



CENTRO UNIVERSITÁRIO IBMR
ÂNIMA EDUCAÇÃO
LEONARDO FILIZOLA RODRIGUES

**ECONOMIA SOLAR: UM ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DOS PAINÉIS
SOLARES NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Rio de Janeiro
2022

LEONARDO FILIZOLA RODRIGUES

**ECONOMIA SOLAR: UM ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DOS PAINÉIS SOLARES
NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Ciências Econômicas, do Centro Universitário IBMR - Ânima Educação, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Wagner Fernandes dos Santos

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Rodrigues, Leonardo Filizola.

R696e Economia solar: um estudo sobre a adoção dos painéis solares no Município do Rio de Janeiro. [manuscrito] / Leonardo Filizola Rodrigues. Rio de Janeiro.-2022.

34 f.

Monografia (graduação) - Centro Universitário IBMR - Curso de Ciências Econômicas, Rio de Janeiro, 2022.

Orientador: Wagner Fernandes dos Santos.

1. Energia fotovoltaica. 2. Rio de Janeiro. 3. Economia sustentável. I. Santos, Wagner Fernandes. (Orient.). II. Centro Universitário IBMR. III. Título.

CDD: 330

LEONARDO FILIZOLA RODRIGUES

**ECONOMIA SOLAR: UM ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DOS PAINÉIS SOLARES
NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel, aprovado em sua forma final pelo curso de Ciências Econômicas do Centro Universitário IBMR.

Rio de Janeiro, 3 de Dezembro de 2021.

Banca Examinadora:

Prof. e Orientador Me. Wagner Fernandes dos Santos – IBMR

Prof. Me. Ricardo Pereira Barbosa - IBMR

Prof. Me. Miladys Noemi Crespo Buevas - UERJ

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Jacqueline, meu pai, Carlos Eduardo, minha irmã, Carla e minha namorada, Thaynara e a meu esforço por não ter desistido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, que sempre me apoiaram e me incentivaram a nunca parar de estudar e a continuar buscando o curso que queria, mesmo após decidir mudar de curso e faculdade. Minha irmã cujo quarto dividimos e sempre brigamos, mas que saiba que tenho um enorme amor e carinho por ela. Minha namorada, Thay, que chegou no meio dessa trajetória e me mostrou como lutar e superar as dificuldades de escrever e finalizar minhas atividades. Aos meus amigos da vida, que me ajudaram a buscar e desenvolver meus temas do trabalho final e sempre me fizeram companhia quando mais precisava de apoio ao longo dos anos. Meus amigos e colegas de faculdade, que viveram todos os anos de curso (e pandemia) sem desistir e juntos chegamos ao final. Aos professores desta faculdade, que apesar de todas as dificuldades por conta das aulas durante a pandemia se reinventavam para conseguir entregar o conteúdo da melhor maneira possível aos alunos. A minha família (*in memoriam*) que me viu crescer e me tornar o homem que sou hoje. Aos meus líderes, que sempre abriram espaço para minha educação durante meus trabalhos para me tornar um profissional melhor. Obrigado.

“A mais bela coisa que podemos vivenciar é o mistério. Ele é fonte de qualquer arte verdadeira e qualquer ciência. Aquele que desconhece esta emoção, aquele que não para mais para pensar e não se fascina, está como morto: seus olhos estão fechados.”.

Albert Einstein

RESUMO

As fontes de energia mais utilizadas no mundo são aquelas que mais fazem mal ao planeta, poluindo-o. A humanidade se desenvolveu em volta do consumo de energia e por isso é tão estudada e explorada formas de utilizar uma energia sustentável, limpa. Como forma de expandir essas ideias, a energia solar veio como forma de ser uma das melhores alternativas, tendo em vista que o Sol é um bem infinito. A energia fotovoltaica vem para ajudar, de forma sustentável, o desenvolvimento da humanidade. Durante todo o estudo foi visualizado diversos projetos fotovoltaicos em diversos países, líderes deste seguimento de energia limpa. Aqui no Brasil, na cidade e município do Rio de Janeiro, temos uma grande e vasta incidência de raios solares durante o ano todo. O trabalho procura mostrar o desenvolvimento de um projeto teórico aplicado como forma de expor as vantagens e desvantagens dele, exemplificando custos, dados e a sustentabilidade do mesmo.

Palavras-chaves: Energia Fotovoltaica. Rio de Janeiro. Economia Sustentável.

ABSTRACT

The energy sources most used worldwide are those that do the most harm to the planet, polluting it. Humanity has developed around the consumption of energy, and that is why ways of using sustainable, clean energy are so widely studied and explored. As a way of expanding these ideas, solar energy has come to be one of the best alternatives, considering that the sun is an infinite asset. Photovoltaic energy comes to help, sustainably, the development of mankind. During the whole study it was visualized several photovoltaic projects in several countries, leaders in this clean energy segment. Here in Brazil, in the city and municipality of Rio de Janeiro, we have a large and vast incidence of solar rays during the whole year. The work seeks to show the development of a theoretical project applied as a way to expose the advantages and disadvantages of it, exemplifying costs, data and the sustainability of the same.

Keywords: Photovoltaic Energy. Rio de Janeiro. Sustainable Economy.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Evolução do Potencial Fotovoltaico	21
Gráfico 2	Geração mensal estimada x Consumo médio estimado	28
Gráfico 3	Gasto x Anos de energia com e sem painéis solares.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Potencial Fotovoltaico da Alemanha (1994 - 2018)	18
Figura 2	Fazenda de painéis solares na China.....	19
Figura 3	Potencial Fotovoltaico do Brasil (1999 - 2018)	19
Figura 4	Expansão do Mercado de energias	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
WWF Brasil	<i>World Wide Fund for Nature</i> – Fundo Mundial da Natureza

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Objetivo Geral.....	16
1.2	Objetivos Específicos.....	16
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	História e Desenvolvimento da energia solar.....	16
2.2	Brasil e o mundo na energia fotovoltaica.....	17
2.3	Sustentabilidade, Energia e Economia.....	19
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	Tipologia.....	23
3.2	Coleta de Dados.....	23
4	ANÁLISE DE DADOS.....	23
4.1	Entrevista.....	23
4.2	Análise de Proposta do Mercado.....	28
5	CONCLUSÃO.....	30
6	REFERÊNCIA BIBIOGRÁFICAS.....	31

1. Introdução

O desenvolver das tecnologias se dá desde o conhecimento de história. A humanidade se desenvolve e aprimora os conhecimentos e tecnologias voltadas as indústria e melhoras do bem-estar. Mas nada se é possível sem a eletricidade e a energia, já que todos os avanços tecnológicos se dão através delas. “A eletricidade é uma das muitas formas de energia mais eficaz e que mais se adaptam às necessidades da modernização no mundo atual” (Oliveira, Gondin, Rodrigues, 2015 p. 1). Tudo é energia. Do alimento que ingerimos para passar o dia ao ligar do interruptor ou a partida de um carro. Cada um em sua forma existem diversas formas de se gerar energia ou eletricidade, sendo algumas com melhor e outras com pior eficiência devido a forma que é explorada/extraída.

A natureza sempre nos proporcionou toda a matéria que necessitamos para nosso avanço, como Lavoisier fala na sua Lei (de Lavoisier) de Conservação da Matéria “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. E apesar disso tudo, o uso de certos tipos de energia destrói a natureza e debilita a sua essência. Essa destruição parcial se deu pelo aumento da necessidade de gastos energéticos mundial com o passar das décadas por conta da maior criação de invenções que utilizam energia. “A demanda global por energia triplicou nos últimos 50 anos e vai aumentar futuramente, esse aumento ocorreu nos países industrializados, sendo 90% dela satisfeitos por combustíveis fósseis (...)” (Oliveira, Gondin, Rodrigues, 2015 p. 2).

Muito se tem discutido de quais foram os motivos que levaram os pesquisadores a começar a estudar as fontes limpas, ou renováveis, de energia, mas os mais conhecidos são pela queima de combustíveis fósseis (tais como carvão, petróleo e gás natural) gerando e aumentando de forma não-natural o efeito estufa e o aquecimento global e a vontade de desenvolver mais tecnologias voltadas as energias. As mudanças de temperatura gerada pelo aquecimento global, e agravadas pelo efeito estufa, geraram maior preocupação com a utilização de fontes energéticas não-renováveis e poluentes.

Pode-se afirmar que o cenário é o mesmo há anos e que sempre veremos a ligação referente ao meio ambiente, energia e economia completamente interligadas, como é citado em Vichi e Mansor (2009). Também se destacam como os 3 setores são permanentemente afetados por qualquer crise ligada a energia, poluição e ao panorama mundial.

O Brasil, em questão, possui sua maior parte da energia gerada no país de energia renovável, equivalente a mais de 65%. Segundo o último balanço energético nacional feito pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a energia solar equivale a apenas 1,66% da oferta interna de energia no país. Seu crescimento tem sido foco de diversas empresas com foco em crescimento de energias renováveis, que veem na energia solar uma forma de explorar melhor a vasta extensão territorial nacional.

Diversas sociedades buscam mostrar a necessidade da exploração dessa fonte de energia como meio de resguardar o setor energético e promover uma política econômica sustentável, alavancando o desenvolvimento sustentável em prol das populações regionais.

“O Sol é a fonte de energia primária mais abundante para nosso planeta. Num sentido bastante amplo, pode-se dizer que, com exceção da energia nuclear, todas as outras fontes, renováveis ou não, são apenas diferentes formas de energia solar.” (Vichi, Mansor, 2009, p. 765) Deste conceito se busca aprimorar o conceito de energia limpa e sua abundância na natureza.

Considerando a vida útil, em sua plena capacidade, de 25 anos, obteremos um gráfico projetando os gastos de aquisição e aplicação das placas e seu custo-benefício a partir do consumo médio do local em questão e o desconto aplicado devido à taxa de retorno do consumo energético.

O mundo corre atrás de voltar a estar em acordo com a natureza, dando vez ao mundo sustentável, buscando formas de se desenvolver com novas tecnologias que agridam menos o meio ambiente, e tudo se resume a formas de criar meios de gerar mais energia sem agredir a natureza a volta. A sustentabilidade traz um equilíbrio maior entre o meio ambiente e a humanidade, tentando controlar aquecimento global e buscando trazer de volta a naturalidade do efeito estufa.

1.1. Problema de Pesquisa

Diante do exposto, o trabalho se propõe a responder a seguinte pergunta: de que forma a taxa de retorno da aplicação do sistema fotovoltaico no município do Rio de Janeiro.

1.2. Objetivo Geral

Analisar as propostas e os ganhos financeiros através do tempo a partir da Energia Solar.

1.3. Objetivo Específico

- Entender as vantagens e desvantagens da aquisição e aplicação;
- Desenvolver os estudos sob o mercado energético solar;
- Compreender a sustentabilidade sob o ponto de vista das vantagens ao consumidor.

2. Referencial Teórico

As energias limpas se tornam foco de investimento frente ao desenvolvimento econômico, tanto ao Micro quanto ao Macro. Em matéria ao Jornal O GLOBO, o presidente da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) diz sobre esse tipo de energia em território brasileiro: “Eólica e solar são fontes que responderão pela oferta energética do país, ainda mais com a entrada de veículos elétricos e do hidrogênio verde. Em 2022 essas fontes devem abocanhar dois terços da nova potência operada, (...) já em usinas fotovoltaicas, o acréscimo será 3,5x maior que em 2022”.

2.1 História e desenvolvimento da energia solar

O Efeito Fotovoltaico foi considerado o primeiro passo relacionado a eletricidade através de energia do Sol. Machado, Miranda (2015) falam sobre os experimentos do físico francês Edmond Becquerel em que consegue eletricidade a partir da exposição de latão à luz solar, em 1839. Mas somente em 1883, Charles Fritts, consegue construir a primeira bateria solar existente, apesar de sua eficiência mínima, na casa do 1%.

Somente nos anos de 1950 que os funcionários da Bell Labs produziram um material capaz de produzir corrente elétrica enquanto exposto ao sol, dando origem as células solares de silício. “A primeira célula solar moderna foi apresentada em 1954. Tinha apenas dois centímetros quadrados de área e uma eficiência de 6%, (...)” (Vallêra, Brito, 2006).

Seu custo de produção, em seus primórdios, era muito elevado e isso fazia com que as células solares só tivessem utilização economicamente competitiva em excepcionais momentos, como por exemplo, produção de eletricidade no espaço. Devido à corrida espacial, ocorrida durante a Guerra Fria, a NASA se viu curiosa e fez um investimento no experimento. E devido ao seu sucesso, foi incorporada em todos os seus satélites, conforme citado por Blaszcak (2017).

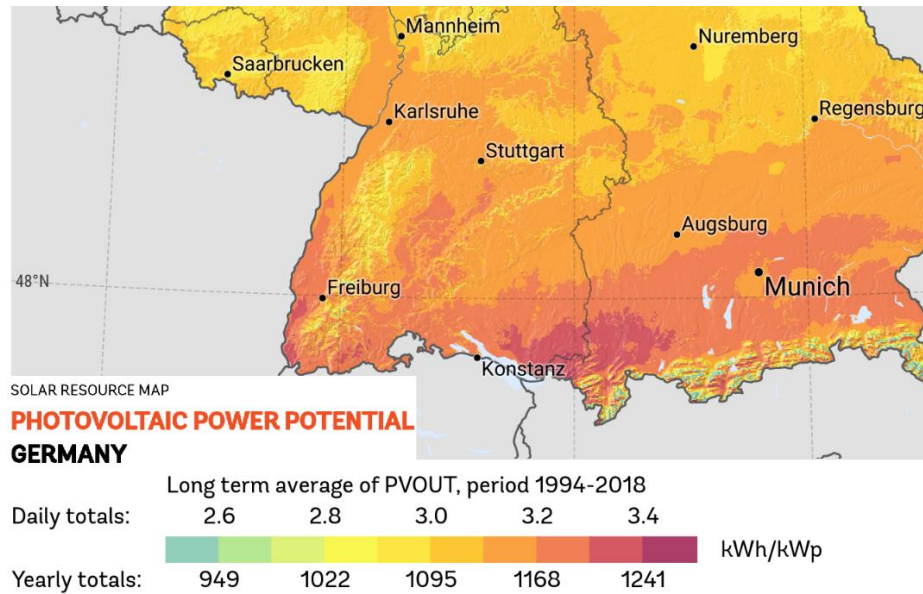
Com a crise do petróleo na década de 1970, viu-se necessário o investimento em fontes não-finitas de eletricidade. O investimento levou a produção de células solares a custos reduzidos em relação as produzidas anteriormente. Nesse momento se foi quebrada a taxa de eficiência, superando os 20% dizem Vallêra e Brito (2006).

“Atualmente, a eficiência de captação de alguns painéis chega a 30%. Com sistemas atuais, a utilização da energia solar vem sendo amplamente difundida em todo o mundo, pois se trata de uma fonte de energia limpa, confiável e eficiente.” (Blaszcak, 2017, p. 9).

2.2 Brasil e o mundo na energia fotovoltaica

A Alemanha sempre foi e será referência em energia fotovoltaica. Devido à crise do petróleo, na década de 1970, foi forçada a investir em novas fontes energéticas, e vendo na solar o seu maior potencial físico-geográfico como forma de alavancar no país. Na figura 1 é visto ao sul do país alemão seu maior potencial energético solar, além de sua média diária e anual.

Figura 1: Potencial Fotovoltaico da Alemanha (1994 – 2018)



Fonte: Solargis

O apoio governamental alemão foi de extrema importância, a partir do momento em que necessitava de mudanças geradas pela crise energética vigente. Leis, acordos e demais formas de subsídios foram implementadas para a população ver nesse meio uma forma de prosperar. Toda a demanda é passada ao órgão regulador nacional, que converte os gastos e dados de consumo em aporte financeiro para os mesmos, como é descrito por Junior e Souza (2018, p. 380). Enquanto isso, outros países também foram beneficiados pelo apoio governamental com o intuito de expandir suas produções energéticas, como a China.

Com isso, em 2015 a China superou a Alemanha como maior produtora de energia fotovoltaica, ainda mais devido aos seus tamanhos continentais e crescente desenvolvimento, chegando a ter um crescimento de 128% em 2016, chegando a um quarto da capacidade global de geração instalada (Ribeiro, 2018).

Por sua vasta geográfica, no entanto, a China produz energia longe de seus grandes centros urbanos, diminuindo sua eficiência de consumo. Grandes fazendas são alocadas na região oeste, enquanto seus centros urbanos se localizam a leste do grande país. (BBC, 2018)

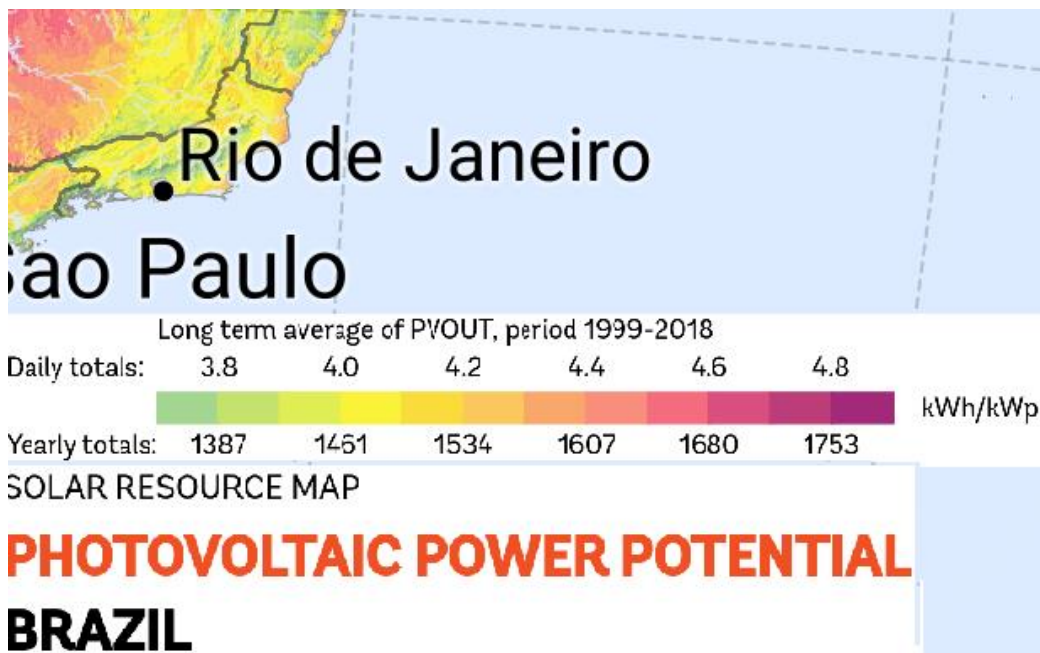
Figura 2: Fazenda de painéis solares na China



Fonte: BBC News

O Brasil é considerado por muitos países, potências em matriz energética fotovoltaica, privilegiado, a partir do momento em que os níveis de radiação solares são superiores à maioria dos países desenvolvidos que recorrem à mesma (Machado, Miranda, 2015, p. 139), como demonstrado na figura 2, abaixo. Mas devido a falta de suporte governamental e subsídios, o preço do projeto ainda se é caro, dificultando (ou até mesmo impossibilitando) a implementação do sistema pela população.

Figura 3: Potencial Fotovoltaico do Brasil (1999 - 2018)



Fonte: Solargis

Devido a isso possui-se menos de 2% da energia elétrica nacional vinda de painéis solares (BEN, 2021), mesmo tendo em somente um local a produção de ¼ do total, localizada em Tubarão, sul de Santa Catarina. Ainda existe a questão de parte da energia solar produzida não ser adicionada a rede elétrica por falta de estações ou subestações próximas aos locais de produção, dificultando a análise real dos dados.

Apesar de todos as questões econômico-políticas existentes, o país ainda é responsável pela extração de um dos principais minérios utilizados na produção de painéis solares (Machado, Miranda, 2015, p. 139). E sua geográfica de clima tropical, por ser próximo à linha do Equador (elevando o tempo de incidência solar) e em sua maioria feita por planícies, possibilita melhores aproveitamentos nos sistemas fotovoltaicos. (ANEEL)

2.3 Sustentabilidade, Energia e Economia

Sustentabilidade é a forma de conservar a natureza, cuidando e protegendo, sem sacrificar as necessidades das gerações presentes e não comprometendo as gerações futuras (WWF Brasil). Quando se fala em termos energéticos, o Brasil é Sustentável, considerando que mais de 65% vêm das hidrelétricas e quase 20% da biomassa e eólica (BEN, 2021, p. 16). Apesar de ser umas das fontes de energia de forma mais abundantes no território nacional, ainda se tem uma baixa porcentagem de conversão em eletricidade, fazendo com que o governo não veja vantagens na implementação de mais sistemas fotovoltaicos e/ou políticas de subsídios relacionadas a mesma.

“A utilização de sistemas fotovoltaicos no setor residencial impulsiona o mercado desse tipo de geração. Esses sistemas têm sido instalados tanto em áreas urbanas como em localidades de difícil acesso à energia elétrica.” (Rezende, 2019) A facilidade de implementação faz com que seja visto com bons olhos por pessoas atentas ao mercado energético, sabendo que os preços do setor são muito volúveis por conta da maior parte ser ligado às hidrelétricas. O Sol sempre vai estar presente na formação da vida terrestre. No filme Wall-E, da Disney, se vê um robô em um planeta cheio de lixo, deixado pelos humanos, mas que se alimenta através da energia solar, presente em todo momento.

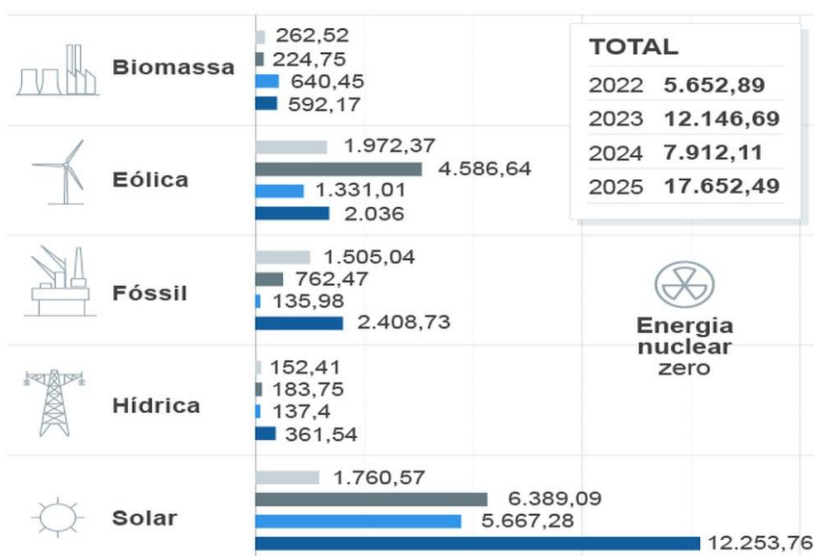
“A energia desempenha um papel essencial na economia circular porque as atividades circulares, como o processamento de materiais, requerem energia e calor” (KIVIRANTA et al., 2020). Visto que a necessidade de consumo de energia sempre vai existir, já que a partir dela que podemos gerar novas tecnologias e utilizar as que já possuímos. Na tabela a seguir é vista a previsão de expansão de diversos tipos de energia, sendo em sua maioria oriundas de energias sustentáveis.

Figura 4: Expansão do Mercado de energias

Expansão do mercado

Previsão de início de operação em potência (em megawatts)

■ 2022 ■ 2023 ■ 2024 ■ 2025



Fonte: ANEEL

O mercado evoluiu tanto no conceito de sustentabilidade que foi instaurado a partir de encontros de países desenvolvidos (Protocolo de Kyoto) os créditos de carbono, dando aos membros a necessidade de se reinventar com o desenvolvimento limpo, confiável e eficiente das energias renováveis, com foco para a fotovoltaica.

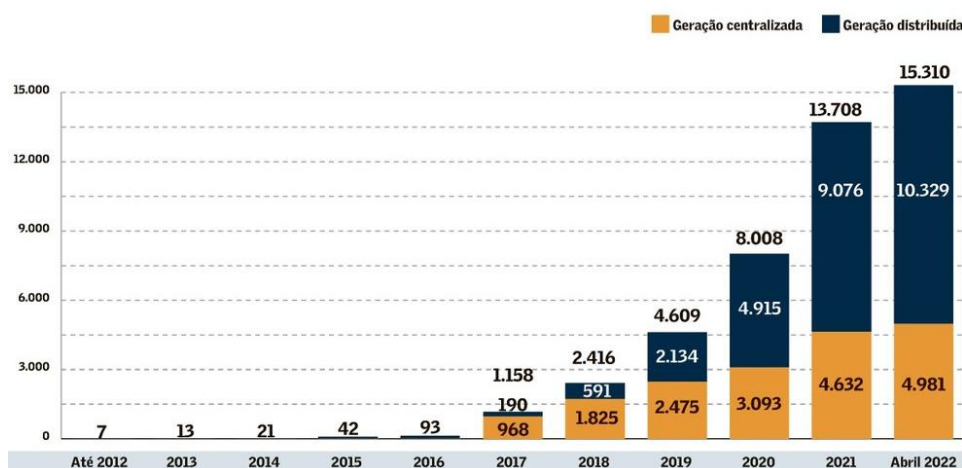
Os benefícios começam com o baixo custo de operação e de manutenção, favorecendo o consumidor. O governo, apesar de poucos, tem leis e oferece benefícios aos usuários de painéis solares, diminuindo os custos de implementação. Ainda existe a vida útil dos sensores, de plena capacidade por 25 anos, podendo chegar aos 40. Além de todo o sistema ser sustentável, fazendo com que se diminua a porcentagem de emissão de gases nocivos e que agravam o aquecimento global e o efeito estufa (Rajput, 2017 p. 34).

Enquanto isso ainda se é vista uma maior criação de novos empregos no setor de energia limpa. O Brasil responde por 10% dos empregos mundiais em relação a projetos de energia ‘verde’ (VALOR, 2022). O engenheiro Aurélio Souza, conselheiro do Instituto Clima Info, ainda cita que por cada megawatt produzindo e gerando energia, permitirá 30 novas posições de trabalho no setor de energia solar por ano.

Gráfico 1: Evolução do Potencial Fotovoltaico

Evolução no Brasil

Solar fotovoltaica em potência instalada (MW)



Fonte: ANEEL

3. Metodologia

De acordo com Michel (2015) a metodologia é uma forma organizada e planejada, através de critérios traçados anteriormente, a fim de atingir um propósito maior, seja ele uma solução ou uma resolução para um problema. Enquanto Lakatos e Marconi (2012) citam de forma mais direta a metodologia sendo um caminho percorrido em uma pesquisa, em busca de um processo seguro e decisório.

Michel (2015) também diz que não é somente informar, mas sim mostrar informações, dados e justificar o que está sendo apresentado em seu trabalho. Pesquisas precisam ser confrontadas com o ambiente mais próximo da realidade. O método de pesquisa utilizado no estudo realizado se enquadra na pesquisa qualitativa, evidenciando os dados adquiridos.

Essa pesquisa tem quanto a seus fins exemplificar e explicar a instalação, custo e volta do capital investido ao longo do processo em forma de diminuição constante nas contas de energia dentro da cidade do Rio de Janeiro.

Quanto aos meus será realizado através de um estudo de caso visando o desenvolvimento do processo, junto aos dados obtidos através de um programa de geração de dados fotovoltaicos, chamado “**RETScreen Expert**”, e uma entrevista com lojas do setor de aplicação de painéis solares, para então conhecimentos das principais causas e consequências do uso deste tipo de energia.

3.1 Tipologia

Neste trabalho se busca conhecer e analisar os dados obtidos em relação à incidência solar na cidade do Rio de Janeiro no período anual, visando ter uma margem dos dados obtidos do melhor mês ao pior, passando por todas as estações do ano.

O programa utilizado, de origem canadense, gera os dados através de sua parceria com a NASA e diversas instituições que buscam desenvolver trabalhos em diversos setores ligados a energias, de todos os modos.

Através dos dados referentes ao local do estudo referente a energia fotovoltaica, em questão, e em busca de orçamentos com 3 empresas especializadas em painéis solares, dentro da localidade do estudo, que trabalham nos segmentos de instalação e adaptação da matriz energética solar aos padrões da rede elétrica residencial. O intuito de instalação, visando o ganho energético residencial, será comparar em quanto tempo, considerando a vida útil do produto, se tem lucro através do meio

O estudo de caso, junto a entrevista realizada, tem por finalidade exemplificar a realidade dos investimentos realizados no setor energético fotovoltaico em uma microeconomia, dando ao indivíduo uma visão e conhecimento do segmento abordado e mostrando as perspectivas dele frente ao futuro da geração de energia.

3.2 Coleta de Dados

As entrevistas realizadas foram com duas pessoas que tem seus estudos e trabalhos voltados para o setor energético, com os quais trabalham constantemente com a energia fotovoltaica, tema abordado pelo trabalho realizado.

4. Análise de Dados

Após coleta das informações, os resultados obtidos com a projeto foi analisado e discutido.

4.1. Entrevistas

José Renato Colaferro, Cofundador da Blue Sol, empresa existente no mercado desde 2009 e com foco exclusivo para energia solar fotovoltaica. Eles se dedicam a sempre explorar novos seguimentos de mercado ao longo dos anos, buscando oportunidades de inovar. São uma empresa com mais de 300 franquias espalhadas por todo o país. Formado em Administração de Empresas, pela Insper/SP.

Me. Sc. Matheus Poggio pesquisador no laboratório Cenergia Coppe/UFRJ, na área de modelagem energética. Seus projetos são relacionados a combustíveis verdes e combustíveis para a transição energética. Seu Doutorado no programa de planejamento energético da Coppe/UFRJ é focado em modelagem probabilística para diferentes cenários climáticos. Começou a estudar energia mais a fundo, em 2018, com o meu mestrado, também no programa de planejamento energético e nas disciplinas de economia da energia e tecnologia da energia, onde estudou sobre vários sistemas de energia, incluindo o sistema fotovoltaico.

As respostas dos entrevistados são transcritas abaixo tendo as respostas do entrevistado José Renato sendo sempre a primeira, enquanto as do pesquisador Me. Sc. Matheus Poggio posterior a dele.

Quando perguntados sobre o que os incentivaram a trabalhar na área de energia, com painéis fotovoltaicos, foi respondido:

“A gente estava buscando um negócio para investir e os meus sócios tinham trabalhado no setor automobilístico, no tempo, em concessionárias. Não queriam mais trabalhar nesse segmento, já estava bem saturado. E daí ele achou o fotovoltaico nascendo no mundo em 2009, ainda era uma coisa muito incipiente, mas a Espanha

e Alemanha, a Califórnia, principalmente, Já estavam investindo muito e a gente estava vendo que isso ia crescer muito no mundo e invariavelmente ocorreria no Brasil. (...)

A gente olhou os outros países, vimos que iria acontecer, acreditamos que ocorreria no Brasil e investimos, pesquisamos muito. Claro que não é só olhar o Brasil. A gente olhou o que o Brasil tinha potencial, tinha muita e muito insumo, né? Nós principais, como a luz solar. A gente viu que o Brasil tinha muito mais luz solar do que os outros países do mundo. Acabamos vendo que o Brasil tinha um mercado endereçável muito grande, com um volume muito grande de clientes consumidores e volume muito grande. Consumo de energia, crescimento, né? O número de consumidores cresceu. Então isso fez com que a quiséssemos investir.”

(- José Renato)

“Diria assim, de cara, interesse pelas matérias e trabalhos realizados sobre o tema . Vi naquilo uma vontade de entender e aprender mais sobre o assunto.

Eu acho que a população está longe dos critérios de sustentabilidade, então o primeiro aspecto para desenvolver essa tecnologia é expandir o conhecimento sobre ela e ver seu potencial, e isso me levou a explorar mais esse tema.”

(- Matheus Poggio)

Ambos os entrevistados veem como o maior incentivo de se trabalhar com painéis solares o pouco desenvolvimento que se tem sobre o tema. Além disso é visto que existe um grande potencial no sistema fotovoltaico brasileiro devido a grandes zonas térmicas, em que a captação tem potencial energético.

Em seguida, foi perguntado sobre a taxa fotovoltaica no verão do município do Rio de Janeiro e a diferença dela em relação as demais estações, além de suas principais diferenças. Suas respostas foram as seguintes:

“Sem dúvida que sim. Isso não sei te dizer. Por exemplo, tem regiões que basicamente funciona da seguinte forma. Você tem geração sazonal, então por que ela sazonal? Porque primeiro o sol, o número de horas de sol. Se ao longo do ano você tem o solstício de inverno, que é o dia mais curto do ano, que é normalmente dia 22 de junho, você tem o solstício de verão, que é o dia mais longo do ano, que é dia 22 de dezembro, né?

E entre esses dias, entre junho e julho, entre junho e dezembro, o número de horas do dia vai aumentando e entre dezembro junho o número de horas do dia vai diminuindo. Além disso, Sol fica mais angulado, então, quando ele fica mais alto no horizonte, ele gera mais energia por diversas razões penetração atmosférica e a própria angulação.”

(- José Renato)

“Sim. Talvez não mude tanto, mas o que muda mesmo é o ‘range’ do dia, a quantidade de horas de ensolação. Então, tem que tomar cuidado com esses dados de eficiência, por que não necessariamente é eficiência que vai mudar, mais sim o fator de capacidade. Ele vai

conseguir induzir por mais horas e por isso sim que no verão se gera mais energia.

Além disso, tem um fato importante também que no verão a temperatura elevada diminui a geração elétrica dos painéis solares, e isso é algo a se considerar também.

E basicamente é isso. Eu basicamente diria que pode aumentar em relação ao inverno, pode dobrar a quantidade em eletricidade gerada, mais ou menos. Pelo menos aqui no Rio de Janeiro”

(- Matheus Poggio)

O verão é visto pelos entrevistados como um ponto de maior captação solar, mas isso só se dá pelo fato do maior período do dia de luz solar, o que acaba ocorrendo maiores gerações de energia ao longo do período e não por conta dos aumentos de temperatura.

Além disso ainda se tem que esse grande aumento da temperatura, com médias chegando a 40°C no dia, pode interferir negativamente na captação dos painéis, como informado pelo entrevistado, mesmo que a angulação do Sol referente a cidade esteja em seu melhor momento do ano.

Ao serem questionados sobre as maiores vantagens referente e utilização da energia solar fotovoltaicas, suas respostas foram as seguintes:

“A maior vantagem. Primeiro na sustentabilidade. O fato de não ser poluente gera barulho. Acho que esse é o principal ponto. Muito alinhada à transição energética que o mundo está passando hoje. O solar é a principal fonte maior que a eólica hoje no planeta. E daí se tem um segundo fator, que é o do consumidor de energia poder gerar sua própria energia. Então, essa é uma das que a gente gosta muito, porque a gente está dando liberdade ao consumidor de energia, né? É uma coisa muito, muito simbólica, né? (...) Um poder de decisão muito forte, né? Então eu acho que aí está uma das principais vantagens também tem muitas outras, muitas outras, mas eu diria que essas duas. O aspecto de sustentabilidade e liberdade. Então a gente tá muito animado com toda a transformação que o mundo precisa passar.”

(- José Renato)

“Economia de energia, de primeira, de cara. A segunda, podemos dizer, sem analisar todo o ciclo de produção do painel, a diminuição da necessidade de produção de energia através das termoeletricas. Aqui no Brasil nem tanto, mas em outros países, com certeza.

Terceiro, pode-se dizer a diminuição da necessidade de energia vinda das concessionárias, já que você acaba ficando um pouco mais livre e independente, apesar de ainda precisar dela para servir como sua bateria. Independente de ter todo o gasto energético vindo de painéis, necessariamente voce tem que estar ligado a rede.

E não se pode esquecer do fator da sustentabilidade que esse tipo de energia acaba trazendo também.”

(-Matheus Poggio)

Com focos diferentes, ambos pensam na forma mais sustentável que esse tipo de energia traz ao consumidor, além de frisarem bastante a ideia de maior liberdade por conta de ter seu poder sobre aquilo em que está gastando e consumindo, sem depender de tanto das concessionárias.

Outro ponto muito visado é a economia de energia, já que se tem a diminuição dos gastos com as concessionárias locais.

Depois de responderem sobre as vantagens, foram perguntados sobre as desvantagens do sistema de energia solar fotovoltaico:

“Acho que a principal desvantagem é a da intermitência, né? Então existe intermitência. Eu consigo dizer com muita, muita assertividade quanto um sistema vai gerar em um ano, mas eu consigo dizer com muita pouca assertividade quanto ele vai gerar amanhã, porque amanhã pode ser que até a chuva é cara. Eu não posso depender dessa energia no curto prazo. Essa atividade sempre foi o exemplo de gerar no dia 15 de janeiro de 2023. Então eu vou te falar cara, eu tenho muito pouca certeza né? Porque no dia 15 de janeiro, especificamente, até porque a meteorologia não consegue prever até lá, cara, eu não sei, pode ser que seja chovendo e eu vou tirar pouco, vou ter muita intermitência. Eu tenho muita volatilidade na geração de curto prazo. (...) Eu acho que o principal problema é o fato de a gente não conseguir gerar de uma forma firme e previsível no curto prazo. Acho que esse é o principal problema.”

- José Renato

“A desvantagem é lixo gerado principalmente. Tem que ver exatamente onde se podem ser recicladas as placas, todo o Silício, o Lítio, que podem ser danosos ao meio ambiente.

Em relação as concessionárias, vai dificultar em muito a otimização da rede, já que vão se ter vários lugares produzindo a energia individualmente.”

-Matheus Poggio

Do ponto de vista do consumidor, o entrevistado vê como a maior desvantagem a volatilidade ao longo do ano da energia. Acima foi mostrado que as estações possuem maior e menor produção de energia de acordo com a duração das estações e da emissão solar na região de acordo com o período.

Do ponto de vista sustentável, o segundo entrevistado se preocupa com a eliminação dos resíduos gerados pelas placas após sua durabilidade, já que possuem difíceis descartes por se tratar de materiais contaminantes enquanto descartado na natureza.

Em questionamento sobre o custeamento da instalação e aplicação dos painéis solares no local, as respostas foram as seguintes:

“Eu não acho que é caro, o custo não é elevado. De fato, é muito mais caro que pagar a conta de luz, entendeu? Você está querendo dizer ao custo inicial, o upfront cost. O desembolso inicial é algo de fato impeditivo. Ele impede que pessoas com menor poder aquisitivo acessem o sistema. Mas isso eu acredito muito que vai ser vencido com novas linhas de financiamento, com essa opção de tecnologia, mas absorção de modelos de negócio que permitam que as populações de rendas diferentes, as rendas mais baixas, acessem isso. Então, e além disso, acho que é sempre importante dizer que uma tecnologia, ela sempre começa pelo público mais a mais cara nessa televisão. Antes só milionário, tinha televisão. E daí começou a penetrar em casas media renda, de renda média-alta e depois popularizou a coisa toda. E esse desembolso inicial é desafiador. Ele exige, por exemplo, um financiamento, tudo isso. Agora, eu não acho que é assim o pior.”

(- José Renato)

“Não é uma tecnologia ainda acessível a todos, mas acredito ser um investimento muito válido. Você paga hoje as contas sem um retorno disso no futuro. Com os painéis solares instalados e funcionando você vai ver esse gasto todo da compra e instalação deles, mas também vai pagar isso com o tempo e depois de pago tudo aquilo que sobrar será lucro, ou menos gasto para você.

Só tem que se ter cuidado com o efeito rebound, que é quando mais energia se tem, mais você vai gastar, e no final não tendo uma diferença dos gastos com a conta de luz.”

(- Matheus Poggio)

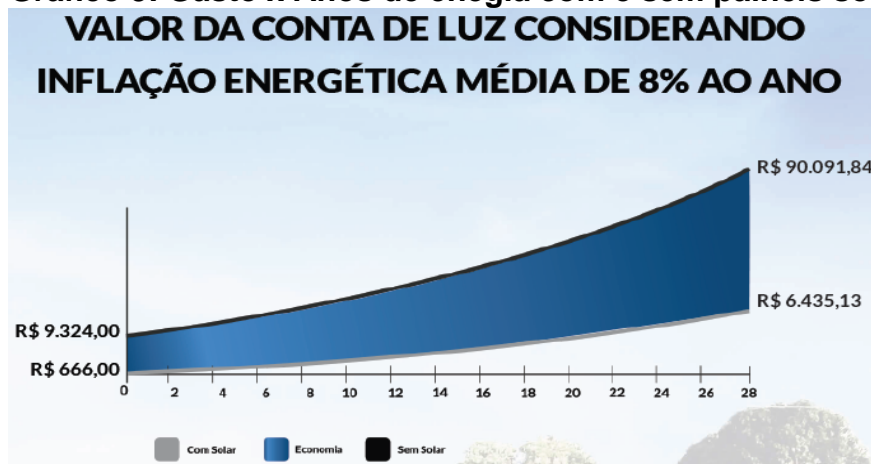
Os entrevistados concordam sobre o custo inicial ser elevado, mas citam muito a efetividade dos painéis como forma de se ter um retorno rápido dos custos de instalação e do material. Isso leva a entender que os gastos com a aplicação de energia fotovoltaica são mais atrativos a médio e longo prazo. Com a ressalva, do entrevistado, de ter em consciência que a diminuição das contas não são motivos para se gastar mais energia que o atual do local em que se mora.

Foi perguntado sobre a manutenção dos painéis solares, como era executada e foi respondido o seguinte:

“Basicamente, ele tem dois pilares de custo de manutenção. Um é a manutenção preventiva de equipamentos elétricos mesmo para checar conectores, conexões elétricas. Esse tipo de coisa que o solar nada mais é do que um sistema elétrico. Ele é um sistema, um circuito elétrico equipado de painéis interconectados com cabos com conectores, um disjuntor com forma de proteção, com inversor de frequência e um monte de componente ali. Tem que ter sempre uma manutenção preventiva para ver se esses componentes estão com

O gráfico mostra a média mensal produzida de energia fotovoltaica na cidade do Rio de Janeiro, demonstrando que na estação de verão, a captação de energia se faz maior que nos demais estações. Calculando a média anual, temos um valor de 744,25 kWh por mês, sendo superior aos gastos médios estipulados na proposta, demonstrando os ganhos de painéis solares, equivalente a 106%.

Gráfico 3: Gasto x Anos de energia com e sem painéis solares



O Gráfico acima faz o comparativo, seguindo a inflação anual do valor da conta de luz estipulada em 8%, levando em conta o ano 0, onde fez a instalação da energia fotovoltaica, até o ano 28, média aproximada da duração dos painéis solares. Os gastos com a energia se mantêm constante ao longo dos anos enquanto utilizador de painéis solares, enquanto os que não possuem tem um aumento significativo de aproximadamente R\$ 83.700,00 reais gastos ao longo dos anos.

A proposta é de aproximadamente R\$ 30.500,00. Nelas estão constados o projeto a ser realizado no local, os módulos, inversores, estruturas de fixação e a instalação. Hoje se tem diversas linhas de financiamento em bancos estatais e particulares visando a expansão da energia limpa, o que possibilita o parcelamento em até 96x. Nela estão constando o módulo da marca Super Premium do mercado (Longi, Jinko, Canadian, Trina, ZNshine).

Considerando a energia como investimento, se tem um percentual de 31,86% em taxa de retorno no primeiro ano, que comparado a poupança (6,17%), tem uma diferença de 25,69%.

Neste projeto, considerando estes dados de uma habitação média, a taxa de retorno, ou *payback*, está próximo de 3 anos, com o qual somente em diminuição de custos de energia terá retorno de seu capital investido.

5. Considerações Finais

O trabalho teve como objetivo analisar a proposta, os ganhos financeiros a partir do tempo de aplicação do consumo e produção, além de explicar a história e o desenvolvimento da energia solar, focado no segmento fotovoltaico. Tendo o município do Rio de Janeiro como local de estudo e a partir da análise de um projeto feito com uma média estipulada.

As entrevistas com pessoas relacionadas ao mercado energético renovável fotovoltaico evidenciaram as necessidades de aprimoração e desenvolvimento dos conhecimentos, além da exploração do sistema por parte do indivíduos e do Estado como forma de modificar as dificuldades existentes.

É visto que uma habitação com sistema fotovoltaico tem maior sustentabilidade e economia em relação as que não tem. O sistema, que por mais que possua um capital alto de início (*upfront cost*) tem retorno a médio prazo, em uma média de 3 a 4 anos.

Além disso ainda existe a valorização dos imóveis que possuem o sistema, já que a vida útil dele proporciona isso. Os baixos custos de manutenção se dão pela utilização de materiais da melhor qualidade, sendo possível acompanhar pela eficiência dos componentes vindos do sistema de captação.

6. Referência Bibliográfica

AS IMPRESSIONANTES FAZENDAS SOLARES DA CHINA QUE ESTÃO TRANSFORMANDO A GERAÇÃO DE ENERGIA MUNDIAL Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-45766319> Acesso em 12 Nov. 2022.

BLASZCZAK, Vinícius. **ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE PAINEL FOTOVOLTAICO COM SISTEMA TRACKER SEGUIDOR SOLAR**. 2017. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Eng. Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017.

Balanço Energético Nacional (BEN) 2021: Ano base 2019,2020. Disponível em <https://ben.epe.gov.br> Acesso em Out. 2022

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética - Epe. Ministério de Minas e Energia – Mme. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL**. Brasília: Epe, 2021. 301 p.

DA TEORIA À PRÁTICA: Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. WWF BRASIL, Disponível em https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/ Acesso em 15 Nov. 2022

EMPREGO 'VERDE' PODE GERAR 2 MILHÕES DE VAGAS EM CINCO ANOS: Brasil já responde por 10% dos empregos em projetos de energia renovável no mundo e vai acelerar ritmo de abertura de postos, dizem especialistas. VALOR ECONÔMICO, Disponível em <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2022/11/06/emprego-verde-pode-gerar-2-milhes-de-vagas-em-cinco-anos.ghtml> Acesso em 6 Nov. 2022

GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR ALCANÇA A MARCA HISTÓRICA DE 1TW: A energia solar fotovoltaica é hoje da segunda maior fonte de energia renovável no mundo, atrás apenas da hídrica, Disponível em <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2022/05/23/geracao-de-energia-solar-alcanca-marca-historica-de-1-tw.ghtml> Acesso em 20 Nov. 2022

JÚNIOR, Orlando Moreira; SOUZA, Celso Correia de. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. **Interações**, Campo Grande Ms, v. 2, n. 21, p. 379-387, abr. 2020.

KIVIRANTA, Kirsikka; THOMASSON, Tomi; HIRVONEN, Jonne; TÄHTINEN, Matti. Connecting circular economy and energy industry: a techno-economic study for the Åland islands. **Applied Energy**, [S.L.], v. 279, p. 115883, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115883>.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S.. Photovoltaic Solar Energy: a briefly review. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 123-146, 14 out. 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150008>.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa e elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e Pesquisa Científica em Ciências Sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

OLIVEIRA, Wemerson. et al. **A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO: INSTALAÇÃO DE UM PAINEL SOLAR EM RESIDÊNCIA**. 2015

RAJPUT, Saurabh Kumar. **SOLAR ENERGY: fundamentals, economic and energy analysis**. Rajnagar: First, 2017. 90 p.

REZENDE, Jaqueline Oliveira (org.). **A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. 156 p.

RIBEIRO, Nívea dos Santos Bezerra. **Energia solar fotovoltaica: organização atual do mercado mundial**. 2018. 31 f. Monografia (Especialização) - Curso de Relações Internacionais, Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: Solar e eólica representarão mais de 90% do aumento da geração de energia em 2023. **O GLOBO**, Disponível em <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2022/09/solar-e-eolica-vaio-ser->

[responsaveis-por-mais-de-90percent-do-aumento-da-oferta-de-energia-no-pais.ghtml](#) Acesso em 26 Set. 2022.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. **MEIO SECULO DA HISTÓRIA FOTOVOLTAICA**. 2006. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Física, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2006.

Vichi, Flávio Maron; Mansor, Maria Teresa Castilho. **ENERGIA, MEIO AMBIENTE E ECONOMIA: O BRASIL NO CONTEXTO MUNDIAL**. São Paulo: Quim. Nova, v. 32, n. 3, 2 abr. 2019.