, geradores a biomassa, etc), tecnologia dos equipamentos, porte da unidade consumidora e da central geradora, localização (rural ou urbana), valor da tarifa à qual a unidade consumidora está submetida, condições de pagamento/financiamento do projeto e existência de outras unidades consumidoras que possam usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL,2016).

Por fim, é importante ressaltar que, para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico). Já para os consumidores conectados em alta tensão (grupo A), a parcela de energia da fatura poderá ser zerada (caso a quantidade de energia injetada ao longo do mês seja maior ou igual à quantidade de energia consumida), sendo que a parcela da fatura correspondente à demanda contratada será faturada normalmente (ANEEL,2016)

4.5 Principais elementos na adesão ao sistema de compensação

Permanecem diversas informações importantes neste sistema de compensação que farão diferença quando conectar o sistema de energia solar fotovoltaica na rede elétrica.

Sobre a Isenção de imposto, relata-se que em 2015 o CONFAZ (Conselho Nacional da Política Fazendária - Ministério da Fazenda), revogou o Convênio que orientava a tributação da energia injetada na rede. Desta forma,

“Cada estado passou a decidir se tributa ou não a energia solar que é injetada na rede da distribuidora e o governo federal, isentou o PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) a energia solar injetada na rede através da Lei nº 13.169. Estados que já isentaram SFCCR do ICMS (imposto sobre circulação de mercadoria e serviços), Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo, Tocantins. (PORTALSOLAR, 2017).”

A Compensação de créditos por posto horário diz o seguinte,

“Se é um grande consumidor de energia elétrica, provavelmente paga a energia consumida por "posto horário" ("tarifa de pico" e "fora de pico"). Ou seja, paga mais para consumir energia no horário de pico. Neste caso, os "créditos de energia" são compensados nesse método simples: Se o usuário paga 5 vezes mais pela energia consumida no horário de pico, o consumidor precisa gerar 5 vezes mais créditos fora de pico. Sendo assim, ele produz no horário fora de pico a quantidade de vezes a mais que a concessionária local define na cobrança o uso no horário de pico (PORTALSOLAR, 2017).”

Pode-se exemplificar da seguinte forma, com uma tarifa fora de pico R\$ 0,2 / kWh e outra em horário de pico 5 vezes maior = R\$ 1 / kWh, para compensar 100 kWh consumidos no horário de pico o consumidor necessita gerar 500kWh no horário fora de pico. Podendo também negociar com a concessionária tarifa única diária, sem taxa extra horário pico no momento da instalação do sistema (ANEEL.2016).

Sobre o crédito de energia,

“Caso a energia injetada na rede seja superior à consumida, cria-se um “crédito de energia” que não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser utilizado para abater o consumo da unidade consumidora nos meses subsequentes ou em outras unidades de mesma titularidade (desde que todas as unidades estejam na mesma área de concessão), com validade de 60 meses (PORTALSOLAR, 2017).”

Um exemplo sobre o crédito de energia refere-se à microgeração por fonte solar fotovoltaica: durante o dia ocorre excedente em forma de “sobra” da energia gerada pela central é passada para a rede; à noite nota-se a devolução da energia à rede para a unidade consumidora, visando suprir necessidades adicionais. Portanto, a rede funciona como uma bateria, armazenando o excedente até o

momento em que a unidade consumidora necessite de energia proveniente da distribuidora (ANEEL. 2016).

Em casos de consumidores GRUPO A ou no caso de grandes consumidores de energia como indústrias (não aplicado ao GRUPO B e a maioria dos comércios), a resolução 482/12 da ANEEL estabelece que o sistema de energia solar fotovoltaica não pode ter uma potência maior que a demanda contratada. Ou seja, se o consumidor for uma indústria e possui demanda de 800kW o seu gerador de energia solar não pode ser maior que 800kWp (ANEEL,2016).

Ainda sobre o sistema de compensação faz-se necessário compreender que os montantes de energia produzida em excesso e injetada, que não forem compensados no local produzido, poderão ser utilizados para compensar o consumo de outros locais desde que cadastrados para esse fim e atendidos pela mesma distribuidora de energia, cujo titular seja o mesmo, tanto para pessoas e para empresas. Desta forma, o consumidor deverá definir a ordem de prioridade das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica, sendo a primeira é onde está instalado o sistema de geração (PORTAL SOLAR, 2017).

Sobre a Medição de energia, importante mencionar sobre o novo relógio de luz, cujos

“Custos referentes a instalação do novo relógio de luz (Relógio bidirecional que mede o que consumiu da rede), necessário para o esquema de compensação de energia, são de responsabilidades do interessado –consumidor. Após a adequação do sistema de medição, a distribuidora será responsável pela sua operação e manutenção incluindo os custos de eventual substituição ou adequação (PORTAL SOLAR, 2017, *online*).”

Com a geração compartilhada de energia solar é possível fazer a transferência dos créditos excedentes entre propriedades onde a conta de luz está sobre o mesmo CPF/CNPJ diferentes, desde que firmado em contrato (PORTAL SOLAR, 2017).

Desta forma o cliente pode transferir os créditos de energia de uma propriedade sua ou, fazer isso através de cooperativas e consórcios de pessoas ou empresas sendo possível o consumidor juntar um grupo de empresas ou amigos construir um gerador de energia solar e dividir esta produção de energia. Sendo que

todos envolvidos estejam dentro da mesma área de cobertura da distribuidora de energia. (PORTAL SOLAR, 2017).

A geração de energia solar em condomínios funciona podendo gerar energia solar no condomínio e repartir sua energia gerada entre os condôminos. A geração pode tanto ser usada nas áreas comuns como pode ser compartilhada entre todas as contas de luz dos condôminos, em caso de prédios é fundamental que se tenha área de cobertura suficiente, de fácil acesso e com muito sol o dia todo. Para um prédio o ideal é que se tenha no mínimo 200m² de área disponível para as placas (PORTAL SOLAR, 2017).

Autoconsumo remoto é para aqueles que não possuem locais com espaço ou sol suficiente produzirem a sua energia. Em muitos casos escritórios, comércios, apartamentos, loja e indústrias não possuem espaço para instalar energia solar, ou mesmo não são proprietários dos imóveis que estão ocupando e não podem fazer esta instalação.

Na modalidade de autoconsumo remoto é possível o titular utilizar um terreno de seu pertence para construir um sistema fotovoltaico e usar a produção de energia dele para abater na conta de luz de outras propriedades do titular na cidade, assim o usuário pode produzir energia em uma área rural e reduzir sua conta de luz, caso as propriedades estejam sobre regime e área da mesma distribuidora (ANEEL, 2016).

5 INSERÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A geração fotovoltaica que ocorre no Brasil, foi criada pelo PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios), nesse programa nota-se que todo cidadão Brasileiro deve ter acesso à energia elétrica, em seu território (UIRÊ, 2012).

Como resultado,

“[...] foram construídos milhares de quilômetros de rede, mais de 1 milhão e meio de conexões e foram instalados milhares de sistemas fotovoltaicos conectados a baterias para o abastecimento de moradores de áreas onde a conexão com a rede representa custos demasiados ou acessos inimagináveis. O programa permitiu também a realização de diversos estudos sobre o uso do sistema fotovoltaicos em solo Brasileiro, um começo no marco dos levantamentos de dados pela forma da inserção entre 1994, o Brasil acumulou experiências no uso de sistemas fotovoltaicos, porém se restringia à geração para cargas isoladas e não para SFCR. Outro aspecto negativo é que no ato da compra dos componentes dos sistemas usados, foram realizados leilões internacionais, uma vez que o Brasil não possuía indústria neste setor, havendo somente empresas que realizem a montagem de painéis a partir de células importadas. Esta dependência da tecnologia importada nos tornou cativos dos países que controlam os processos de fabricação dos componentes do SFCR. Como resultado desde atraso industrial, de legislações e normas, pagamos altos valores pela obtenção de uma tecnologia já consolidada nos países produtores. Situação característica da inserção de novas tecnologias em países em desenvolvimento (UIRÊ, 2012, p. 36).”

Segundo Ferreira (1993), um dos problemas em relação a energia fotovoltaica, que o país enfrenta refere-se à diferença cultural e intelectual presente entre as pessoas de baixa renda e da classe alta, resultando que o que para uns é uma realidade possível e viável, representa para outros uma tecnologia presente somente na ficção científica. Deste modo, fica muito mais difícil para que o planejamento, feito por intelectuais, seja posto em prática eficientemente, atividade concretizada geralmente pelas classes mais baixas.

“De acordo com as publicações feitas pelo Ministério de Minas e Energia, após o período de 1994 e em 2012 a EPE - publicou a nota técnica intitulada “Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira”, contemplando as principais aplicações da energia solar para geração de eletricidade no Brasil, dando especial enfoque aos SFCR. Os estudos mostraram que a inserção fotovoltaica estaria mais próxima de se realizar

naturalmente via GD, no setor residencial e comercial, dada a iminência da ocorrência da paridade tarifária, ou seja, a equiparação do custo da energia gerada por um SFCR e as tarifas praticadas pelas distribuidoras. Concomitantemente, em 2012, a Agência nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa nº 482, posteriormente alterada pela Resolução Normativa nº 517, estabelecendo as condições gerais para micro e mini geração distribuída no país, assim como o sistema de compensação de energia elétrica como o *net metering* (BRASIL, 2014)."

E em comparação a outros países que possuem a liderança em relação à capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica urbana, o Brasil possui "enorme potencial, por possuir maior incidência solar e por suas tarifas de energia elétrica estar em patamares parecidos". No entanto, O Ministério de Minas e Energia alega

"[...] o sistema de *net metering*, adotado no Brasil, não oferece a mesma atratividade proporcionada por outros mecanismos empregados inicialmente nos outros países, de forma que sua inserção recaia sobre a capacidade da própria fonte se viabilizar economicamente, se refletindo num prazo maior para a popularização e do uso da energia. (BRASIL, 2014, p. 56)."

A melhor forma para lidar com o desafio da inserção desde 1994 é o desenvolvimento cultural da população, levando-a não só a compreender a importância desta nova tecnologia, criar indústrias nacionais de placas fotovoltaicos, centro de pesquisas e publicidade, mas também a aceitá-la como acessível e economicamente lucrativa. Para isso, é necessário que haja uma forte iniciativa financeira de origem governamental, subsidiando a entrada da tecnologia em todas as camadas sociais do Brasil e oferecendo cursos para capacitar novos técnicos e engenheiros neste setor que o resto do mundo se encontra muito à frente (FERREIRA, 1993).

5.1 Indústria de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) no Brasil

A ANEEL em agosto de 2011, criou a chamada pública Nº.013/2011 que versava sobre Arranjos técnicos e comerciais para a inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira. Várias empresas 'compraram' a ideia,

inclusive concessionárias, que devem investir uma fração de suas receitas operacionais líquidas em P&D (UIRÊ, 2012).

Neste sentido, é importante destacar que,

“A ANEEL tem como objetivos desenvolver toda a cadeia produtiva solar fotovoltaica, incentivando assim o surgimento de um conjunto de empresas nacionais que atuem em todo o processo de fabricação dos elementos necessários para que se gere energia a partir do Sol, e se possa injetá-la à rede, seja no nível de distribuição, seja de transmissão. (UIRÊ, 2012, p. 25).”

Pretende-se ainda, capacitar mão de obra suficiente para que haja pessoal habilitado a instalar, operar e realizar a manutenção necessária para estes equipamentos. Busca-se ainda realizar ajustes na regulamentação e nos encargos tributários aplicados, para que juntamente com as melhorias nos processos industriais, resultem na queda dos preços do watt-hora (UIRÊ, 2012).

Dentre os objetivos buscados pela ANEEL na chamada 013/2011, o desenvolvimento de uma indústria nacional capaz de produzir painéis fotovoltaicos a custos competitivos com os das grandes empresas multinacionais do ramo é, inquestionavelmente, o mais complexo de ser concretizado. Essa dificuldade vem do fato de que a produção de painéis fotovoltaicos é realizada por atores globais, com produção e conhecimento suficiente para aperfeiçoar seus processos e se manterem competitivos no mundo todo, com atenção especial para as empresas chinesas, que usufruem do benefício de um sistema extremamente barato de produção industrial característico da China (UIRÊ, 2012).

No caso dos inversores, no Brasil há uma indústria capaz de produzi-los de forma satisfatória para atender a demanda nacional, sendo necessária somente a ampliação das fábricas, o que aconteceria naturalmente com o desenvolvimento do mercado de painéis fotovoltaicos, sendo, provavelmente, estímulos tributários suficientes para apoiar o setor. É importante ressaltar que os componentes de origem asiática são mais baratos que os produzidos internamente, e que a indústria nacional só se torna competitiva em projetos locais, uma vez que possui conhecimento e mão de obra qualificada disponível para realizar projetos internos (UIRÊ, 2012).

Os demais elementos necessários para o sistema como cabos, fios, proteção, antenas, estrutura e chicotes elétricos são fabricados no Brasil e podem ser supridos

por esta indústria sem grandes dificuldades, mesmo sendo necessárias adaptações para alguns destes elementos (UIRÊ, 2012).

O que se pode constatar de acordo com o exposto acima é que os serviços e a mão de obra qualificada para trabalhar com a produção e instalação dos SFCR ainda é um problema a ser amenizado e combatido, uma vez que o país trabalha quase que exclusivamente com a importação de componentes e a integração destes na rede (UIRÊ, 2012).

5.2 Sistema fotovoltaico conectados à rede

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede - SFCR, são divididos em dois tipos, como demonstra o quadro 2:

Quadro 4 - Tipos de SFCR.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Grandes centrais fotovoltaicas | são geralmente propriedade das distribuidoras e funcionam como um suporte ao sistema de distribuição para o aumento da estabilidade do sistema ou como uma alternativa de geração centralizada aos combustíveis fósseis e nucleares |
| Pequenas unidades de geração | instaladas diretamente no consumidor final, conhecidas como Edificações Solares Conectadas à Rede, ou EFCR |

Fonte – Rodríguez (2002).

Os SFCR (chamados de *ON GRID*, *Grid Tie* ou *Smart Grid*) - são conectados à rede, trabalhando ao mesmo tempo com a rede elétrica da distribuidora de energia, basicamente esses sistemas possuem painéis fotovoltaicos produzindo energia elétrica em CC (Corrente Contínua), inversor solar fotovoltaico convertendo a energia elétrica CC em CA (corrente alternada) para consumo e relógio bidirecional que conecta com a rede.

A Figura 13, a seguir, apresenta o Sistema fotovoltaico conectado à rede.

Figura 9 - SFCR.



Fonte: Portal Solar (2017).

6 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

No caso do efeito fotovoltaico, a energia solar incide sobre materiais semicondutores, sendo processada diretamente em corrente contínua. E para transformar a corrente, que se encontra em estado contínuo para corrente alternada, são usados aparelhos chamados inversores.

Os painéis fotovoltaicos são formados por um conjunto de células fotovoltaicas e podem ser interconectados de forma a permitir a montagem de arranjos modulares que, em conjunto, podem aumentar a capacidade de geração de energia elétrica (RODRIGUEZ, 2002).

Importante mencionar que aproximadamente 80% das células fotovoltaicas são fabricadas a partir do silício cristalino e 20% utilizam filmes finos. Por sua vez, o silício cristalino é obtido a partir do quartzo, que deve ser purificado até o grau solar, que exige quase 100% (99,9%) de pureza (BRASIL, 2014).

Dentro desse contexto, tem-se no país jazidas de quartzo de alta pureza, mas ainda não desenvolveu a tecnologia necessária para obter silício com grau solar (BRASIL, 2014).

6.1 Tecnologias Disponíveis

Em termos de aplicações terrestres, de acordo com os vários semicondutores disponíveis e usados na elaboração de células solares fotovoltaicas, ressaltam-se por maturidade e utilização: o silício cristalino c-Si, o silício amorfo hidrogenado a-Si:H, ou simplesmente, a-Si. Importante destacar que o silício é o segundo elemento mais abundante na superfície de nosso planeta (mais de 25 % da crosta terrestre é formada por silício) (RÜTHER, 2004).

“A tecnologia fotovoltaica baseada no c-Si é a mais tradicional que faz uso de lâminas cristalinas (diâmetro 10cm) relativamente espessas (espessura 300 - 400 μ m), o que representa uma maior limitação em termos de redução de custos de produção. Todas as outras tecnologias estão baseadas em películas delgadas (filmes finos, com espessura da ordem de 1 μ m) de material ativo semiconductor, e é neste aspecto que reside o grande potencial de redução de custos que estas tecnologias detêm (BITTENCOURT, 2011, p.19).”

Segundo R  ther (2004), os filmes finos para aplica  es fotovoltaicas são criados visando a gera  o de potência elétrica com o benefício do custo de produ  o reduzido, devido às baixas quantidades de material necessário, pelas quantidades reduzidas de energia envolvidas em sua produ  o e pelo grau elevado de automa  o dos processos de produ  o (grande capacidade de produ  o) e em contrapartida possui reduzido custo de aplicabilidade.

Ainda conforme R  ther (2004), pelo fato da luz solar conter relativamente pouca energia em rela  o a outras fontes energéticas, painéis solares fotovoltaicos têm de ter um baixo custo para poder produzir energia elétrica a preços competitivos.

A eficiência do processo de fotossíntese fonte de vida, segundo R  ther (2004),    da ordem de 0.2% em média. Em termos de eficiência de conversão fotovoltaica,

“A tecnologia do c-Si   , entre as tecnologias utilizadas em aplica  es terrestres para gerar potência elétrica, a que apresenta a maior eficiência, ao redor de 15% para painéis disponíveis no mercado. As tecnologias de filmes finos, por serem inerentemente menos eficientes e também por estarem ainda na infância de seu desenvolvimento, apresentam, na atualidade, um rendimento ao redor de 8% para painéis comerciais, o que significa que se necessita de aproximadamente o dobro da área em painéis solares de filmes finos para obter a mesma energia fornecida pelos painéis de c-Si. Apesar de que painéis solares de filmes finos têm já hoje um preço menor por Wp (ou seja, \$/potência, ou \$/energia) que os de c-Si, a área ocupada para uma determinada potência instalada deve ser levada em considera  o na análise econ  mica quando da op  o por uma ou outra tecnologia fotovoltaica. As principais características de cada uma destas tecnologias serão abordadas a seguir (RÜTHER, 2004, p. 56).”

Destaca-se que as células fotovoltaicas são produzidas por silício (Si). E segundo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - CEPEL e Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB (2014), a primeira gera  o de células fotovoltaicas    formada por silício cristalino (c-Si) e são subdivididas em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), num total de

85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança.

Segundo o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos IEEE (2014), as células conhecidas como 'segunda geração' são os filmes finos, dividido em três cadeias:

- a) silício amorfo (a-Si),
- b) disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e
- c) telureto de cádmio (CdTe),

Em processo de pesquisa tem-se as de terceira geração e as células orgânicas ou poliméricas.

Observam-se na Figura 10, os diferentes tipos de células fotovoltaicas mais comuns encontradas no mercado.

Figura 10 - Células fotovoltaicas mais comuns.



Fonte - Handbook for solar PV systems (2013).

6.2 Silício Monocristalino (m-Si)

Nos módulos fotovoltaicos, as células constituintes de silício monocristalino, a tecnologia necessária para a sua fabricação é um processo muito complexo. A fabricação da célula de silício começa com extração do cristal de dióxido de silício (CRESESB, 2006).

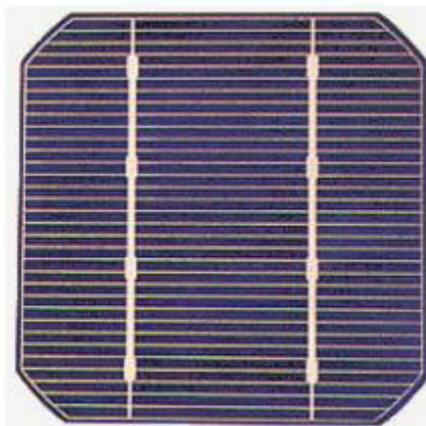
Segundo Ruther (2004, p. 26),

“[...] o monocristal é crescido a partir de um banho de silício fundido a alta pureza ($\text{Si} = 99,99$ a $99,9999\%$) em reatores sob atmosfera controlada e com velocidades de crescimento do cristal extremamente lentas (da ordem de cm/hora). Após sofrer uma dopagem do tipo P, é extraído do material fundido um cilindro com cerca de 10 cm de diâmetro de Si monocristalino, que é cortado em fatias finas de cerca de $300 \mu\text{m}$ de espessura. ”

Segundo Carvalho e Jucá (2013), esse processo, também chamado de “processo Czochralski”, é o mais utilizado para chegar a especificações desejadas. Nele, as fatias sofrem um acabamento e, em seguida, são dopados por uma impureza do tipo N via difusão controlada. Estando a junção ‘P- N’ já formada, são adicionados os contatos de metal nos lados P e N. A última etapa refere-se à aplicação de uma camada de material antirrefletivo na parte frontal da célula solar.

Segue figura 11, que demonstra Células fotovoltaica monocristalino.

Figura 11 - Células fotovoltaica monocristalino .



Fonte - CRESEB (2006)

6.3 Silício Policristalino (p-Si)

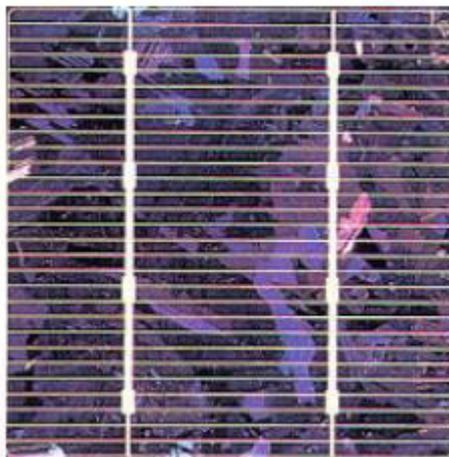
As células de silício policristalino possuem um custo melhor que as células monocristalino, uma vez que elas possuem um processo de preparação das células mais simplificado (CARVALHO e JUCÀ, 2013).

Tais células são produzidas a partir de blocos de silício obtidos por fusão de fragmentos de silício puro em moldes especiais. Uma vez em forma de moldes, o Si arrefece e solidifica-se, o que resulta em um bloco com grande quantidade de grãos ou cristais, no contorno dos quais se concentram os defeitos que tornam este material menos eficiente do que o m-Si em termos de conversão fotovoltaica (RUTHER, 2004).

Na etapa final, os blocos formados são recortados em fatias finas. A eficiência cai um pouco em relação ao silício monocristalino, cerca de 13 %, e como dito anteriormente, possui o benefício do curso reduzido (CRESESB, 2006). E de acordo com Leite (2012), as células policristalino tem como desvantagem a perda elevada de eficiência quando exposta a radiação difusa e temperaturas elevadas.

Para melhor compreensão, segue figura 12, com Células fotovoltaica Policristalino.

Figura 12 - Células fotovoltaica Policristalino.



Fonte - CRESEB (2006)

6.4 Usina Solar

Conforme mencionado anteriormente, a energia solar é uma fonte de energia limpa e com potencial a ser explorado no Brasil até maior do que em países que atualmente são líderes no uso dessa fonte de energia

Para um melhor entendimento da energia solar, faz-se necessário compreender o conceito de usina solar, que também é chamada de parque solar.

A usina solar é um sistema fotovoltaico – sistema FV - porém de grande porte. Esse sistema, tem a missão de produzir e vender energia elétrica. E é importante mencionar que as usinas de energia solares se diferem dos sistemas fotovoltaicos implantados em casas e indústrias, já que elas oferecem energia em alta tensão para fins de distribuição e não para o autoconsumo (PORTAL SOLAR, s.d).

A produção de energia da usina de energia solar vem dos painéis fotovoltaicos (vide figura 14), que convertem a energia do sol em energia elétrica para ser vendida à rede.

Figura 13 - Usinas de energia solar



Fonte - <https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>

Como demonstra a figura 14, as usinas de energia solar são construídas e fixadas ao solo. Elas podem ser fixas, mas também podem ser construídas com os

chamados “*trackers*”, que são os seguidores solares que acompanham o movimento do sol. E vale considerar que mesmo que as usinas montadas em sistema de rastreamento aumentem a produção de energia elétrica, seus custos de operação e manutenção da usina solar também aumentam (BRASIL, 2014). Logo sua utilização necessita ocorrer mediante análise criteriosa, uma vez que nem sempre o custo benefício é vantajoso.

As usinas de energia solar se diferenciam dos sistemas fotovoltaicos instalados em casas e indústrias, uma vez que esses sistemas ofertam e fornecem energia em alta tensão para fins de distribuição e não para o autoconsumo (PORTAL SOLAR, s.d).

6.4.1 Funcionamento de uma usina solar

Os painéis solares produzem energia elétrica em corrente contínua, portanto, eles precisam de um inversor solar para converter esta energia em corrente alternada, que é a usada e consumida nas residências ou empresas (PORTAL SOLAR, s.d).

Os inversores distribuem a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos em até 380Volts. A transmissão de energia nas linhas de alta tensão requer uma tensão superior, portanto utilizam-se transformadores para elevar a tensão para 13.800Volts, 69.000Volts, 138.000Volts e até acima de 230.000Volts (BRASIL, 2014).

Figura 14 - Transmissão Energia - Usina Solar.



Fonte - Fonte - <https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>
Acessado em 29/10/2018

A eletricidade gerada com as usinas usina de energia solar é então transmitida pelas redes de transmissão de energia e distribuída pelas distribuidoras de energia para o uso em sua casa ou empresa.

Quando se fala do benefício desse sistema, considera-se que as usinas de energia solar produzem energia limpa e renovável a partir da luz do sol. Embora o seu investimento inicial seja alto a manutenção é baixíssima, a vida útil é muito longa (mais de 30 anos) e o sol não custa nada (PORTAL SOLAR, s.d).

O que pode constatar é que se o governo estivesse investindo nesta fonte de energia, usina solar, desde o ano de 2001, ano que ocorreu a primeira grave crise de energia, chamada popularmente de apagão, hoje as contas de energia não sofreriam tantas alterações devido à falta de chuva e o uso desenfreado das poluentes e caras usinas termoeletricas (PORTAL SOLAR, s.d).

7 ESTRATÉGIAS PARA A INSERÇÃO DA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

No Brasil, essa indústria começou extremamente tímida, sendo a demanda de todo o nosso país menor do que algumas regiões da Alemanha, que possuem uma incidência solar consideravelmente inferior às encontradas em qualquer local do nosso país. Estima-se que a nossa demanda não tenha sido superior a 7 MWp em 2011, enquanto regiões alemãs já possuem mais de 25.000 MWp instalados (PORTAL SOLAR, 2017). No entanto, a utilização dessa tecnologia cresceu exponencialmente e em 2017 já observamos uma potência instalada de 102 MWp e a estimativa é de que 2018 encerre com 215 MWp.

Este crescimento do mercado fotovoltaico, presente não só na Alemanha, mostra a importância estratégica que este setor vem ganhando nos últimos anos, e a possibilidade de tomar parte deste mercado global está sendo aproveitada pelas principais economias, sendo imperativo que o Brasil comece a tomar medidas mais explícitas para se tornar também, um agente global (UIRÊ, 2012).

São claros os motivos pelos quais o governo brasileiro ainda não havia buscado desenvolver este mercado, uma vez que o Brasil sempre possuiu uma matriz energética limpa, tendo como principal fonte de energia a hidroelétrica e que a geração de energia por meio da conversão fotovoltaica vinha se mostrando uma forma extremamente custosa de se obter energia (UIRÊ, 2012).

Na última década, porém, esta fonte de energia mostrou uma curva de aprendizado muito estimulante, com uma redução dos seus custos a ponto de se tornar não somente tecnicamente viável, mas também uma alternativa competitiva de geração. O aumento da eficiência da tecnologia fotovoltaica, os baixos custos, a curva de aprendizado positiva e a alta incidência solar não são os únicos fatores que ditam que o Brasil deveria investir neste mercado. A sua importância estratégica, a possibilidade de desenvolver um mercado de destaque global e a grande disponibilidade da matéria prima necessária para esta indústria que é encontrada no Brasil são outros fatores que mostram que o país não só deve agir diretamente para o desenvolvimento do mercado, mas que já está atrasado em fazê-lo (UIRÊ, 2012).

Características deste mercado no nosso país, como o baixo conhecimento desta tecnologia de geração e a ínfima magnitude da demanda e potencial

instalados, mostram que as forças de mercado brasileiras são muito pequenas, e se forem deixadas como únicos responsáveis pelo desenvolvimento deste mercado, resultarão na perda do *timing* de entrada neste mercado estratégico, tornando o país cativo tecnológico de futuros detentores desta tecnologia. (UIRÊ, 2012).

A participação neste mercado vai além de desenvolver uma indústria nacional em um ramo estratégico, a criação de empregos qualificados, melhora do saldo comercial e arrecadação de capital por meio de impostos e tributos. Desenvolver este mercado seria fortalecer uma indústria diretamente relacionada com a de semicondutores e eletrônica, que representa um mercado em que o Brasil é historicamente um cativo e possui uma balança comercial crescentemente deficitária. (UIRÊ, 2012).

Para que a tecnologia fotovoltaica passe a ser produzida e consumida no Brasil, é necessário que se façam esforços em duas frentes: a da demanda, que com seu aumento por si só já fortalecerá o setor internamente e a da cadeia produtiva, onde o governo deve apoiar para que se crie tanto a pesquisa, quanto a produção desta tecnologia nos tornando independentes do resto do mundo (FERREIRA, 1993).

8 CONCLUSÃO

Os dimensionamentos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede crescem atualmente no mundo todo, abrangendo áreas rurais e urbanas. Dentro desse contexto, nota-se que a geração de energia solar, em contrapartida ainda é pouco explorada, uma vez que o Brasil sempre possuiu uma matriz energética limpa, tendo como principal fonte de energia a hidroelétrica e que a geração de energia por meio da conversão fotovoltaica vinha se mostrando uma forma extremamente custosa de se obter energia.

Quando se compara o Brasil com outros países e muitos sendo europeus com suas localizações geográficas e fatores climas, reflete-se o motivo pelo qual o país deixa a desejar nos investimentos em energia solar, desta forma é nítido que ainda existe muito a explorar essa matriz energética, muito espaço onde se aproveitar para produzir, desde uma gestão de economia nas residências, bem como em galpões com seus telhados com placas para aproveitamento solar.

Sobre as usinas de energia solar, evidencia-se que elas são fáceis e rápidas de serem construídas, uma vez que seus painéis são adquiridos prontos, sendo necessário apenas conectar uns aos outros. Desta forma, as estruturas de fixação são pré-fabricadas e os inversores específicos para as usinas de energia solar já vêm prontos dentro de containers, basta colocar eles no lugar correto e fazer a configuração. Ou seja, muito mais fácil que construir uma usina hidrelétrica ou um parque eólico.

A pesquisa evidenciou que as usinas de energia solar se diferenciam dos sistemas fotovoltaicos instalados em casas e indústrias, uma vez que esses sistemas ofertam e fornecem energia em alta tensão para fins de distribuição e não para o autoconsumo.

É importante mencionar que o principal benefício da energia solar não é construir grandes usinas, mas sim instalar sistemas fotovoltaicos para a autoprodução de energia, evidenciando que, são inegáveis as vantagens da energia solar, uma vez que a radiação solar como fonte primária de energia tem um papel de destaque na transformação de economias baseadas em combustíveis fósseis em economias de baixo carbono, o que é imprescindível para amenizar os efeitos

adversos das mudanças climáticas e atender aos compromissos das nações e inclusive do Brasil estabelecidos em Acordos Internacionais, como por exemplo o de Paris².

Sobre a problemática lançada, considera-se que, diante de toda vulnerabilidade e possibilidade de crise enfrentada no setor de energia, é minimizada com todas as vantagens e benefícios que a energia solar oferece, fato que a torna eficaz possibilidade capaz de evitar um colapso total na matriz energética Brasileira.

Em linhas gerais, considera-se que o pesquisador conseguiu alcançar ao objetivo geral do estudo, pois analisou a energia solar fotovoltaica e suas contribuições para amenizar a situação conflitante em relação à crise energética enfrentada no país

² Acordo de Paris é um tratado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, que rege medidas de redução de emissão dióxido de carbono a partir de 2020. O acordo foi negociado durante a COP-21, em Paris e foi aprovado em 12 de dezembro de 2015.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. E. N.; SUEHARA, B. B.; GONÇALVES, J. S.; CASTILHO, R. M. (2013). *Projeto de Sistema Fotovoltaico*. 37 p. EEN, UnB, Gama, DF.
- BRAGA, R. P. (2008). *Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações*. Monografia para Graduação. 80 p. DEE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005. 243 p. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acessado em 17 de novembro de 2018
- BARBOSA, E.; Silva, D.; Melo, R. *Sistema fotovoltaico conectados à rede com baterias: sistema UFPE-Brasil*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, v.11, 2007.
- _____, Empresa de Pesquisa Energética. *Balço Energético Nacional 2016: Ano base 2015*. EPE, Rio de Janeiro: 2016. 292p. Disponível em: epe.gov.br/, acessado em 17 de outubro de 2018
- _____, Ministério de Minas e Energia. *Programa de desenvolvimento da geração distribuída de energia elétrica*. 2015. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>, acessado em 20 de outubro de 2018
- _____, Ministério Público Federal. *Porque Precisamos de Energias Renováveis?*. 2014. Disponível em: <http://senta.la/1ns8u>. Acesso em: 11/11/2018.
- _____, *Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2012. Disponível em: [<http://www.aneel.gov.br/>], acessado em 07 de novembro de 2018
- _____, *Resolução Normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2012. Disponível em: [<http://www.aneel.gov.br/>], acessado em 15 de novembro de 2018.
- _____, *Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2012. Disponível em: [<http://www.aneel.gov.br/>], acessado em 15 de novembro de 2018.
- CALDEIRA, João Paulo. *Crise energética é problema climático ou falta de investimento?* 2015. Disponível EM: <https://jornalggn.com.br/noticia/crise-energetica-e-problema-climatico-ou-falta-de-investimento>. 11/11/2018.
- COLLE, S. ; Pereira, E.B. *Atlas de Irradiação ao Solar do Brasil (Primeira Versão para Irradiação Global Derivada de Satélite e Validada na Superfície)* (Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília, 1998), 58 pp.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA. *Requisitos para a conexão de consumidores ao sistema de distribuição CEB-D – Conexão em baixa e média tensão*. NTD-6.09. Brasília, 2016, 38 p.

CRESESB. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/>, acessado em: 20 de outubro de 2018.

EPE. Empresa de Pesquisa energética. *Anuário estatístico de energia elétrica 2013*. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: [epe.gov.br/], acessado em 17 de outubro de 2018

_____. Empresa de Pesquisa energética. *Balanco Energético Nacional 2012*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [epe.gov.br/], acessado em 17 de outubro de 2018

_____. Empresa de Pesquisa energética. *Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos 2014*. Rio de Janeiro, 2014.

FIGUEIRA, F. A. (2014). *Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede para Alimentar a Sala de Computação da Escola Municipal Tenente Antônio João*. 63 p. Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

FERREIRA, M. J. G . *Inserção da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

HADDAD, J. *Energia Elétrica: Conceitos, Qualidade e Tarifação: guia básico*. ELETROBRÁS et al. Brasília: IEL/NC, 2008. 127 p.

IPCC—Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. *IPCC—Capítulo 10: Emissões da Pecuária e do Manejo de Dejetos*. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>. Acesso em: 11/11/2018.

JANNUZZI, Gilberto de Martino (coord). *Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede elétrica no Brasil: Panorama Da Atual Legislação*. Campinas-SP: International Energy initiative para a America Latina (IEI-LA) e Universidade Estadual De Campinas(UNICAMP),2009.

LEITE, Ana Carolina Gomes Moreira. *A Sustentabilidade Empresarial, Social e as Fontes de Energia*. PUC. São Paulo, 2013.

LUNA, Mozart. *Começa com crise no setor energético. País precisa investir em geração alternativa de energia*. 2018. Disponível em: <https://www.7segundos.com.br/blogs/mozart-luna/101714/2018-comeca-com-crise-no-setor-energetico.html>. 11/11/2018.

MACÊDO, W. N. (2006). *Análise do fator de dimensionamento do inversor fotovoltaico aplicado a sistemas fotovoltaicos conectados à rede*. Tese para Doutorado. 201 p. EP/FEA/IEE/IF, USP, São Paulo, SP.

MARGULIS, Sérgio. *Crise anunciada: Matriz energética brasileira não prevê possível mudança no ciclo hidrológico*. Entrevista especial com Sergio Margulis. 2015. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/541523- crise-anunciada-matriz-energetica-brasileira-nao-preve-possivel-mudanca-no-ciclo-hidrologico-entrevista-especial-com-sergio-margulis>. Acesso em: 11/11/2018.

MATAVELLI, A. C. *Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas*. 34 p. EEL, USP, Lorena, SP, 2013.

NAKABAYASHI, R. *Microgeração fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica*. 2016. 58 p. IEE-LSF, USP, São Paulo, SP.

NOAA. Dimensões magnéticas Disponível em [<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web#declination>], acessado em 20 de maio de 2018.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. CEP/EL/CRESEB. Rio de Janeiro, 2014. 530 p.

PORTAL SOLAR. *Inversor Solar*. 2017. Disponível em [<http://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>], acessado em: 25 de maio de 2018.

PORTAL SOLAR, *Usina Solar*. Sem data de publicação. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>. Acesso em 01/12/2018.

PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - Módulo 3: Acesso ao Sistema de Distribuição - Seção 3.7: Acesso de micro e minigeração distribuída (Revisão 5 - 14/12/2012). Brasília - DF, 2012

RIBEIRO, C. H. M. *Implantação de um sistema de geração fotovoltaica..* CECAU, UFOP, Ouro Preto, MG, 2012.

RUTHER, R. *Edifício solares fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil*. UFSC / LABSOLAR, Florianópolis, 2004.

SILVA, Rutelly Marques da. Energia solar no brasil: dos incentivos aos desafios. *Textos para Discussão*. Fevereiro/2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>. Acesso em: 01/12/2018.

SUNLAB. Dimensionamento solar fotovoltaico. Disponível em: www.sunlab.com.br, acessado em 20 de maio de 2018.

TAN, David; SENG, And Kian. *Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems*. Singapore. p.20-29.

TIBA, C. (2000). *Atlas Solarimétrico do Brasil*. Recife, PE: Ed. Universitária da UFPE.

UCZAI, Pedro. *Energias Renováveis—Riqueza Sustentável ao Alcance da Sociedade*. Centro de Documentação e Informação—Câmara dos Deputados. Brasília, 2012.

VILLALVA, M.G. (2015). *Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e aplicações*. Saraiva, 2. ed. 224 p.

ANEXOS - APLICABILIDADE DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Os anexos a seguir são matérias de conteúdo jornalístico, a respeito do dimensionamento e devido a extensão e riqueza de material existente pela temática, não se aprofundou nos conteúdos a seguir, mas sugere-se que pesquisas futuras sejam realizadas, sobre os cases a seguir.

1 – PROJETO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM MINAS GERAIS

Figura 15 - Energia fotovoltaica em Minas Gerais.

19/06/2017 às 13h05

EDF assume projeto de energia solar fotovoltaica em Minas Gerais

Por Juliana Machado | Valor



SÃO PAULO - A francesa EDF Energies Nouvelle, líder mundial em energia renovável, anunciou ter comprado da fabricante de painéis solares Canadian Solar uma fatia de 80% no projeto fotovoltaico Pirapora II, localizado em Minas Gerais.

O projeto, de 115 megawatts, começará a ser construído na segunda metade de 2017 e deverá entrar em operação comercial em 2018. A Canadian Solar fornecerá os módulos solares para o empreendimento.

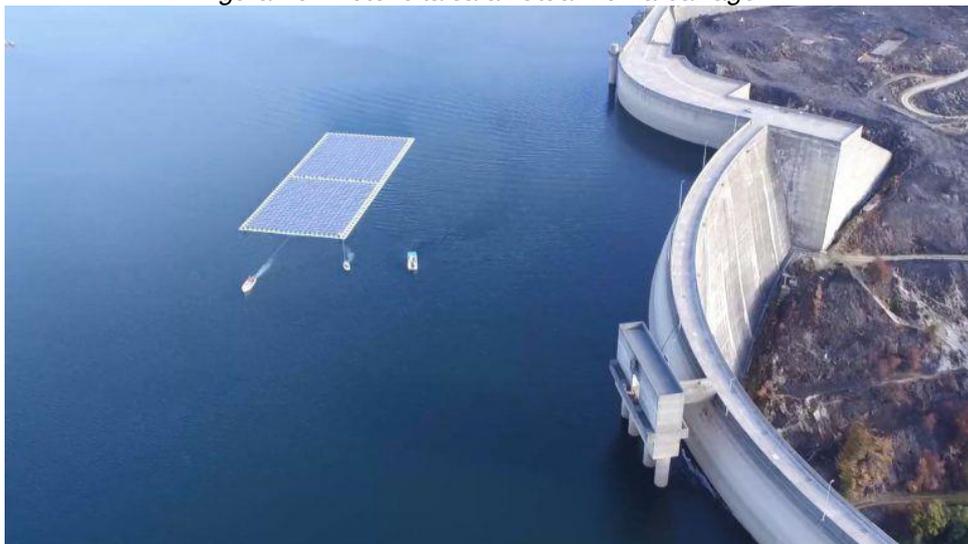
Em outubro do ano passado, a EDF havia adquirido da Canadian o projeto Pirapora I, de 191,5 megawatts, também localizado em Minas Gerais. Os dois empreendimentos formam juntos um dos maiores projetos de energia solar da América Latina.

Fonte - <http://www.valor.com.br/empresas/5009454/edf-assume-projeto-de-energia-solar-fotovoltaica-em-minas-gerais>

2 - PROJETO INOVADOR DA EDP JUNTA ÁGUA E SOL NA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Uma central fotovoltaica a flutuar numa barragem. Projeto inovador da EDP combina duas formas de energia renovável. Ainda é um piloto. Se resultar, os painéis solares podem chegar a mais albufeiras.

Figura 16 - Fotovoltaica a flutuar numa barragem



Fonte - <http://observador.pt/2017/07/05/renovaveis-projeto-inovador-da-edp-junta-agua-e-sol-na-producao-de-eletricidade/>

É uma combinação de energia solar com energia hídrica. São 840 painéis fotovoltaicos, semelhantes aos que se usam para produzir energia solar em casa. Têm a singularidade de estarem instalados numa plataforma flutuante que ocupa 2.500 metros quadrados numa barragem para produção hidroelétrica.

Para já, ainda é apenas um projeto piloto, inédito na Europa, mas, se os resultados no primeiro ano de operação confirmarem as expectativas, a combinação das duas formas de produção de energia poderá ser reproduzida em outras albufeiras, admite o presidente da EDP Produção, Rui Teixeira.

A título de exemplo, se 5% da área das albufeiras exploradas pela EDP em Portugal fosse ocupado por painéis fotovoltaicos o país teria uma potência instalada de 1.000 megawatts. Uma das maiores centrais fotovoltaicas do país, na Amareleja, arrancou com 46 megawatts de capacidade. No entanto, Rui Teixeira assinala que os 1.000 megawatts servem apenas de indicador de referência para comparação e não um objetivo para o desenvolvimento futuro.

A central solar fotovoltaica flutuante do Alto Rabagão arrancou em novembro de 2016 e, até ao final de junho, ultrapassou as metas de produção em 6%, ainda que este sucesso possa ser até certo ponto explicado por um “ano atípico”, muito sol, vento e pouca chuva.

Mas qual é a vantagem de construir uma central fotovoltaica em cima de uma barragem? Para os engenheiros da especialidade, a combinação entre duas formas de energia renovável é “óbvia”. Por um lado, tira-se um maior partido do ciclo climático, as

condições para produzir energia solar acontecem quando há menos produção hídrica. Por outro lado, a junção das duas tecnologias permite usar a mesma infraestrutura de ligação à rede de transporte que já está instalada para a barragem. Não tem de ser construída para o efeito, um processo que demora tempo e tem custos. Há ainda poupanças ao nível do terreno necessário para construir e, quando instalados na água, os painéis solares ocupam menos espaço porque exigem menos inclinação.

Figura 17 - Infraestrutura de ligação à rede de transporte.



Fonte - <http://observador.pt/2017/07/05/renovaveis-projeto-inovador-da-edp-junta-agua-e-sol-na-producao-de-eletricidade/>.

No entanto, aquele que pode ser o maior trunfo deste projeto inovador é o facto de o espelho de água onde está assente a plataforma permitir baixar a temperatura dos painéis fotovoltaicos. Esse arrefecimento aumenta o rendimento do equipamento que baixa quando a temperatura ambiente atinge valores elevados, quando a instalação está em terra.

A unidade que se encontra na albufeira do Alto Rabagão, uma barragem situada no concelho de Montalegre (norte de Portugal) no rio Rabagão (afluente do Cávado), conta com 0,2 megawatts de capacidade instalada e pode alcançar uma produção anual de 300 MW/hora (megawatts por hora), o suficiente para abastecer 100 famílias num ano. As tecnologias usadas não são inovadoras, mas a sua junção no mesmo projeto representa uma inovação a vários níveis, sublinhou Rui Teixeira, na medida em que permite:

- *Avaliar a possibilidade de combinação física entre a produção hídrica e a fotovoltaica num único ponto de entrega à rede elétrica;*
- *Saber se é possível garantir as condições de produção com uma variação de 30 metros no nível da água ao longo do mesmo ano (as experiências internacionais feitas usaram reservatórios de água onde o plano é mais estável) e em zonas expostas a vento e a*

ondulação. Condições especialmente adversas que fazem do Alto Rabagão o cenário mais desafiador para testar o projeto;

- *Testar uma solução de fixação da amarração da plataforma ao leito da albufeira, 60 metros de profundidade, usando cabos para embarcações de recreio.*

O projeto agora em teste representou um investimento de meio milhão de euros e os custos são, para já, mais elevados do que aqueles que estão associados a uma central fotovoltaica localizada em terra. Será necessário escalar, uma capacidade instalada de 20 megawatts (MW) — qualquer coisa como 100 vezes a dimensão desta unidade — para tornar o investimento neste tipo de projeto interessante do ponto de vista comercial. Essa avaliação da viabilidade técnica e comercial será feita ao fim do primeiro do ano de produção desta unidade. A solução poderá, posteriormente, ser usada noutras barragens exploradas pela EDP em Portugal e há a possibilidade de o projeto ser levado para o Brasil onde a elétrica tem centrais hídricas.

Mas, para dar este salto, seria também necessárias mudanças a nível de regulamentação para a entrada no mesmo ponto da rede de duas formas de produção de energia, a hídrica e a solar. O projeto do Alto Rabagão está enquadrado na legislação que define as regras para pequenas unidades de produção cujas vendas à rede estão limitadas à quantidade do próprio consumo.

Apesar de estar a funcionar desde novembro, esta central só foi inaugurada oficialmente esta quarta-feira com a presença dos responsáveis da EDP pelo projeto, autoridades locais e o secretário de Estado do Ambiente, Carlos Martins. Numa altura em que a elétrica tem sido notícia por outras questões que não a aposta nas energias renováveis — investigação judicial aos contratos das centrais elétricas e o alegado interesse da espanhola Gas Natural — o presidente executivo da EDP, António Mexia, não esteve presente “por motivos de agenda”.

Fonte - <http://observador.pt/2017/07/05/renovaveis-projeto-inovador-da-edp-junta-agua-e-sol-na-producao-de-eletricidade/>

3 - COBERTURA DE SUPERMERCADO EM GOIÂNIA GANHA MAIOR USINA SOLAR URBANA DO BRASIL

A cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás, recebe, em junho, a maior usina de energia solar em região urbana do País. A planta fotovoltaica foi instalada sobre a cobertura da nova loja do Assaí Atacadista na cidade, que será inaugurada até o fim deste mês. A GreenYellow, desenvolvedora e parceira do projeto, instalou mais de 2.800 placas em uma área de aproximadamente 8 mil m², que gerarão, em um ano, aproximadamente 1.500 MWh. A usina será responsável pela geração de 40% do consumo de energia elétrica da loja, o equivalente ao que é consumido pelo sistema de ar-condicionado e iluminação de toda a unidade.

A planta fotovoltaica é alugada em longo prazo pela GreenYellow ao Assaí, garantindo redução na conta de energia. “Com este empreendimento, o Assaí se beneficiará de uma energia limpa e segura durante 25 anos, usufruindo de um desconto mensal real na conta de energia por meio de um aluguel fixo”, explica Pierre-Yves Mourgue, Diretor-presidente da GreenYellow. “Importamos os equipamentos da China, Itália e Alemanha e em menos de 60 dias conseguimos instalar a maior usina do Brasil em regiões urbanas”, conta. Para a instalação de usinas como esta, são levados em consideração fatores como tarifas das concessionárias de energia elétrica locais e irradiação solar – neste caso, os dados são analisados em um período histórico de aproximadamente 20 anos, para que seja identificado um padrão da intensidade de raios solares que justifique a instalação de uma planta nesses moldes.

O Assaí também já vem implementando em suas novas lojas um método construtivo que leva em consideração ganhos para o meio ambiente, visando aprimorar sua eficiência energética, e a instalação da planta fotovoltaica enfatiza essa vertente da rede. “A partir dessa instalação, o Assaí avança na geração fotovoltaica em grande escala, com o objetivo de contribuir para uma operação cada vez mais sustentável”, analisa Belmiro Gomes, Presidente do Assaí Atacadista. “A nossa ideia é que, com a expertise da GreenYellow, este projeto se estenda para outras lojas da rede, acompanhando nosso projeto de expansão no Brasil. Nossa expectativa é que todas as lojas orgânicas a serem construídas este ano tenham o projeto da usina instalado – ou o suporte para tal. Queremos criar o conceito de ‘atacado do futuro’, com uma operação cada vez mais sustentável, além, claro, de manter a característica principal de ser um modelo de operação de baixo custo e com preços competitivos”, comenta.

Figura 18 - Usina de energia solar em Goiânia.



Fonte: <http://ciclovivo.com.br/noticia/cobertura-de-supermercado-em-goiania-ganha-maior-usina-solar-urbana-do-brasil/>

Ao longo de 25 anos de operação, a loja evitará a emissão de quase 3 mil toneladas de CO₂, o equivalente a quase 18 mil árvores plantadas e uma economia de R\$ 2,6 milhões. Com a energia gerada pela usina instalada na loja de Goiânia em um ano, é possível carregar 359 mil celulares, durante um ano; suprir o consumo de energia de 757 residências em um ano; manter 5.300 televisões ligadas por cinco horas todos os dias do ano ou suprir o consumo de todas as linhas do Metrô de São Paulo por um dia.

Esta é a segunda usina instalada em uma loja do Assaí – a primeira foi inaugurada em janeiro deste ano, na unidade da rede em Várzea Grande, no Estado do Mato Grosso, com uma área de aproximadamente 2 mil m² no telhado do estacionamento e uma potência instalada das 1.140 placas e de mais de 300 kWp, que produz entre 11% e 15% do consumo total de energia desta loja. A GreenYellow também instalou um projeto piloto em uma loja do Minuto Pão de Açúcar (formato de loja de vizinhança do GPA), em Campinas, no interior de São Paulo, em uma área de aproximadamente 53 m² no telhado da loja e uma potência instalada de 8 kWp. Ao longo de 25 anos de operação a loja evitará a emissão 21 ton de CO₂, o equivalente a 295 árvores que teriam sido plantadas.

Fonte: <http://ciclovivo.com.br/noticia/cobertura-de-supermercado-em-goiania-ganha-maior-usina-solar-urbana-do-brasil/>