

RELAÇÃO ENTRE A GERAÇÃO FOTOVOLTAICA E A DIMINUIÇÃO DE CO₂ NA CIDADE DE CAICÓ - RN

Ernando Epifânio da Silva Fernandes ¹, Joselito Medeiros de Freitas Cavalcanti ²

RESUMO

A energia solar começou a ser observada pelo físico francês Alexandre Esmonde Becquel em 1839, com isso ele descobriu o que se tornaria a base para a criação da célula solar, no entanto, só em 1954 foi criada a primeira célula e a mesma só chegou a ser utilizada na terra em 1966 no Japão. Com base nesse conhecimento teve-se início ao trabalho que foi analisar os dados fornecidos por algumas usinas instaladas em Caicó/RN, com esses dados foram feitas cinco análises em cima da redução de CO₂ em comparação a produção de energia elétrica e com essa redução quais foram os benefícios que essa energia limpa proporciona para o meio ambiente e a sociedade. Podemos associar diretamente essa melhoria com a quantidade de carbono que deixou de ser emitidos e com isso podemos estipular a quantidade de árvores que seria necessária para absolver todo esse gás poluente.

Palavras-chave: Emissão de CO₂, Energia fotovoltaica.

Data de submissão: 23/11/2022 **Data de aprovação:** 28/11 /2022

Disponibilidade:

1 INTRODUÇÃO

No século XIX o físico francês Alexandre Edmonde Becquerel começou a observar o efeito fotovoltaico nas células, o efeito fotovoltaico é formado após um elemento ser exposto à luz, obtendo assim uma corrente elétrica, assim Becquerel fez experimentos expondo alguns eletrodos de platina e prata a luz solar e observou esse fenômeno. Com esses experimentos, em 1839, o físico descobriu o que se tornaria a base para a criação da célula solar. (COGERA, 2019)

Com a descoberta de Becquerel e com o avanço da física quântica feita pelo cientista Albert Einstein se permitiu a criação da tecnologia que resultaria na energia solar que conhecemos hoje, com todo esse desenvolvimento, no ano 1954 foi criada a primeira célula fotovoltaica feita em silício e a mesma tinha uma eficiência de 6%, já com quatro anos depois foi que se obteve a primeira utilização das células solares na indústria aeroespacial. Essa tecnologia só seria utilizada pela primeira vez na terra em 1966 no farol da ilha de Ogami, Japão. (COGERA, 2019)

A energia fotovoltaica é sustentável pois a sua matéria prima é obtida da natureza, essa obtenção de energia elétrica é através da luz do sol. Desse modo os recursos naturais podem ser usados de forma abundante e renovável, não agredindo o planeta. A energia fotovoltaica é considerada uma energia limpa por usar a energia solar, permitindo assim a geração de energia elétrica usando apenas a luz solar, por esse método ela não emite gases poluentes como: óxido de nitrogênio (Nox), dióxido de carbono (CO₂) e dióxido de enxofre (SO₂), todos eles emitidos pelos combustíveis fósseis. (PORTAL SOLAR, [S.D.])

Com o conhecimento acima pretende-se fazer a correlação da quantidade de KW gerado e a emissão de CO₂ que deixou de ser liberado na atmosfera na cidade de Caicó-RN por um período de 30 dias e com esses valores podemos chegar a um media anual, e com isso

apresentar os benefícios para a população local e também para o meio ambiente, e além disso apresentar a capacidade energética que a cidade possui.

Os equipamentos que normalmente são utilizados para a instalação, são eles: o suporte fixador, que serve para fixar a usina no telhado, o trilho de estrutura que é utilizado para colocar as placas sobre eles e parafusá-las, os cabos unipolares com isolamento HEPR e cobertura de PVC, para o sistema de proteção se utiliza a *string box* e um disjuntor AC, e para receber e converter a energia se utiliza o inversor e pôr fim a placa fotovoltaica ou (placa solar).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 a energia fotovoltaica

De acordo com Suzigan (2015), a crescente demanda por energia para o desenvolvimento da atividade econômica, industrial e humana tem levado ao consumo de energia, principalmente de fontes de energia não renováveis como as derivadas de combustíveis fósseis. No Brasil, a matriz energética do modelo elétrico brasileiro é gerada principalmente por usinas hidrelétricas, consideradas uma das fontes de energia mais limpas e renováveis do mundo.

Para Gasparin et al. (2021), uma das alternativas para a produção de energia limpa é a energia solar fotovoltaica, que é obtida através do efeito fotovoltaico, que envolve a conversão direta da irradiância solar em eletricidade, sendo considerada uma fonte alternativa promissora de energia. Ampliação da fonte de alimentação com baixo impacto ambiental.

2.2 as células fotovoltaicas

Para Menezes (2011), às células fotovoltaicas são as unidades básicas dos sistemas fotovoltaicos responsáveis pela conversão da radiação solar em eletricidade, e essas células são fabricadas a partir de materiais semicondutores.

CEESB (2006), as células fotovoltaicas são feitas de materiais semicondutores como: silício, arseneto de gálio, telureto de cádmio ou cobre e disseleneto de índio (gálio), ou seja, materiais com propriedades intermediárias entre condutores e isolantes. O silício cristalino é o mais comumente usados, geralmente na forma de areia. Através de métodos adequados, o silício puro pode ser obtido. Cristais de silício puro não têm elétrons livres e, portanto, conduzem mal a eletricidade. Para mudar isso, as porcentagens de outros elementos são adicionadas. Esse processo é chamado de doping.

2.3 Emissão de CO2

O Brasil seguiu na contramão do mundo, segundo os dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o Brasil teve um aumento de 9,5% nas emissões de gases poluentes em 2020 enquanto a média global teve uma redução de 7% no mesmo período, por causa das paralisações de voos, indústrias e serviços por conta da pandemia de covid-19.

O resultado do cálculo de emissões de 2020, indica que o Brasil está na contramão das suas metas de redução de gases do efeito estufa, segundo as estimativas do SEEG (2021), o país liberou 2,16 bilhões de toneladas de gás carbônico em 2020, contra 1,97 bilhão em 2019, e com isso o Brasil está em 4º lugar no ranking de emissão de poluentes.

Isso é o maior nível de emissão em 14 anos, desde 2006, e o maior responsável foi o aumento do desmatamento em 2020 que foi o suficiente para cobrir a redução da emissão causada pela paralisação durante a pandemia de covid-19.

Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA, 2016) o principal gás do efeito estufa (GEE) emitidos por uma termelétrica é o CO₂, que tomando base uma usina localizada nos EUA, a cada 1KWh produzido irá gerar um equivalente a 931,5 TCO₂ mesmo tendo um sistema de controle e uma redução catalítica.

2.4 Processo de produção da energia solar

Para a produção da energia solar utiliza placas que são feitas de material semicondutor, quando essas placas são atingidas pelas partículas de luz (fótons) fazem os elétrons presentes nas placas entrarem em movimento e assim gerando a eletricidade, essa energia é levada até o inversor, equipamento responsável pela transformação da corrente elétrica contínua (CC) em alternada (AC), só então pode ser distribuída para o local de consumo. (PORTAL SOLAR, 2022)

2.5 Potencial solar Brasileiro

Diferente das outras fontes de energia, a energia fotovoltaica tem seu recurso relativamente homogêneo no território brasileiro e esse recurso é praticamente infinito. Em estudo feito pelo (EPE, 2016), a estimativa quantitativa de radiação foi superior a 6 kwh/m² por dia, ou seja, tem a capacidade de instalação de 307 GWp, e com o avanço das tecnologias esse valor só tende a aumentar com o passar do tempo.

Ainda segundo a (EPE, 2016) a produção de energia solar aqui no Brasil é de 16,752 GWh, ou seja, essa produção representa apenas 2,6% de toda a energia produzida no país, essa carga produzida é equivalente a 5,46% da capacidade de instalação, a PNE 2050 estima que a energia solar atinja aproximadamente 27 a 90 GW em termos de potência instalada até 2050.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) no relatório fornecido pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil dispõe em 2017 teve um acréscimo de 9.479 MW, esse aumento se teve possível pela expansão da capacidade instalada, onde 55,6% veio das centrais hidráulicas, 18,1% das eólicas e 26,3% dos solares, o maior incentivo da energia solar no Brasil se deve pela regulamentação pela ANEEL em 2012, que permite a geração autônoma de energia em residências. (ROBERTO ET AL, 2018)

2.6 Instalação de uma usina solar

Na instalação deve primeiro preparar o local onde as placas serão colocadas, para que elas fiquem na melhor posição e seguras, depois vem a fixação dos suportes que devem ficar bem parafusados ou chumbadas (no caso de instalação no solo) e em seguida a prendesse os trilhos no suporte que devem ficar bem nivelados para não correr o risco de as placas correrem o risco de torcer e ocasione a quebra e por fim vêm as placas e os cabos com conectores tipo MC4. (PORTAL SOLAR, [S.D.])

Depois de todo o processo em cima do telhado ou em campo aberto deve-se escolher um local com ventilação para a instalação dos equipamentos que são o *string box*, que é o sistema de proteção contra surtos, e ele recebe os cabos provindos das placas que só depois é conectado com o inversor que receberá a energia das placas em forma de corrente contínua (CC) e irá converter em corrente alternada (AC) que é a corrente que utilizamos para só

depois enviar para a rede da propriedade e a sobra é injetada na rede da concessionária. (PORTAL SOLAR, [S.D.])

Na coleta pode-se acompanhar a instalação das usinas e os equipamentos utilizados pela empresa foram os inversores da marca Growatt, que atualmente é um dos melhores equipamentos custo benefício do mercado e possui a garantia de 10 anos, *string box* da marca Clamper que acompanha os DPS (dispositivo de proteção contra surto) da mesma marca, as placas que foram usadas são da marca *jinko solar*, já os dispositivos de proteção de corrente alternada foram usados os disjuntores e DPSs das marcas *weg* e *soprano* respectivamente e os cabos e conectores da marca *Fortlev Solar*. (EFSEG ENERGIA, 2022)

2.7 Durabilidade dos equipamentos

Quando se fala em durabilidade dos equipamentos de uma usina fotovoltaica, não encontramos com facilidade na internet e nem na literatura, e quando encontramos muitas vezes são a garantia, o que faz muita gente pensar que é a sua durabilidade, e não é, hoje a maioria das marcas de inversores têm basicamente o mesmo tempo de garantia, a Growatt por exemplo oferece seus inversores com uma garantia de 10 anos contra defeitos, já as placas varia bastante, e o que muita gente não sabe é que as placas possuem duas garantias, a primeira que fica em média de 12 anos contra defeitos de fabricação e a segunda fica de 20 a 25 anos, essa segunda garantia é de que as placas perderá no máximo 20% da sua eficiência, e mesmo depois desse tempo não quer dizer que vão parar de funcionar, temos como exemplo disso os satélites que usa esse modo de produção de energia para funcionar, alguns deles já passam dos 35 anos e ainda estão em pleno funcionamento. (PORTAL SOLAR, [S.D.])

3. METODOLOGIA

Os dados foram obtidos através de usinas já existentes e de seus Termo de Responsabilidade Técnica (TRT), os mesmos foram fornecidos pela empresa que fez o projeto e executou a montagem das usinas, esses dados foram verificados diretamente nos apps dos inversores, e esses apps grava a produção de energia e já fornece a redução de CO₂ durante o mês, tendo em vista que esses apps tem a capacidade de gravar esses dados e fornecem eles em forma de gráficos.

Essa pesquisa é classificada como quantitativa e foi feita através de apps e averiguadas *in loco*, essas usinas ficam localizadas na cidade de Caicó, região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte, Caicó/RN é uma cidade com uma população de aproximadamente 69.000 habitantes segundo o IBGE (2020), e sua região tem um baixo índice de chuvas e de nuvens favorecendo assim a produção de energia elétrica através das usinas fotovoltaica, tendo em vista que essas usinas analisadas ficam localizadas nas cinco zonas (Norte, Sul, Leste e Oeste) da cidade e foi observado que o índice de produção são os mesmos em toda a cidade, a tornando uma ótima localização para a implementação de usinas fotovoltaicas.

4. RESULTADOS

Os dados a seguir foram coletados a partir de cinco usinas na cidade de Caicó/RN, as mesmas foram todas instaladas com inversores de potência diferentes, mas da mesma marca (Growatt) e em meses diferentes, mesmo sendo em tempos distintos foi observado a mesma

produção de energia, com esses dados podemos dizer que a região é bastante propícia para a instalação da energia solar.

As usinas citadas abaixo foram todas feitas na forma *on-grid*, que consiste da usina está ligada diretamente na rede da concessionária, e quando for de noite a residência utilizar a energia proveniente da empresa de energia, fazendo uso do excedente de sua produção que foi ejetado na rede, tornando a aquisição da usina ser mais barato em comparação a *off-grid*, que por sua vez utiliza de baterias, e por conta disso faça o preço aumentar e muito.

Tabela 1 – Dados das usinas

DATA	USINA	CIDADE	CARGA KWP	KWh MÊS	CO2 Kg MÊS	ZONA	BAIRRO
14/08/2021	A	CAICÓ	16,8	3360	3349,92	NORTE	RECREIO
23/08/2021	B	CAICÓ	7,38	1476	1471,572	SUL	PARAÍBA
19/09/2021	C	CAICÓ	2,16	432	430,704	OESTE	BARRA NOVA
23/11/2021	D	CAICÓ	6	1200	1196,4	LESTE	JARDIM DE ALLAH
16/03/2022	E	CAICÓ	5,83	1166	1162,502	CENTRO	CENTRO

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022

A partir da coleta de dados foi possível analisar a redução de CO2 comparado a produção de energia pelo sistema fotovoltaico, esses dados que foram obtidos através de cinco usinas distribuídas pelas cinco zonas habitacionais da cidade de Caicó/RN, essas usinas A, B, C, D e E, representadas pelas figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

Desde a primeira usina instalada até a última foram um período de 7 meses entre elas (do mês de agosto ao mês de março), com esse período de tempo pegou-se o período de chuva na cidade que mesmo tendo dias nublados as usinas tiveram a mesma produção, pois na cidade de Caicó/RN a precipitação chuvosa tende ao final da tarde onde a geração de energia está no período de menor rendimento e o horário de maior rendimento fica entre 10 e 13 horas.

De acordo com as potências das placas e a angulação que elas estão posicionadas chegou a uma média de geração em cada placa durante o tempo das análises, na usina A tinha sido instaladas 41 placas de 400W e a média de geração foi de 82KWh/mês, na figura 1 possui 61 placas pois depois da coleta dos dados foram acrescentado 20 placas a mais, na B foram 18 placas também de 400W e como na anterior obteve-se os mesmos 82KWh/mês, já na C são apenas 5 placas mas dessa vez de 450W que rendeu um total de 86,4KWh/mês, a D foi usadas 15 de 400W com um resultado médio de 80KWh/mês porém essa teve um rendimento menor pois foi constatado que por se situar em local de rua carroçável e possuir muitos terrenos a sua frente acumulou-se uma camada de terra nas placas, mesmo assim manteve uma boa produção, já na usina E se utilizou-se 11 placas só que com uma maior potência comparado as outras que foi de 530W bifacial que além da potência ser mais possui também uma maior eficiência e a média foi de 106KWh/mês.

Analisando os dados fornecidos pelo o inversor das cinco usinas que estão representados na Tabela 1, foi possível chegar a uma conclusão de que independentemente da localização da cidade em que a usina foi instalada a sua produção vai ser praticamente a

mesma, também foi visto de que sua produção de energia que se dar na forma de Kwh, sua redução de CO₂ é proporcional a sua produção e essa proporção é equivalente a 0,997 Kg de CO₂ para cada 1 Kwh gerado, esses valores são em comparação da produção da energia utilizando o carvão e a energia solar, tendo isso em vista a quantidade de poluentes que deixaram de ser emitidos foram de 7.611,098 Kg por mês e 91.333,176 Kg por ano isso só com essas cinco usinas.

Com esses valores e com o estudo realizado Instituto Totum (2007) e pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e com a parceria com a Fundação SOS Mata Atlântica, seria necessário cerca de 560 árvores e um total de pelo menos 20 anos para que essa quantidade de gás carbônico que foi deixada de ser emitidas por ano fossem absorvidas.

Figura 1 - Usina A



Fonte: EFSEG Energia, 2021

Figura 2 - Usina B



Fonte: EFSEG Energia, 2021

Figura 3 - Usina C



Fonte: EFSEG Energia, 2021

Figura 4 - Usina D



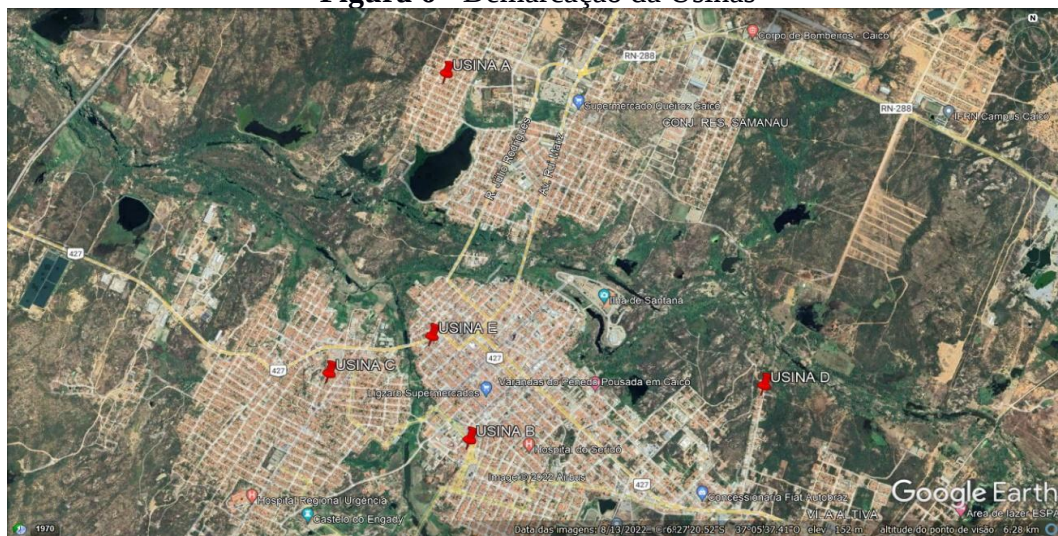
Fonte: EFSEG Energia, 2021

Figura 5 - Usina E



Fonte: EFSEG Energia, 2022

Figura 6 - Demarcação da Usinas



Fonte: Google Earth, 2022

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a produção de energia fotovoltaica traz grandes benefícios para a sociedade e principalmente para o meio ambiente, por produzir uma energia limpa e reduzindo assim a emissão de gases poluentes como o CO₂ e com isso tornando o ar mais limpo, por causa de uma simples usina residencial reduz por ano gases que seria necessária uma pequena floresta para absorver essa poluição.

As principais dificuldades para a realização do presente estudo foi a falta de literatura do assunto abordado e de alguns dados que a cidade não possui, como a quantidade de poluentes emitidos no município.

Para futuros trabalhos sugere-se um aprofundamento no consumo de energia na cidade de Caicó/RN para poder fazer um estudo de quantas placas solares para que a redução de CO₂ seja maior que a emissão do mesmo pela a cidade.

REFERÊNCIAS

BONDARIK, Roberto; PILATTI, Luiz Alberto; HORST, Diogo José. **UMA VISÃO GERAL SOBRE O POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL**. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/journal/339/33957861002/33957861002.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CICLOVIVO, Redação. **Cada árvore da Mata Atlântica chega a retirar 163 kg de CO2 da atmosfera**. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-co2-da-atmosfera/#:~:text=Estudo%20realizado%20pelo%20Instituto%20Totum,163%2C14%20kg%20de%20CO2>. Acesso em: 16 nov. 2022.

DESCONHECIDO. **Energia Solar e Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-e-sustentabilidade>. Acesso em: 15 nov. 2022.

DESCONHECIDO. **Como surgiu a energia solar**. Disponível em: <https://cogera.com.br/como-surgiu-a-energia-solar/#:~:text=O%20efeito%20fotovoltaico%20consiste%20na,a%20cria%C3%A7%C3%A3o%20da%20c%C3%A9lula%20solar>. Acesso em: 15 nov. 2022.

DESCONHECIDO. **PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2050**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-523/05.03%20Energia%20Solar.pdf#search=solar>. Acesso em: 19 nov. 2022.

EPE. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2022**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202022.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.

GASPARIN, F. B., LIMA, V. O. D.; MICHELETTI, D. H.; BURINA, E. L. K.A. Influência de Políticas Públicas para o Progresso da Geração Solar Fotovoltaica e Diversificação da Matriz Energética Brasileira. *Rev. Virtual Quim.*, p. 1-5, 2021.

MENEZES, Adriano Rodrigues; *Espectroscopia de Impedância aplicada em Heterojunções para Células Solares Fotovoltaicas*. Dissertação (Mestrado) – REDEMAT (Rede Temática de Engenharia dos Materiais). Ouro Preto, 2011.

PASSARINHO, Nathalia. **COP26: Na contramão do mundo, Brasil teve aumento de emissões de CO2 em ano de pandemia**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59065361>. Acesso em: 16 nov. 2022.

SUZIGAN, K. R. *A transição para uma matriz energética limpa: os avanços na tecnologia solar*. 2015. Dissertação (mestrado) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 121p, 2015.

SOLAR, Portal. **Energia Fotovoltaica**. Disponível em:
<https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SOLAR, Portal. **Como instalar energia solar**. Disponível em:
<https://www.portalsolar.com.br/como-instalar-energia-solar.html>. Acesso em: 22 nov. 2022.

VISCONDI, Gabriel de Freitas; SILVA, Aline Fernandes da; CUNHA, Kamyla Borges. **Geração termoelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle**. Disponível em:
<https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-EMISSOES.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.