

## PROPOSTA DE ÍNDICE PARA AVALIAR A EFICIÊNCIA DO USO DA ENERGIA SOLAR NO ESTADO DA BAHIA.

Caike Calasas Simões<sup>1</sup>

Juliana Abraão de Souza<sup>2</sup>

Luan Felipe Franco de Souza<sup>3</sup>

Fernando Pires dos Santos<sup>4</sup>

Vanessa Nascimento Monteiro<sup>5</sup>

Raul Cesar Mello dos Santos<sup>6</sup>

### RESUMO

A energia elétrica é uma grande aliada em relação a energia sustentável e limpa além do seu fator econômico, e com isso é muito importante para a avaliação da utilização dessa energia um índice indicando a sua eficiência. O presente estudo teve como objetivo uma proposta para avaliar variáveis com o intuito de gerar um índice indicando a viabilidade e eficiência da instalação de placas fotovoltaicas para a geração de energia no estado da Bahia. Para tal análise foram estabelecidas 5 variáveis diferentes que impactam diretamente na eficiência na geração de energia gerando valores que quando colocados em uma equação. Foram utilizados para verificar a viabilidade através de análises dos resultados encontrados na região escolhida, utilizando um índice de 0% a 100% para analisar a eficiência, sendo 0% sem impacto na eficiência energética e 100% com extremo impacto negativo na eficiência. Os Resultados da análise mostram que a eficiência na geração de energia na Bahia especificamente na cidade de Salvador é viável, pois o cálculo para a utilização do índice apresentou o impacto de 25% na geração da energia deixando a eficiência na faixa de 75% o que traz uma grande viabilidade já que a estimada de eficiência de geração de energia fotovoltaica na região do Brasil esta em 80% o que se aproxima bastante dos resultados obtidos assim tornando viável e eficiência a instalação das placas solares para a geração da energia trazendo assim uma melhor economia na geração de energia e tornariam uma opção de produção energética renovável e não poluente assim mostrando que a energia solar é viável para ser a próxima energia no Estado da Bahia.

**Palavras-chave:** Energia Solar, Eficiência, Índice, Variáveis, Bahia.

<sup>1</sup>Bacharelado em Engenharia Química, Centro Universitário Jorge Amado. Email: caikecalazans@hotmail.com

<sup>2</sup>Bacharelado em Engenharia Química, Centro Universitário Jorge Amado. Email: julianaabrahamoo@gmail.com

<sup>3</sup>Bacharelado em Engenharia Química, Centro Universitário Jorge Amado. Email: luanfelipefranco@gmail.com

<sup>4</sup>Biólogo, bacharel em Recursos Ambientais na Universidade Federal da Bahia (UFBA) (2002). Mestre em Ecologia e Biomonitoramento pela UFBA (2006). Curso de Avaliação de EIA/RIMA, pela Fundação Universidade do Rio Grande (FURG) (2010). Professor do Centro Universitário Jorge Amado. Email: piresf@gmail.com

<sup>5</sup>Química, bacharel em Química na Universidade Estadual de Santa Cruz (2005). Mestre em Química pela UNEB (2008). Engenheira Química pela Unijorge (2020). Matemática pela UNIP (2018). Professor do Centro Universitário Jorge Amado. Email: vmonteiro1907@unijorge.pro.br

<sup>6</sup>Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (1989) e mestrado em Administração Estratégica pela Universidade Salvador (2007). Professor e coordenador do Centro Universitário Jorge Amado. Email: Raul.mello@unijorge.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

É um fato que o índice de eficiência energética é um aliado importante na avaliação do uso da energia em suas diversas vertentes. Sua aplicação é imprescindível em diversos projetos para obter-se sustentabilidade, produtividade, economia e até mesmo chamar atenção do público para as políticas ambientais aplicadas dentro de uma empresa. Porém muitas vezes são esquecidos ou até mesmo deixados de lado por falta de informação/medo da mudança.

Em 1984 foi criada a linha do tempo da eficiência energética, e teve como o principal marco a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem-PBE, que tem como ponto chave o incentivo a inovação e a evolução tecnológica dos produtos e serve como instrumento para estimular a fabricação de aparelhos e equipamentos mais eficientes.

E para a racionalização do uso e consumo de energia no país, concluiu-se que indicadores de eficiência providos aos consumidores nos produtos abrangidos pelo programa auxiliariam a população na escolha consciente de produtos, desta forma permitindo balancear o custo da energia consumida contra os benefícios oferecidos por cada produto. (INMETRO, 1984).

Desde então, a eficiência energética vem sendo aplicada em todos os ramos ligados a energia, seja com os produtos ou com os tipos de energia, com o objetivo de aperfeiçoar os processos para evitar o desperdício. O uso eficiente da energia gera economia, reduz custos e principalmente contribui para a preservação do meio ambiente.

Tratando diretamente da energia solar, que é uma fonte alternativa, sustentável e renovável de energia, que provém da radiação eletromagnética emanada diariamente pelo sol, é de suma importância medir a eficiência dela em diferentes regiões do Brasil, pois variáveis como pluviosidade, insolação, angulação, latitude, cobertura vegetal, temperatura e pressão atmosférica podem alterar a sua eficiência em determinadas regiões.

A temperatura é um dos principais fatores que podem influenciar na eficiência do sistema fotovoltaico. Muitas pessoas pensam que o calor é o principal ponto que reflete sobre a geração de energia solar, mas quem vive em áreas muito quentes, como no nordeste brasileiro, pode ver a eficiência do painel solar diminuir um pouco. Os painéis solares funcionam muito melhor quando estão instalados em regiões que possuem temperaturas mais amenas. (HCC Energia Solar, 2022).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL (2021) e a Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado da Bahia-SDE (2021), o panorama de energia solar no estado conta com 25% dos parques solares do Brasil, tornando-se líder nacional em geração de energia solar no país.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo foi de demonstrar a proposta do índice, com base em pesquisas científicas e cálculos matemáticos, de forma dinâmica e precisa a importância e a utilidade do Índice de Eficiência Energética Solar Fotovoltaica em diferentes regiões do estado da Bahia.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Na era da tecnologia e inovações os índices no geral são grandes aliados quando precisamos verificar, analisar, quantificar e qualificar oscilações em um devido setor. Índices muito utilizados e de conhecimento público como o Índice Qualidade da Água-IQA, que foi desenvolvido como o próprio nome sugere, para avaliar a qualidade da água bruta para ser utilizada no abastecimento público, ou até mesmo o Produto Interno Bruto-PIB, utilizado para estimar a quantidade de patrimônio produzido no país, são de extrema importância nos setores econômicos e sociais.

Este estudo teve como objetivo aplicar a utilização do índice da energia solar fotovoltaica de maneira mais eficiente possível, verificando a eficiência e o impacto que os meios causaram, assim utilizando da melhor forma, já que trata-se de um meio de produção de energia de forma renovável, que contribui com o desenvolvimento social, econômico, com o meio ambiente e também para a sustentabilidade, preservando os recursos naturais trazendo assim benefícios em todos os âmbitos.

Além de prover esses benefícios, as fontes de energia renováveis, se implantadas apropriadamente, podem principalmente contribuir 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 (IPCC, 2011 *APUD UCZAI et. al.*, 1012, p. 23).

Dando ênfase para os benefícios que esse tipo de energia oferece com relação ao meio ambiente, se tratando de uma energia renovável e limpa, sendo ela não produtora de resíduos e nem poluidora, também não tem efeitos nocivos a saúde, o que a destaca das outras energias tornando-a uma energia viável e com muito potencial, substituindo de forma eminente as energias mais poluentes como as providas de combustíveis fósseis, além da sua instalação ser viavelmente ecológica e econômica a longo prazo.

## 2.1. Energia Solar Fotovoltaica

A energia Fotovoltaica tem sua origem de geração através da luz solar que por sua vez atingem painéis Fotovoltaicos, assim convertendo a energia solar em energia elétrica para a utilização. Esse tipo de energia teve origem em 1839, pelo físico Alexandre-Edmond Becquerel que analisou e descobriu que certos tipos de matérias quando são atingidas por feixes de luz geram pequenas quantidades de energia elétrica.

Amaral (2022) afirma que com o tempo foi desenvolvendo esse estudo até chegar à Corrida Espacial com a grande necessidade de uma fonte de energia que funcionasse mesmo no espaço, foi descoberta e desenvolvida uma célula de Silício com cerca de 6% de eficiência energética para a utilização no programa espacial onde foi utilizado no Experimento da Superfície Lunar Apollo na qual possuía painéis solares para manter sua energia.

Trazendo o projeto para o cotidiano percebeu-se que ele poderia ser utilizado para prover energia para pequenas e grandes cidades, agindo em conjunto como complemento para outras fontes de energia ou até mesmo de forma autossuficiente.

## 2.2. Pontos positivos e negativos

Instalar um equipamento de energia solar fotovoltaica tem seus pontos positivos e negativos. Entre os pontos positivos estão a economia na conta de energia, a valorização do local onde se encontra instalado o equipamento, baixa manutenção ou quase nula, o retorno do investimento a longo prazo, e sustentabilidade pela utilização da energia limpa.

Entre os pontos negativos tem-se, o alto custo de instalação, interrupções da captação de energia solar causada pelos dias nublados e chuvosos, não gera energia à noite, falta de incentivo no Brasil, e o alto *payback* devido à demora do retorno do investimento.

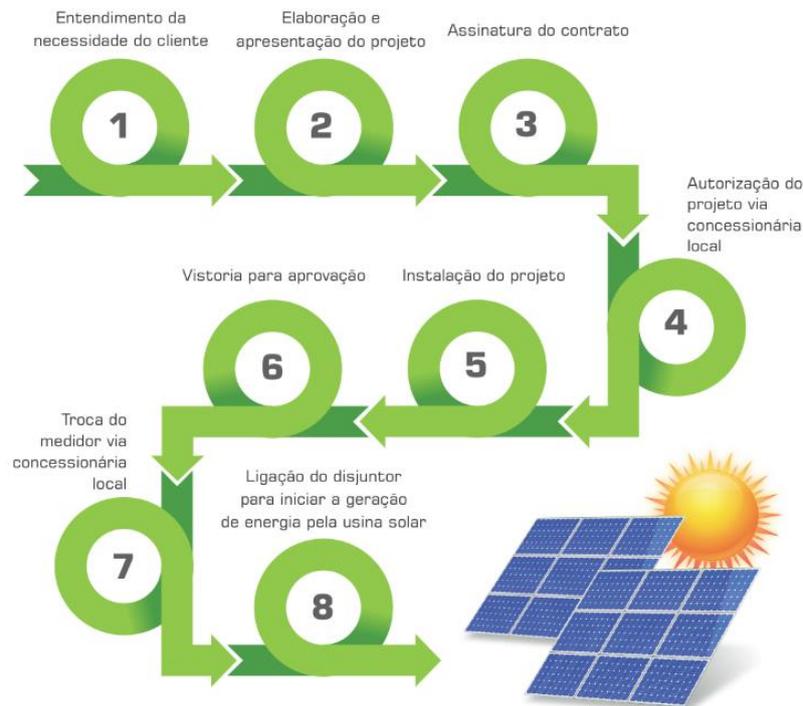
### **2.3. Instalação e funcionamento das placas solares**

A instalação das placas solares deve ser feita por um profissional técnico, para que se obtenha a maior eficiência, e a melhor vida útil possível, visto que esse equipamento é projetado para durar mais de 20 anos.

Pode-se observar na Figura 1 as etapas do processo para a instalação das placas Fotovoltaicas.

#### **FIGURA 1- INSTALAÇÃO DAS PLACAS**

## ETAPAS DO PROCESSO



FONTE: Grupo CS Brasil (2019).

Através da Figura 1 pode-se observar as etapas para instalação das placas fotovoltaicas, a análise sempre começará pela necessidade do cliente e assim elaborar uma maneira de adequar o projeto ao mesmo, depois requerido às autorizações necessárias para liberação da instalação do projeto, e após as ter em mãos, será feito a sua instalação e vistoria para aprovação e a troca do medidor pela concessionária local.

### 2.3.1 Insolação

Segundo Pinho (2014), a insolação verifica a exposição ao sol em determinada localidade, tendo em vista que a geração de energia só pode ser feita com eficiência quando há um grande nível de insolação nos painéis solares, o que faz ser a principal variável para a geração de energia, pois é necessária a exposição ao sol para que a geração de energia ocorra.

### 2.3.2 Pluviosidade

Seria a medição de um determinado local para verificar a quantidade de chuva que cai na região, e são medidos através de pluviômetros. Já que é necessária

a irradiação solar para gerar a energia, a quantidade de chuvas pode atrapalhar, sendo que nessas situações a irradiação será menor, assim prejudicando a geração de energia solar na região (VIANELLO, 1991).

### **2.3.3 Temperatura**

De acordo com Bega (2011), relacionado juntamente com insolação, a temperatura registra-se com movimentação das moléculas e verifica-se assim a energia cinética gerada por essas moléculas, o que leva a gerar mais energia quanto maior for a temperatura da região na qual está sendo estudada.

### **2.3.4 Angulação das Placas**

O fator da angulação na qual as placas solares ficam é determinante para definir quanto tempo o sol irá atingir e gerar energia durante todo período na qual se possui luz solar, afinal a posição do sol é de extrema importância para a geração de energia e a angulação das placas deve aproveitar ao máximo a exposição do sol para que se produza mais energia durante maior quantidade de tempo (CRESESB, 2006).

### **2.3.5 Cobertura Vegetal**

A cobertura vegetal pode interferir na geração de energia, pois dependendo da vegetação pode ocorrer a produção de sombra o que impossibilita a geração de energia por motivos de isentar a luz solar das placas.

## 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo e análise dos impactos causados pelas variáveis na eficiência do uso da energia solar, o estudo foi dividido em duas etapas:

**Etapa 1:** Análise e discussão dos dados utilizados na geração do Índice;

**Etapa 2:** Aplicação do Índice na cidade de Salvador, Bahia.

### 3.1 Análise, dados e discussão dos parâmetros utilizados na geração do Índice

Na análise e discussão dos parâmetros utilizados, o estudo fez uma verificação de viabilidade para avaliação de um índice utilizando fatores na qual impactam de maneira tanto positiva quanto negativa na instalação da energia solar, para que antes de ser feito a utilização desse tipo de energia, seja possível verificar se será aplicada de maneira eficiente.

Deste modo, ao final desse estudo foi apresentado quantitativamente o índice de eficiência energética solar fotovoltaica na Bahia, comparando dados climáticos, geográficos, matemáticos, econômicos e ecológicos. Levando-se em consideração que o quanto mais próximo de zero for o resultado, menor será o impacto na geração de energia e maior será a eficiência energética. Dessa forma, obtendo um resultado conciso e dinâmico, facilitando a comparação com relação aos tipos de energia para um projeto de uso em residências, parques, empresas ou indústrias.

As variáveis utilizadas foram escolhidas com base em pesquisas realizadas sobre a eficiência dos painéis solares, o clima da região e sua vegetação.

Ele pode apresentar imperfeições, visto que não há outro índice existente com esse objetivo específico, o mesmo não apresenta e analisa os inúmeros

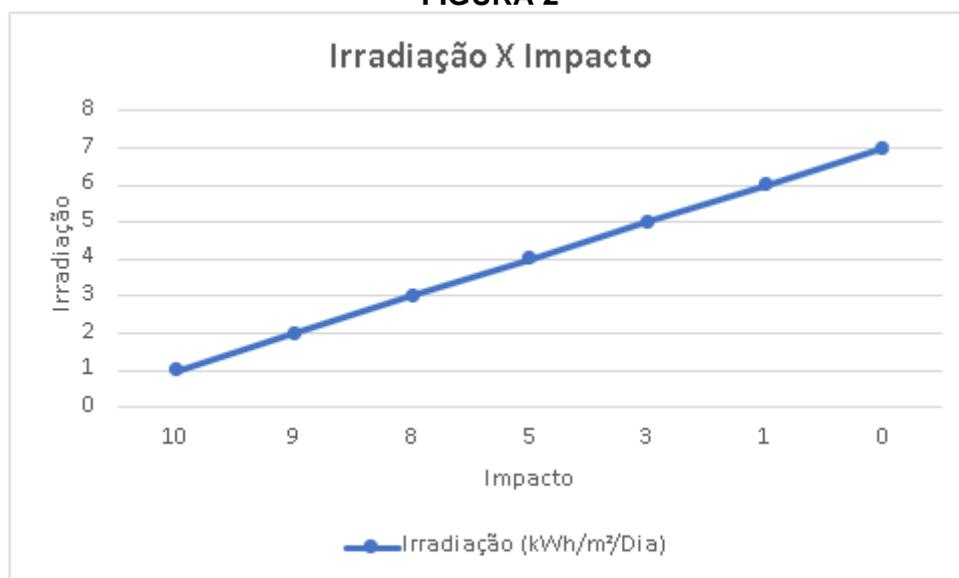
parâmetros possíveis em um estudo mais detalhado, e que sua validade precisa ser comprovada.

### 3.1.1 Dados utilizados nos parâmetros do índice

**Insolação** - Para a insolação os dados foram coletados do GLOBAL SOLAR ATLAS, que é um mapa que identifica as regiões com o maior potencial para geração de energia solar no mundo.

Esse mapa foi criado a partir de uma parceria da Aliança Internacional da Energia Solar (ISA) e o Banco Mundial.

**FIGURA 2**



Fonte: Autor Próprio (2022).

**Pluviosidade** – Os dados analisados sobre a pluviosidade foram resultantes de pesquisas relacionando a precipitação de chuva com a quantidade de nuvens existentes no local, assim comparando a quantidade de mm/h de chuva com o que é considerada chuva fraca, moderada, forte e muito forte.

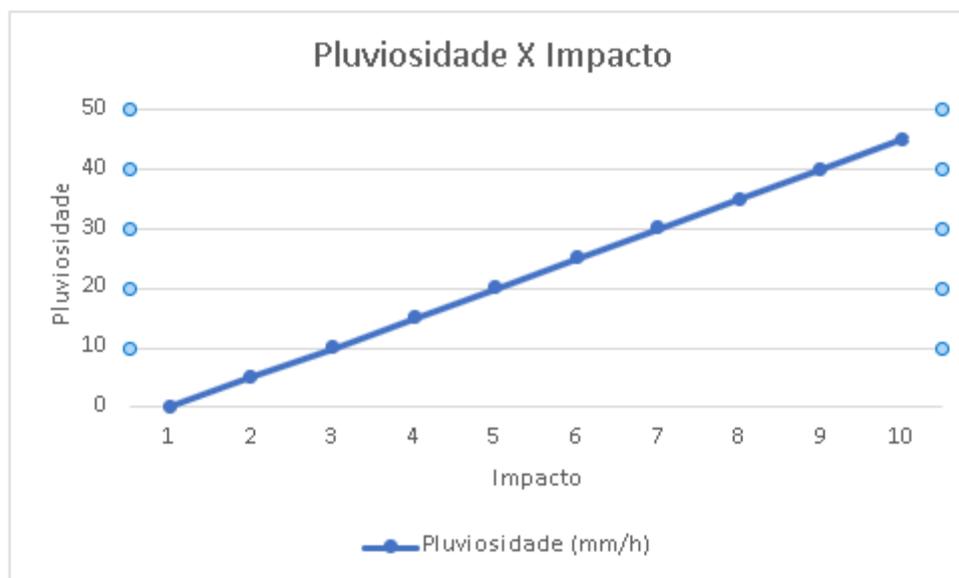
Os dados foram utilizados em mm/h para tornar o índice o mais preciso possível, visto que por ser um país de clima tropical, e em específico no Estado da Bahia o clima pode variar muito em um mesmo dia. O Quadro 1, a seguir, apresenta os tipos de chuva.

## Quadro 1- Definição do Tipo de Chuvas

Chuva Fraca - < 5mm/h
Chuva Moderada 5 a 25mm/h
Chuva Forte - 25 a 50mm/h
Chuva Muito Forte > 50mm/h

Fonte: Alerta Rio, RIO GOV.

FIGURA 3



Fonte: Autor Próprio (2022).

**Temperatura** – Na coleta de dados adquiridos em relação a temperatura foi verificado após pesquisas que, a temperatura ideal para as placas é de 25°C, e que a perda de eficiência pode ser calculada através da fórmula a seguir:

## EQUAÇÃO 1 - Fórmula da Perda de Eficiência

$$T_{max}^{\circ C} - 25^{\circ C} = X^{\circ C}$$

$$X \cdot 0,37 = PE$$

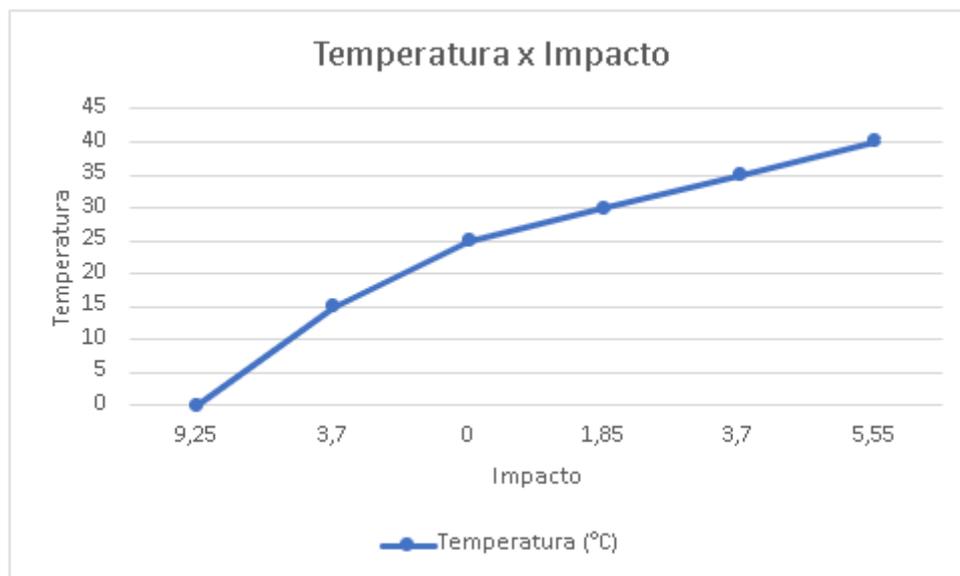
Fonte: Energês (2020).

Em que:

$T_{max}^{\circ C}$  - Temperatura máxima.

$PE$  - Perda de eficiência.

**FIGURA 4**



Fonte: Autor Próprio (2022).

**Angulação das Placas** - Os dados utilizados para a avaliação da angulação ideal das placas solares foram coletados através do *PVSyst* que é um software registrado, de projetos fotovoltaicos, sendo ele o mais completo e preciso do mercado, foi adquirido sua versão *7.2 free trial*, o mesmo calcula a angulação ideal para as placas levando em consideração a localização exata do local, sua latitude, e os obstáculos no horizonte (montanhas, elevações, etc.). O *PVSyst* foi projetado com o intuito de ser utilizado por arquitetos, engenheiros e pesquisadores, sendo também uma ferramenta educativa muito versátil.

O software é capaz de importar dados meteorológicos, utilizado ainda dados pessoais de muitas fontes diferentes. É um sistema que pode ser muito detalhado, ou ser utilizado com três passos simples:

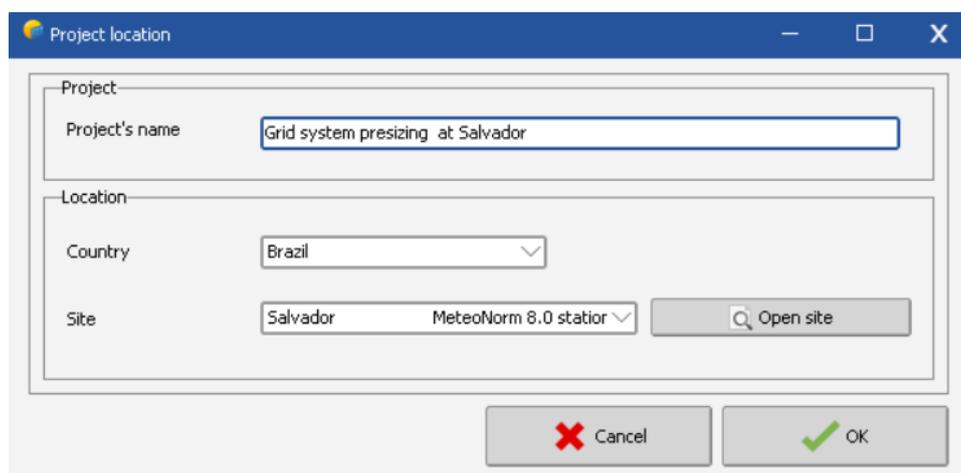
Escolher a potência desejada ou a área disponível;

Especificar o módulo fotovoltaico no banco de dados interno;

Escolha o tipo de inversor no banco de dados interno.

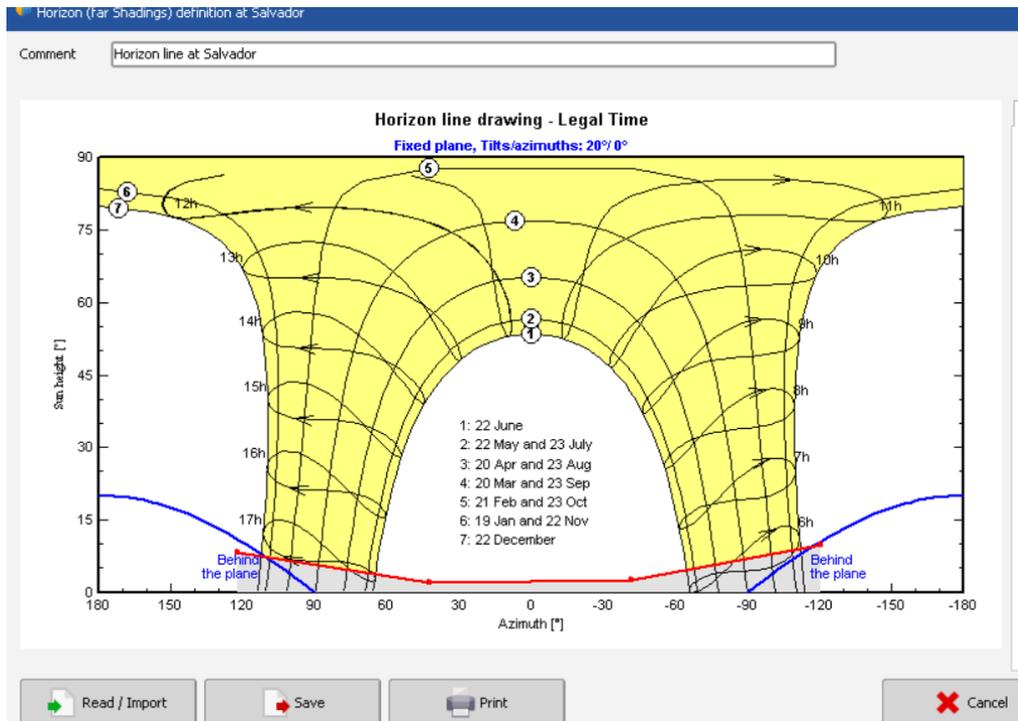
Para o estudo foi utilizado apenas a parte do software relacionado ao cálculo da angulação das placas.

**FIGURA 5- LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÃO DAS PLACAS**



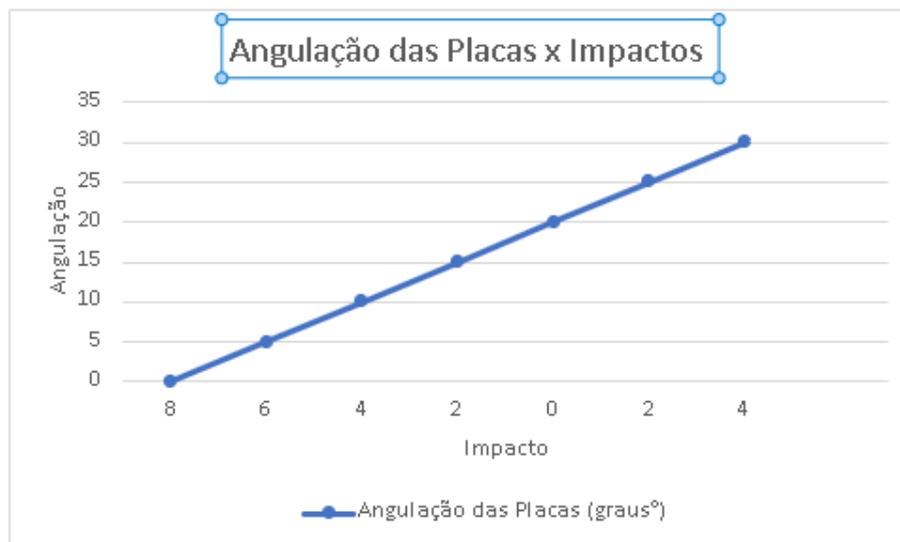
Fonte: Software PVsyst 7.2 (2022).

**Figura 6 - DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS NO HORIZONTE**



Fonte: Software PVsyst 7.2 (2022).

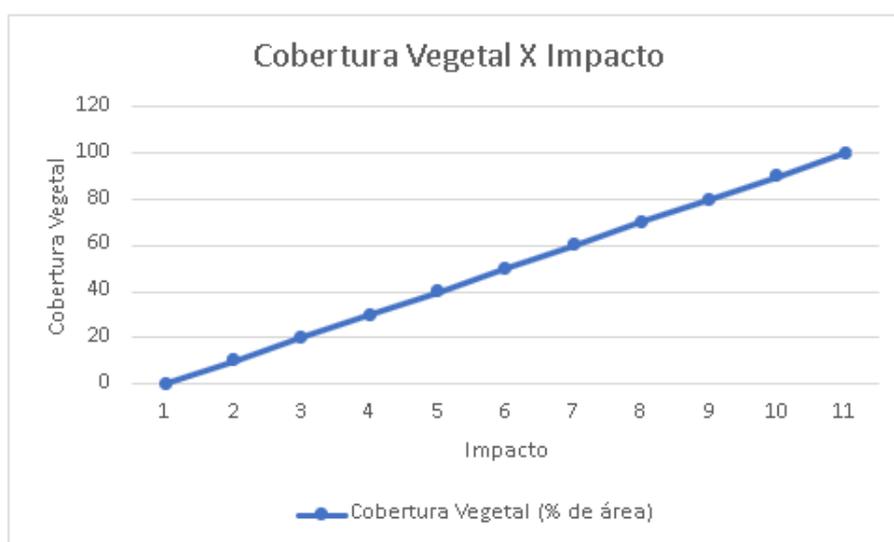
**FIGURA 7**



Fonte: Autor Próprio (2022).

**Cobertura Vegetal** – Os dados estudados para a análise da cobertura vegetal foram consultados pelo estudo da Lista de Espécies da Fauna e Flora do Parque de Pituvaçu, Salvador, Bahia, Brasil, e com a consulta do Professor e Biólogo Fernando Pires dos Santos, onde foi avaliado que somente em áreas onde encontra-se Mata Atlântica virgem tem capacidade de crescer arvores a uma altura que impeçam total ou parcialmente a passagem dos raios solares em direção as placas solares.

**FIGURA 8**



Fonte: Autor Próprio (2022).

## 3.2 Aplicação dos Resultados do Índice na Cidade de Salvador, Bahia.

O estudo analisou a região da Bahia, mas especificamente a cidade de Salvador na área do Centro Universitário Jorge Amado, visando uma melhora econômica na infraestrutura da Universidade, já que a mesma tem um custo energético elevado o que potencializaria esse crescimento econômico, e também traz um âmbito sustentável para a valorização da estrutura e melhor visibilidade em questões ecotecnológicas.

Na utilização do índice na região de Salvador especificamente no Centro Universitário Jorge Amado foram utilizadas as 5 variáveis do índice encontradas abaixo com seus respectivos pesos. O Quadro 2, apresentado a seguir, mostra essas variáveis e pesos atribuídos.

**Quadro 2- Parâmetros do Índice e seus Respectivos Pesos**

VARIÁVEIS DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO	PESO DAS VARIÁVEIS (w)
Insolação	0,34
Pluviosidade	0,27
Temperatura	0,18
Angulação das Placas	0,13
Cobertura Vegetal	0,08

Fonte: Autor Próprio (2022).

Para o desenvolvimento do índice para cada variável foi aplicado um peso diferente levando em consideração o seu grau de importância.

**Quadro 3- Índice Aplicado em Salvador, Ba.**

VARIÁVEIS DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO	PESO DAS VARIÁVEIS (w)	IMPACTO NA UNIJORGE SALVADOR, BA	RESULTADO
<b>Insolação</b>	0,34	3	1,02
<b>Pluviosidade</b>	0,27	0,056	0,015
<b>Temperatura</b>	0,18	1,81	0,212
<b>Angulação das Placas</b>	0,13	0	0
<b>Cobertura Vegetal</b>	0,08	0	0
<b>Resultado do Índice</b>			<b>0,249</b>

Fonte: Autor Próprio (2022)

Dados do índice aplicados levando em consideração:

Irradiação – 5kWh/m<sup>2</sup>/dia;

Pluviosidade – 0,0141 mm/h > 102,91mm/mês

Temperatura Média – 29,35°C.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nas pesquisas e análises feitas durante todo o estudo foi verificado que o Estado da Bahia é altamente propício à implantação da energia solar fotovoltaica devido a sua alta taxa de irradiação emanada pelo sol durante todo o ano, índice de pluviosidade aceitável se comparado a outros estados brasileiros e com uma média de temperatura próximo ao ideal para instalação das placas sendo essas as três principais variáveis do índice apresentados no Quadro 2, e as que mais impactam na geração da energia solar fotovoltaica, e no resultado final do índice que tem a proposta de ser aplicado em toda a região,

que em conjunto com as variáveis de angulação das placas e cobertura vegetal foram colocadas na Equação 1 para calcular e apresentar o resultado final.

O índice foi criado pelos autores do artigo teve como o objetivo principal viabilizar e simplificar a verificação da eficiência da energia fotovoltaica, o mesmo foi gerado a partir de análises de diferentes índices já existentes, e observado qual modelo se encaixaria e melhor apresentaria um resultado para variáveis.

## EQUAÇÃO 2 - Equação do Valor do Índice

$$IEE = \frac{\sum (i.w)}{Qv}$$

*IEE* – Índice de Eficiência Energética

*i* – Impacto

*w* – Peso das variáveis

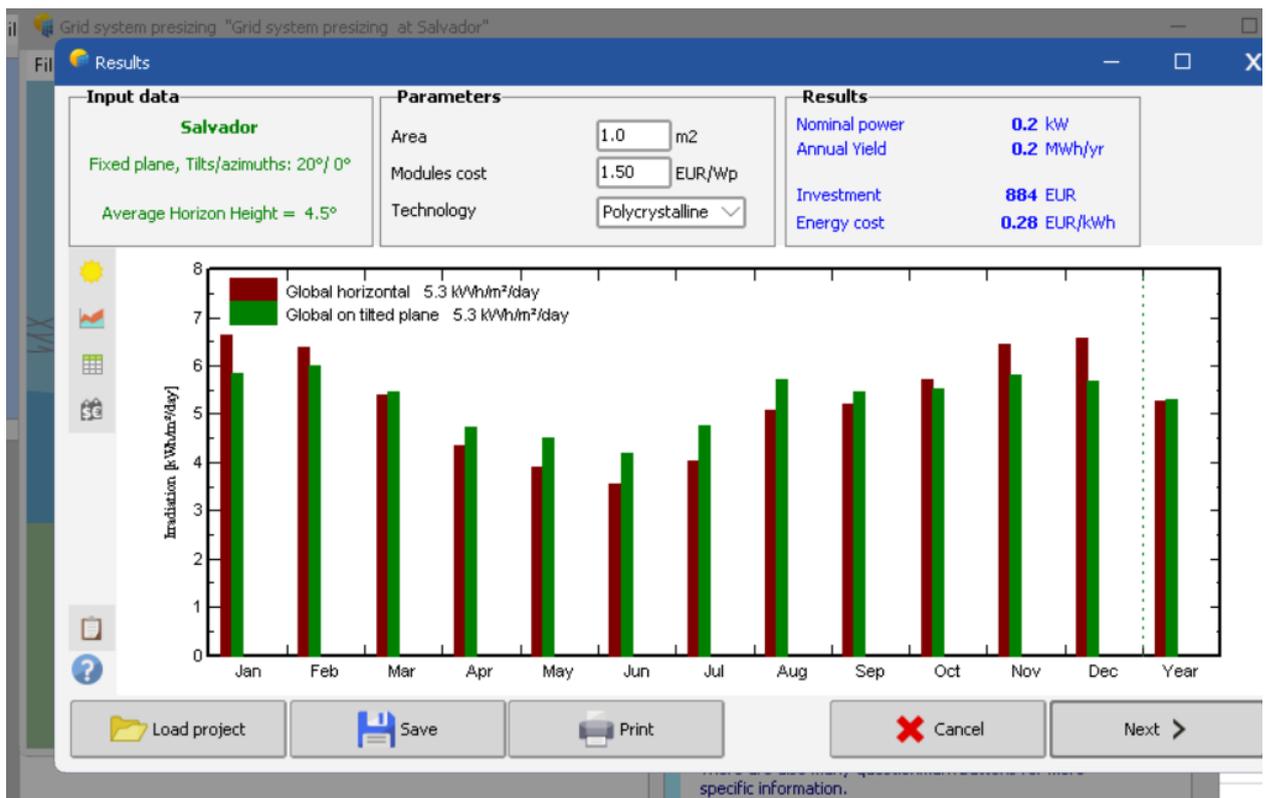
*Qv* – Quantidade de Variáveis

No estudo realizado especificamente para a cidade de Salvador – BA foi verificado de acordo com o Quadro 3, que a área de aplicação é bem eficiente, visto que tanto os resultados individuais das variáveis como o valor absoluto do índice foram perto de 0, destoando do comum somente a irradiação/insolação, que causa um impacto maior na redução de eficiência devido a maior área de insolação do Brasil se encontrar mais o norte da Bahia e no Centro-Oeste.

O resultado obtido sobre pluviosidade mostra que os valores encontrados não interferem de forma acentuada na eficiência geral, contudo vale ressaltar que a região analisada por se encontrar em clima tropical pode apresentar diferentes dados em um mesmo dia.

A angulação das placas sendo analisada por um software altamente preciso não gera impacto no sistema, pois com a possibilidade de manter a angulação 20° das placas a sua eficiência será a melhor possível.

**FIGURA 9 – RESULTADO POR SOFTWARE DA ANGULAÇÃO DAS PLACAS**



Fonte: Software PVsyst 7.2 (2022).

Junto com a angulação das placas, a variável de cobertura vegetal não afeta a eficiência do sistema, visto que por não apresentar áreas de Mata Atlântica virgem ao redor da localidade, não se observa a presença de flora com altitudes elevadas capazes de interferir na geração de energia das placas.

## 4.1 Cálculo do Índice

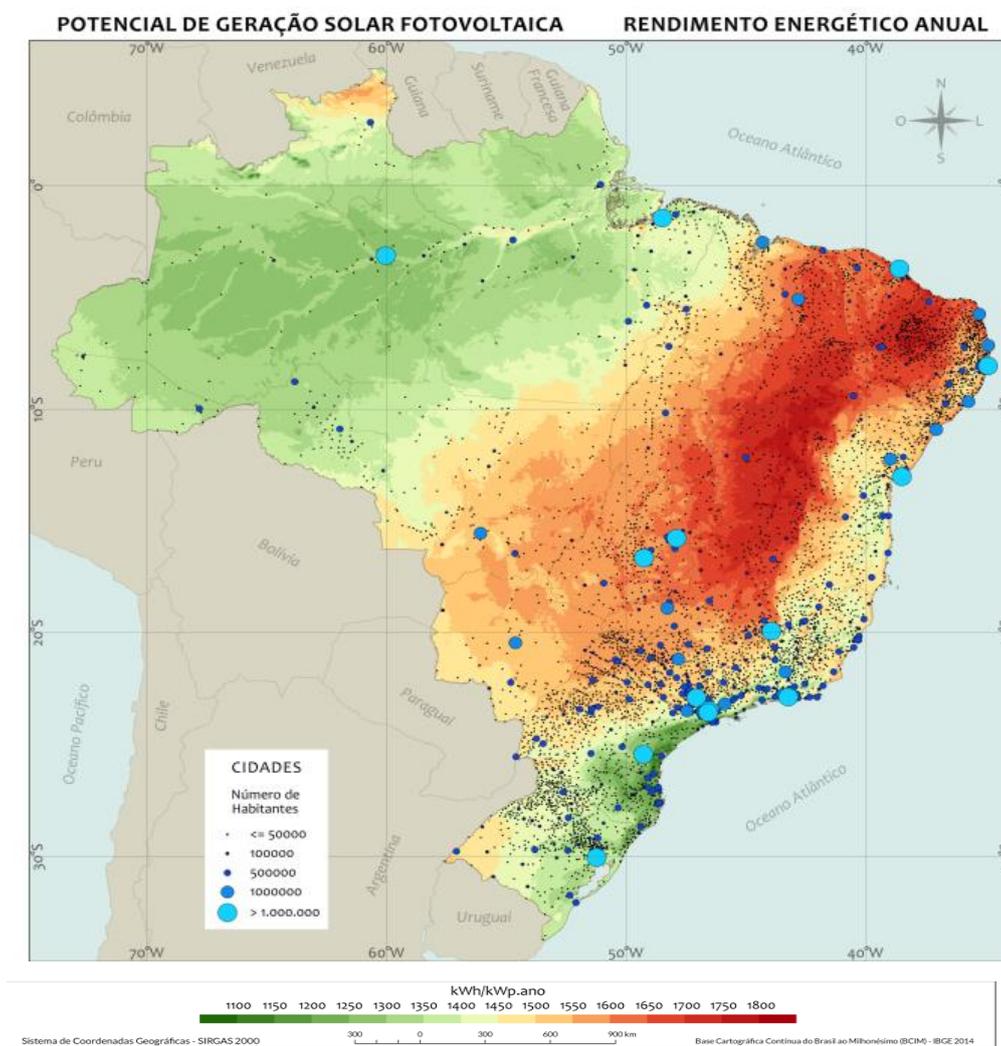
$$IEE = \frac{\sum (i \cdot w)}{Q_v}$$

$$IEE = \frac{(0,34 \cdot 3) + (0,27 \cdot 0,056) + (0,18 \cdot 1,18) + (0,13 \cdot 0) + (0,08 \cdot 0)}{5} = 0,249$$

Os resultados encontrados mostram em valores absolutos a aplicação do índice em Salvador, Bahia que com o resultado do cálculo do índice com o valor igual a 0,249 bem próximo ao ideal (= 0), apresenta uma alta eficiência da utilização da energia solar fotovoltaica nessa região que quando colocadas em valores

percentuais apresenta uma eficiência de aproximadamente 75% na utilização das placas e com um impacto de 25%, que quando comparado a outros indicadores de potencial de geração de energia solar no Brasil, já que segundo o Centro de Ciência do Sistema Terrestre (2017) utilizando o Atlas Brasileiro de Energia Solar 2ª Edição indica que a região Brasileira possui um desempenho de 80% para painéis geradores fotovoltaicos fixos em todo território Nacional assim demonstrando que o índice apresenta um resultado satisfatório, valido e próximo ao real.

**FIGURA 10- POTENCIAL DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA**



- Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil, admitindo uma taxa de desempenho de 80% para geradores fotovoltaicos fixos e distribuição da população brasileira nas cidades.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude das análises feitas no estudo, foi observado e concluído que o índice traz a proposta de verificar a viabilidade da utilização da energia solar na Bahia, onde foi analisado na cidade de Salvador, especificamente na região do Centro Universitário Jorge Amado a instalação de placas fotovoltaicas teria sua eficiência minimamente reduzida e poderia ser utilizada de uma maneira viável. A energia Solar tem grande potencial para ser a energia mais utilizada, pois é uma fonte de energia sustentável e renovável e de fácil instalação, com a utilização desse índice gerado fica mais simples verificar a eficiência da região onde será instalado as placas fotovoltaicas, como foi utilizado a cidade de Salvador pode ser utilizado em qualquer região da Bahia, portanto que se possua os dados necessários das variáveis para realizar o cálculo e assim verificar o resultado do índice.

E através dessa utilização do índice na região da Bahia, pode-se verificar que a energia solar no estado da Bahia utilizando a região de Salvador como exemplo para utilização do Índice foi descoberto que a um impacto de 25% por contas das variáveis analisadas e dos dados pesquisados assim deixando a eficiência no total de 75% o que torna uma boa eficiência já que comparando com a viabilidade da energia solar em todo o Território Nacional que chega a media de 80% de eficiência o valor encontrado de 75% esta muito próxima da satisfação e da media geral da eficiência no Brasil, assim gerando uma melhor viabilidade econômica para a região além de trazer um estilo de produção de energia mais sustentável e menos poluente. O que mostra que a uma grande possibilidade grande da energia solar se tornar a próxima energia mais utilizada no Estado da Bahia o que traria maior economia ao Estado sem agredir o meio ambiente.

Demonstrando assim a função do índice de maneira eficiente e viável para a utilização em todo território Bahia utilizando a análise das variáveis em cada região especifica para analisar se as mesmas terão um impacto na sua geração de energia que não atrapalhe a eficiência assim agilizando a análise para

instalação das placas fotovoltaicas e avançando com o desenvolvimento da energia fotovoltaica para toda região da Bahia.

Mesmo não tendo sua comprovação validada o índice apresenta dados precisos quanto comparados a outros meios de calcular essa eficiência. Para que ocorra essa validação existem alguns meios, como:

Sua utilização em conjunto com profissionais especializados em projetos fotovoltaicos; Teste em outras regiões baianas, com objetivo de ampliação para todo o Brasil; Verificação de possíveis novas variáveis que somem no detalhamento do índice.

Concluindo esses passos em conjunto com análises técnicas o índice ficará pronto para utilização, e para eventuais projetos fotovoltaicos.

## 6. REFERÊNCIAS

ABBEHUSEN, A; ANDRADE, Alessandra. **Lista de Espécies da Fauna e Flora do Parque de Pituacu, Salvador, Bahia, Brasil.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/280000495\\_Lista\\_de\\_Especies\\_da\\_Fauna\\_e\\_Flora\\_do\\_Parque\\_de\\_Pituacu\\_Salvador\\_Bahia\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/280000495_Lista_de_Especies_da_Fauna_e_Flora_do_Parque_de_Pituacu_Salvador_Bahia_Brasil)>. Acesso em: 17 nov. 2022.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Portal da Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

ALBA. **Mapa de insolação: entenda seu funcionamento e impactos.** Disponível em: <<https://albaenergia.com.br/mapa-de-insolacao-entenda-seu-funcionamento-e-impactos/>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

AMARAL, Jorge. **Pesquisadores brasileiros estão em corrida tecnológica global para desenvolver nova célula fotovoltaica de alta eficiência.** Disponível em: <<https://jornal.unesp.br/2022/03/30/pesquisadores-brasileiros-estao-em-corrida-tecnologica-global-para-desenvolver-nova-celula-fotovoltaica-de-alta-eficiencia/>> Acesso em: 26 de Out de 2022.

BRASIL, CS. **Energia Solar como Funciona – Grupo CS Brasil.** Disponível em: <<https://www.csenergiasolar.com/energia-solar-como-funciona/>>. Acesso em: 26 out. 2022.

Câmara dos Deputados, Edições Câmara. Brasília, 2012.  
**Clima Salvador: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Salvador. Temperatura da água Salvador** - Climate-Data.org. Disponível em: <<https://pt.climatedata.org/americanosul/brasil/bahia/salvador854/#:~:text=Salvador%20tem%20uma%20temperatura%20m>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

CLIMATIZARE. **Instalação de um Sistema de Energia Solar**. Disponível em: <<http://www.climatizare.com.br/servicos/instalacao/painel-solar/instalacao-de-paineis-solares.html>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

COMPANY, Stamgeo. **Climatologia de Salvador**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/56/salvador-ba>>. Acesso em: 27 nov. 2022. Acesso em: 27 nov. 2022.

DATA, Energy. **Global Solar Atlas**. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/map?c=11.6>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

ENERGIA SOLAR, HCC. **Veja os fatores que influenciam na eficiência do sistema fotovoltaico - HCC Energia Solar**. Disponível em: <<https://hccenergiasolar.com.br/veja-os-fatores-que-influenciam-na-eficiencia-do-sistema-fotovoltaico/#:~:text=Portanto%2C%20a%20efici>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

Governo do Rio de Janeiro. **Termos da Previsão**. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/2972533/DLFE245316.pdf/8ALERTARIODefinicoes.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

JOI. **Guia completo do Módulo Fotovoltaico**. Disponível em: <<https://energes.com.br/guia-completo-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

NANSEN. **Ferramenta mapeia índices de insolação no mundo – Geração Smart Grid**. Disponível em: <<http://geracaosmartgrid.com.br/ferramenta-mapeia-indices-de-insolacao-no-mundo/>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

NOAA. **National Centers for Environmental Information (NCEI)**. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/> Acesso em: 26 de Out de 2022.

PEREIRA, Ênio; RODRIGUES, André. **Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2a Edição**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/319305620\\_Atlas\\_Brasileiro\\_de\\_Energia\\_Solar\\_-\\_2\\_Edicao](https://www.researchgate.net/publication/319305620_Atlas_Brasileiro_de_Energia_Solar_-_2_Edicao)>. Acesso em: 26 nov. 2022.

UCZAI, P. **Energias Renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. 1ª Ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 449 p.

VILLALVA, Marcelo Gradella; Gazoli, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 1ª. ed. São Paulo: Érica, 2012.

ZHANG, W. **Increasing precipitation variability on daily-to-multiyear time scales in a warmer world**. Science Advances, v. 7, n. 31, 30 jul. 2021.