



Influência da Cobertura de Nuvens na Produção de Energia Fotovoltaica em Canguaretama, RN

Alexia Francine Mendonça Heleno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
heleno.mendonca@escolar.ifrn.edu.br

Ana Luiza Vilela Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
a.vilela@escolar.ifrn.edu.br

Aila Ludmila Gonçalves Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
goncalves.aila@escolar.ifrn.edu.br

Emanoele dos Santos Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
emanoele.n@escolar.ifrn.edu.br

Maria Luiza da Silva Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
barros.l@escolar.ifrn.edu.br

Maurisete Fernando Ferreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama, RN
maurisete.fernando@escolar.ifrn.edu.br

Aline Veloso

SPO, Setor Policial, Área 5 Quadra 3 BL A, SHCS, Agência Espacial
Brasileira – AEB, Brasília /DF
alineveloso@aebr.br

Mariana Rodrigues de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte Campus Universitário - Lagoa Nova,
Natal - RN, 59078-970
almeidamariana@yahoo.com

Ines Maria Mauad de Sousa Andrade

Escola Minas Gerais – Rio de Janeiro /RN
inmauad@gmail.com

RESUMO

A produção de energia limpa é uma prioridade na agenda global, e uma das principais fontes renováveis de energia é o Sol. Para captar essa energia são utilizadas as placas fotovoltaicas, que funcionam a partir da conversão da luz solar em eletricidade por materiais semicondutores e podem ser instaladas em uma gama de superfícies. Para garantir o bom uso desta tecnologia, é importante entender suas limitações. O presente trabalho busca entender como a cobertura de nuvens pode influenciar nessa produção energética, utilizando de uma metodologia de caráter quantitativo experimental de campo. Os dados foram coletados de placas solares situadas no IFRN campus Canguaretama, do protocolo de nuvens do Programa Globe e do satélite GOES através do site do INMET. Foi observado que a cobertura de nuvens influencia diretamente na produtividade das células solares, de modo que uma alta quantidade de nuvens no céu demonstrou prejudicar o seu desempenho. Ainda assim, notou-se que nos dias com a maior cobertura de nuvens a produção de kWh foi maior que a de dias com uma cobertura relativamente menor, o que pode ser explicado pelo espalhamento de luz ou pela sua difusão a partir de gotículas de água. Portanto, futuros estudos poderão investigar este fenômeno mais a fundo para identificar os fatores que mais influenciam na produção de energia solar.

PALAVRAS CHAVE: Cobertura de Nuvens, Energia Fotoelétrica, Satélite Artificial.

ABSTRACT

The production of green energy is a priority on the global agenda, and one of the main renewable energy resources is the Sun. To harness this technology, photovoltaic panels are used, which operate by converting sunlight into electricity through semiconductor materials and can be installed on a variety of surfaces. To ensure the effective use of this technology, it is important to understand its limitations. This study aims to understand how cloud cover can influence energy production, using a quantitative experimental field methodology. Data were collected from solar panels located at the IFRN Canguaretama campus, from the cloud protocol of the GLOBE Program, and from the GOES satellite through the INMET website. It was observed that cloud cover directly influences the productivity of solar cells, as a high number of clouds in the sky was shown to impair their performance. However, it was also noted that on days with the highest cloud cover, the energy production in kWh was higher than on days with relatively less cloud cover, which may be explained by light scattering or diffusion caused by water droplets. Therefore, future studies may investigate this phenomenon further.

KEYWORDS: Cloud Cover, Photovoltaic Energy, Artificial Satellite.

1. Perguntas de Pesquisa/Problema de Pesquisa

As mudanças climáticas estão transformando os padrões de temperatura e clima em escala mundial, tendo se tornado uma preocupação recorrente para as gestões governamentais internacionais (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2025). Diante desse desafio, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu, durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável de setembro de 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) — um conjunto de 17 metas a serem alcançadas até 2030. Entre essas metas, destaca-se o ODS 7: Energia Limpa e Acessível.

A demanda por energia renovável tem crescido exponencialmente devido às mudanças climáticas e à necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Nesse contexto, a energia solar, gerada por usinas fotovoltaicas, desponta como uma das principais alternativas sustentáveis. Segundo relatórios da Agência Internacional de Energia (IEA), essa tecnologia deve se tornar a maior fonte de energia renovável até 2029.

De modo concomitante, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte são referência quanto a implementação de usinas solares em seus campi. Entre eles está o campus Canguaretama, situado na região do litoral sul potiguar, o qual é alvo desta pesquisa.

Com tamanha relevância envolvendo esta tecnologia, é importante compreender as limitações que a envolvem para melhor gerenciá-la e garantir o seu melhor desempenho. As placas usadas em usinas fotovoltaicas são feitas de materiais semicondutores capazes de absorver a energia provinda de raios de sol, de modo que um bloqueio dessas placas pode influenciar diretamente na sua eficiência.

Desse modo, a pergunta que este artigo objetiva responder é: de que maneira a cobertura de nuvens afeta a eficiência dos painéis solares na geração de energia? As nuvens impedem a incidência solar, prejudicando a produção, ou o espalhamento da luz do astro pode apresentar um impacto positivo? A compreensão desse fenômeno pode contribuir para um planejamento mais eficaz de usinas fotovoltaicas, otimizando sua produção e viabilidade em diferentes condições climáticas.

2. Introdução

A eletricidade desempenha um papel central no desenvolvimento tecnológico e econômico, sendo um dos principais motores da sociedade moderna. Descoberta na Grécia Antiga por Tales de Mileto ao esfregar âmbar a um pedaço de pele de carneiro, a eletricidade teve sua história escrita junto a da humanidade, passando pelos experimentos de Benjamin Franklin com raios, pela invenção da lâmpada com Thomas Edison, pela corrente alternada com Nikola Tesla, chegando até a atualidade com suas grandes estruturas e usinas.

Para a sua obtenção, o homem explora diversas fontes, entre as quais se destacam como derradeira maioria os combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural, pois apresentam "qualidades ideais para o uso em larga escala nos transportes, na indústria e na agricultura". (CARVALHO, 2014) Entretanto, tais fontes não são renováveis e apresentam ameaças reais ao meio ambiente, sendo fontes primárias de gases do efeito estufa. Para frear esses danos, há um movimento global em busca de alternativas sustentáveis para a produção de energia limpa, o que se reflete, por exemplo, no objetivo 7 dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU: Energia Limpa e Acessível. De acordo com Antônio Guterres, secretário geral da ONU, "a energia renovável é o único caminho confiável para o mundo evitar uma catástrofe climática".

Entre as principais fontes de energia limpa estão: eólica, biomassa, nuclear, hidrelétrica e solar (térmica ou fotovoltaica). Destas, a energia fotovoltaica tem se destacado por sua acessibilidade e viabilidade de criação de usinas em praticamente qualquer ambiente - de residências domésticas a desertos. Um exemplo disso são os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, cujos campi apresentam, em sua maioria, a presença de geradores solares. Com isso, o site oficial da instituição afirma ter economizado de energia

R\$1,6 milhão apenas em 2019. Neste artigo, tomamos como base o campus Canguaretama para a coleta de dados.

Sendo essa fonte energética tão promissora, torna-se essencial estudar os fatores que influenciam a sua eficiência, de modo a otimizar sua produção, para que possa cada vez mais substituir fontes não renováveis. Entre os fatores que podem influenciar nisso, abordamos neste artigo sobre a cobertura de nuvens, variável que influencia diretamente na incidência solar nas placas. Buscamos compreender se a presença de nuvens no céu, e sua respectiva porcentagem de cobertura, influenciam ou não na produção de energia, e para o caso de identificada, qual seria sua natureza, positiva ou negativa. Nossa hipótese é que haverá sim uma influência, a qual supomos que seja negativa, de modo que sob um céu mais coberto por nuvens, a produção de energia fotovoltaica pelos painéis da usina do campus Canguaretama será reduzida. Para relacionar esse dado com a produção KWh da usina, utilizamos o protocolo de nuvens do Programa Globe, projeto de ciência cidadã desenvolvido pela NASA, em conjunto com imagens de satélite retiradas do site do INMET.

Compreender a relação das nuvens com a geração elétrica é de suma importância, principalmente devido à modificação da composição da atmosfera provocada pelo homem, de modo a auxiliar uma previsão quanto à eficiência a longo prazo dessas usinas.

3. Referencial Teórico

3.1. Energia Fotovoltaica

Os painéis solares fotovoltaicos como são conhecidos hoje foram inventados por Daryl Chapin, Calvin Fuller e Gerald Pearson nos Laboratórios Bell, em 1954, com a criação da célula fotovoltaica de silício (ENERGY SAGE, 2023). Seu princípio de funcionamento se baseia na conversão de energia solar em energia elétrica por meio dos efeitos de radiação sobre materiais semicondutores¹ (BAGNALL; BORELAND, 2008).

As usinas solares, também conhecidas como parques solares, são estações que geram energia elétrica através da captação de radiação solar por placas fotovoltaicas, sendo construídas principalmente sobre o solo, mas podendo estar presentes também em lagos, reservatórios e até mesmo em cima de construções. (NEOENERGIA)

Dependendo da luz solar como "matéria prima", a energia fotovoltaica é considerada limpa e acessível em praticamente qualquer lugar com boa irradiação solar, de modo que, de acordo com o Departamento de Energia dos Estados Unidos em seu website oficial, a quantidade de eletricidade produzida por um painel depende das características (como intensidade e comprimento de onda) da luz disponível.

Essa tecnologia apresenta papel central na presente pesquisa, que objetiva entender sua eficiência correlacionada à presença de nuvens no céu. De acordo com Pereira (2017), a disponibilidade e a variação da energia solar estão diretamente ligadas às condições meteorológicas e climáticas, pois os sistemas atmosféricos influenciam a formação de nuvens, impactando os processos de radiação que reduzem a intensidade da luz solar ao atravessar a atmosfera. Compreender esses fatores é de suma importância, considerando que, de acordo com a IEA (Agência Internacional de Energia), a produção solar deve se tornar a principal fonte de energia renovável até 2029.

3.2. Cobertura de nuvens

A cobertura de nuvens é caracterizada pela quantidade de nuvens presente no céu em um determinado momento, sendo o principal fator que modula a radiação solar, influenciando diretamente

¹ "Semi" implica que esses materiais conduzem eletricidade melhor do que um isolante, mas não tão bem quanto um condutor.

nos processos de absorção e espalhamento da luz do astro que incide sobre a Terra. Portanto, dados confiáveis sobre a cobertura de nuvens são fundamentais para calcular com precisão o fluxo de radiação solar que atinge a superfície terrestre. (Echer et. al, 2006)

De acordo com a NASA, as nuvens são criadas quando o vapor de água se transforma em gotículas líquidas e que, como poeira, flutuam na atmosfera. As nuvens podem ser classificadas em: *Cirrus*, *Cirrocumulus* e *Cirrostratus* (nuvens altas), *Alto cumulus*, *Altostratus* e *Nimbostratus* (nuvens médias), *Status*, *Stratocumulus*, *Cumulus* e *Cumulonimbus* (nuvens baixas), categorização proposta pela primeira vez em 1986 pela classificação internacional de nuvens.

3.3. Programa GLOBE

O Programa GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) é uma iniciativa internacional que visa promover a alfabetização científica e estimular o engajamento ambiental. Com o apoio da NASA, NOAA, NSF e do Departamento de Estado dos EUA, o programa envolve estudantes, educadores e cientistas em pesquisas sobre o meio ambiente, incluindo a coleta e análise de dados atmosféricos.

Criado em 1994, o programa fundamenta-se no conceito de protocolos, os quais são usados para a obtenção de dados. Eles são: protocolo de mosquitos, protocolo de cobertura de solo, protocolo de árvores e protocolo de nuvens. No contexto desta pesquisa, o GLOBE é utilizado para monitorar a cobertura de nuvens e avaliar sua influência na produção de energia fotovoltaica.

Apesar de a utilização de satélites ter grande importância para a coleta de dados sobre a distribuição global das nuvens e o papel desempenhado por elas no balanço radiativo da Terra, a coleta de dados em superfície continua sendo essencial para validar os resultados providos por eles. (Echer et al, 2006)

3.4. INMET

O Instituto Nacional de Meteorologia, órgão do Ministério da Agricultura e Pecuária, é responsável pelo monitoramento e previsão do tempo e do clima, e emissão de avisos de tempo severo no Brasil, representando o país na Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Os dados coletados pelo órgão são fornecidos de maneira gratuita em seu website, de modo a democratizar o acesso a dados meteorológicos para a população brasileira. Esses dados são obtidos através de satélites artificiais que orbitam o planeta Terra, e que de acordo com Echer et. al (2006), “fornecem muitas informações relevantes que são utilizadas na parametrização dos processos físicos que ocorrem na atmosfera”.

No âmbito desta pesquisa, os dados fornecidos pelo instituto foram fundamentais para a observação da cobertura de nuvens no território brasileiro ao longo do período estudado.

4. Materiais e Métodos

4.1. Materiais

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais:

- Aplicativo Globe Observer;
- Painéis solares do IFRN *campus* Canguaretama;
- Banco de dados do THEIA Analyser;
- Imagens do satélite GOES disponibilizadas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

4.2. Métodos

A pesquisa possui caráter quantitativo experimental de campo, e foi realizada no *campus* Canguaretama do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), situado na BR-101, bairro Areia Branca do município do litoral sul potiguar que dá nome ao campus.

A coleta de dados foi realizada ao longo de uma semana, entre os dias 04 e 11 de fevereiro do ano de 2025, e consistiu em fotografar o céu em horários específicos do dia com o auxílio do aplicativo GLOBE Observer (Imagem 1, 2 e 3), coletar dados das placas solares através do banco de dados do THEIA Analyser (Imagem 4) e da análise de imagens de satélite disponíveis no site do INMET (Imagem 5).

No GLOBE Observer, o protocolo utilizado foi o *protocolo de nuvens*, que consiste na identificação visual da [1] cobertura de nuvens no céu em porcentagem, [2] tipos de nuvem, [3] tonalidade do céu e [4] condições do ambiente, como chuva, terra seca ou neve. Com ele coletamos dados sobre as nuvens visíveis a partir do solo.

O THEIA Analyser é o software correspondente às placas solares do campus, onde é possível analisar dados de produção de energia elétrica em KWh ao longo da última semana, e relatórios sobre cada mês de produção. A obtenção destes dados foi essencial para a compreensão da relação entre a cobertura de nuvens e a produção fotovoltaica.

O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) disponibiliza no site <<https://satelite.inmet.gov.br/>> imagens de satélite de todo o território brasileiro, de acordo com os seguintes parâmetros: Infravermelho Termal, Topo das Nuvens, Vapor D'Água e Visível. Para o âmbito desta pesquisa, foram utilizados os dados do Infravermelho Termal, que apresentou imagens melhores para a compreensão da distribuição das nuvens no território. Com isso, coletamos os dados de hora em hora, de 06:20 às 17:20, ao longo da semana.

Por fim, com todos os dados coletados, comparamos eles com o auxílio de tabelas e gráficos.



Imagem 1 - Coleta de dados usando o GLOBE Observer



Imagem 2 - Sistema de Visualização do GLOBE (desktop)



Imagem 3 - Interface do Protocolo de Nuvens no GLOBE Observer

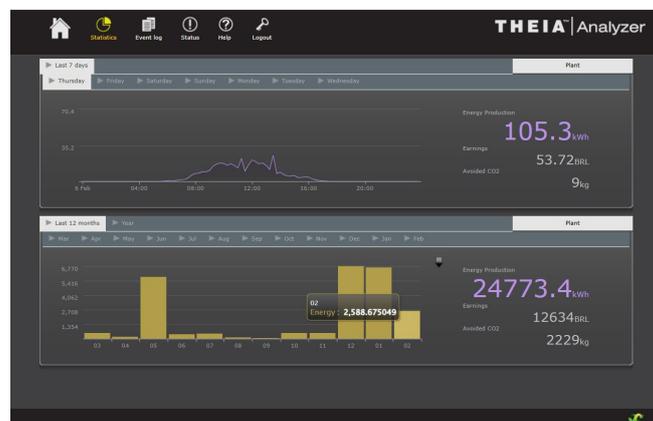


Imagem 4 - Interface do THEIA Analyser



Imagem 5 - Interface do site do INMET

5. Análise dos dados/Resultados

A partir da metodologia apresentada, foi possível observar a relação entre o alto coeficiente de nuvens no céu e a redução significativa da geração de KWh pela usina solar do campus Canguaretama. Abaixo apresenta-se uma tabela e um gráfico referentes à produção solar por horário, seguida por algumas imagens obtidas pelo satélite e pelo protocolo de nuvens GLOBE. Vê-se que entre 12:15 e 12:20 dos dias 05, 06 e 07, por exemplo, a maior presença de nuvens cobrindo o município de Canguaretama implicou na menor geração solar, enquanto que um céu mais limpo implicou na maior eficiência energética. Além disso, é possível observar a semelhança entre as imagens captadas com o GLOBE em 05/02 às 10:57 e às imagens do INMET de 11:20.

Apesar disso, um outro fator a se considerar é que, no dia 06/02, apesar de possuir uma maior cobertura de nuvens às 12:15 que no dia 05/02, apresentou maior produção de KWh no mesmo horário. Esse dado pode implicar que a presença de uma alta porcentagem de nuvens no céu de alguma forma ajude a espalhar a irradiação solar na superfície. Outra hipótese é que houvesse a presença de precipitação no momento, de modo que as gotículas de água poderiam servir como lentes, amplificando o alcance da incidência do sol em relação a dias simplesmente nublados.

| Horário | KWh (04/02) | KWh (05/02) | KWh (06/02) | KWh (07/02) | KWh (08/02) | KWh (09/02) | KWh (10/02) | KWh (11/02) |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:15 | 3,808 | 1,298 | 0,639 | 2,903 | 4,567 | 7,370 | 0 | 7,809 |
| 07:15 | 8,355 | 6,873 | 1,812 | 5,886 | 14,255 | 15,223 | 18,943 | 17,226 |
| 08:15 | 9,865 | 12,362 | 8,020 | 9,836 | 16,724 | 26,586 | 19,093 | 29,154 |
| 09:15 | 32,113 | 23,562 | 14,893 | 18,056 | 25,205 | 32,216 | 18,408 | 20,427 |
| 10:15 | 25,842 | 32,770 | 15,512 | 16,500 | 32,434 | 31,931 | 29,406 | 22,809 |
| 11:15 | 33,410 | 29,930 | 22,032 | 36,439 | 32,990 | 35,779 | 36,099 | 31,888 |
| 12:15 | 15,628 | 14,687 | 19,129 | 37,119 | 17,552 | 25,827 | 36,36 | 32,180 |
| 13:15 | 25,856 | 31,490 | 11,541 | 32,219 | 21,826 | 27,584 | 27,757 | 33,869 |
| 14:15 | 17,953 | 25,200 | 6,403 | 28,032 | 24,285 | 22,993 | 26,524 | 25,826 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15:15 | 16,649 | 10,620 | 3,353 | 19,617 | 16,208 | 19,442 | 18,809 | 15,749 |
| 16:15 | 7,724 | 1,237 | 2,434 | 6,291 | 6,454 | 5,78 | 5,392 | 8,084 |
| 17:15 | 2,909 | 0,057 | 0,178 | 0,523 | 1,534 | 0,756 | 0,945 | 0,62 |

Tabela com a relação entre horário e produção de KWh

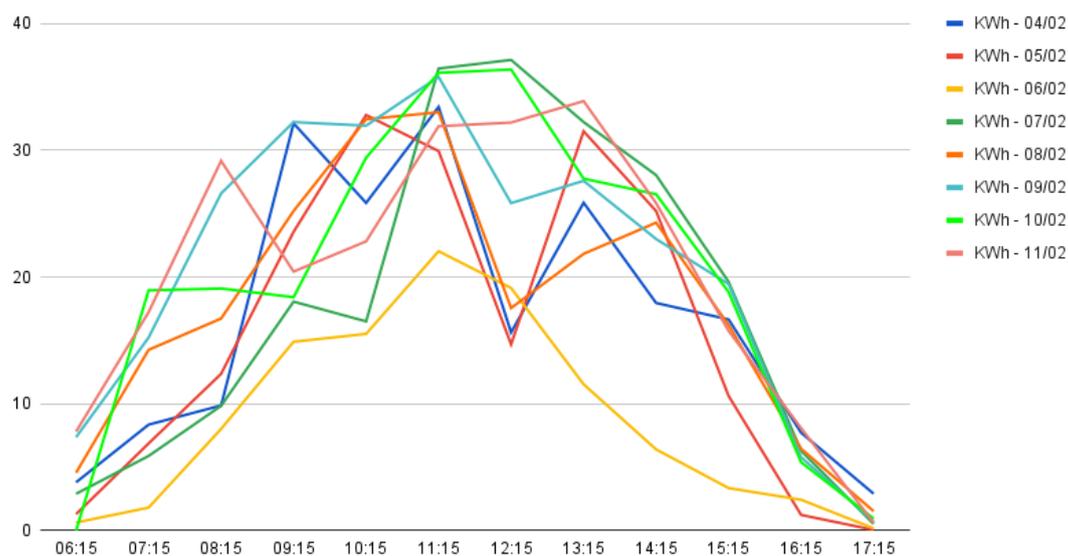
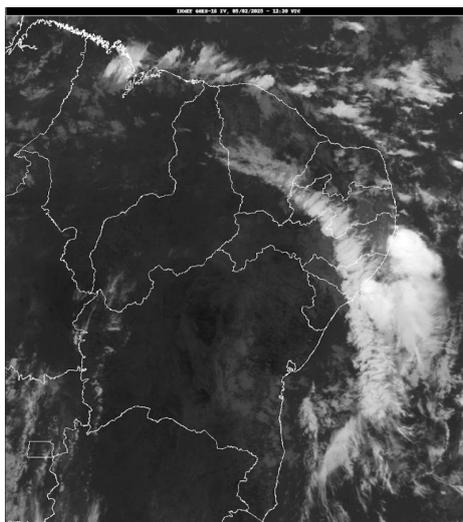


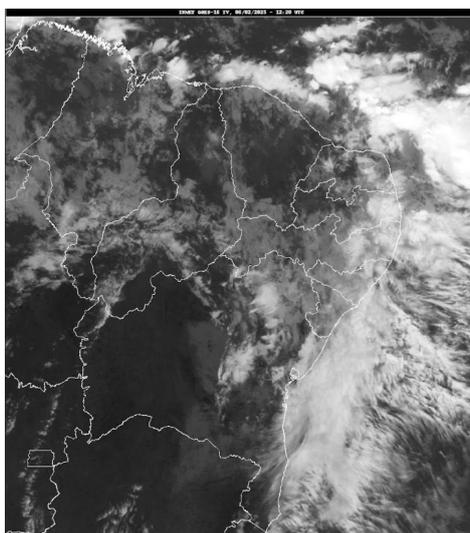
Gráfico KWh por horário



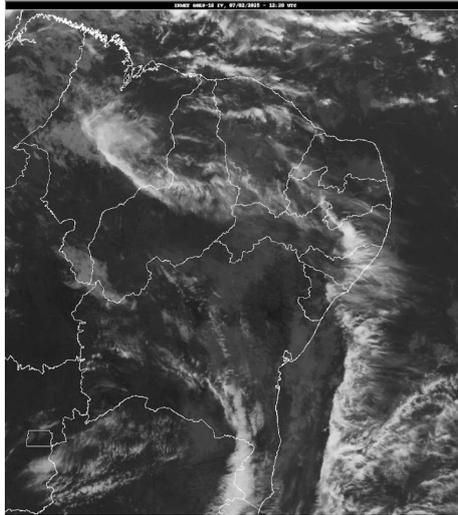
Mapa do RN, com destaque no município de Canguaretama, para auxílio na leitura das imagens de satélite



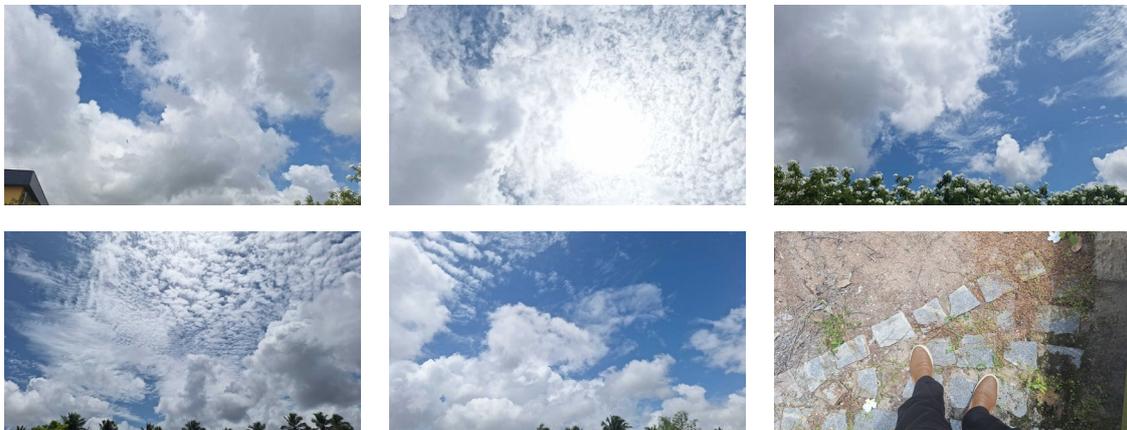
05/02 - 12h20 (KWh mais baixo no horário)



06/02 - 12h20 (dia com menor média geral de KWh)



07/02 - 12h20 (dia com maior KWh no horário)

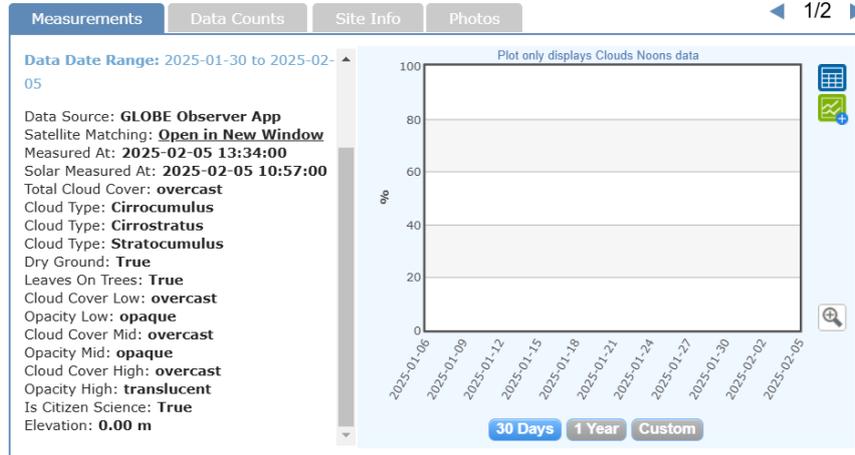


Imagens captadas com o GLOBE em 05/02 às 10:57

Brazil Citizen Science

Site: 25MBN609967

Next Site
1/2



Dados do GLOBE no dia 05/02 às 10:57

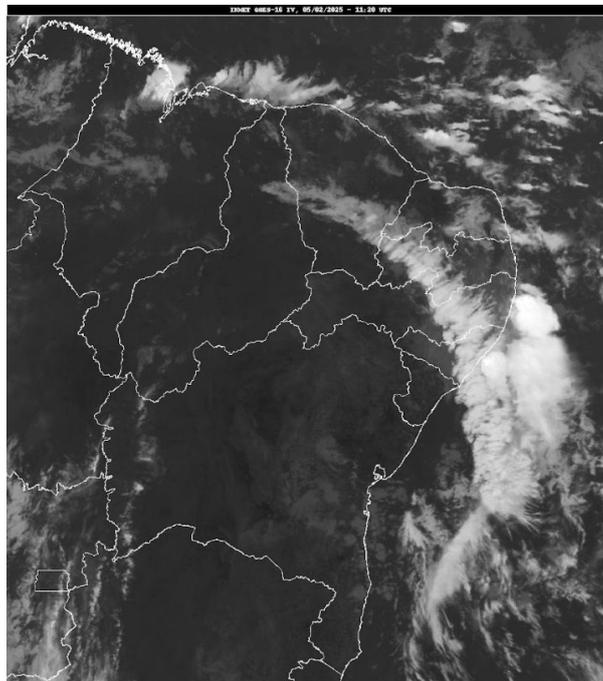


Imagem do INMET em 05/02 às 11:20

6. Discussão

A hipótese levantada ao início desta pesquisa foi a de que a cobertura de nuvens poderia influenciar diretamente a eficiência da produção de energia elétrica por painéis fotovoltaicos. Com a análise dos dados obtidos, é possível identificar a potencial precisão de tal hipótese, pois foi observado um declínio na produção de KWh pela usina solar quando esta estava sob uma alta

concentração de nuvens. Além disso, também foi possível observar um fenômeno que contrapõe a hipótese inicial, sendo ele o aumento relativo na produção em um dia com muitas nuvens, e possivelmente chuva. Isto poderia implicar que a presença de gotículas de água atuou como lentes, ampliando o potencial dos raios solares. Desse modo, futuras pesquisas poderão buscar preencher tal lacuna ao realizar o estudo em um recorte de tempo maior - como um ano - e utilizar mais a ferramenta do protocolo de nuvens disponibilizado pelo GLOBE.

7. Conclusão

Através de uma metodologia de caráter quantitativo experimental de campo, do Protocolo de Nuvens do Programa GLOBE, das imagens de satélite coletadas pelo INME e pelos dados coletados das placas fotovoltaicas, foi possível identificar a relação entre a cobertura de nuvens e a produção de energia solar. Dentre as principais contribuições da investigação, deve-se ressaltar o levantamento de uma hipótese divergente ao imaginário popular sobre o impacto da cobertura de nuvens na produção fotovoltaica, a qual abre espaço para futuras proposições que possam, caso esteja correta, corroborar para a utilização majoritária da produção fotovoltaica em localizações nubladas que apresentem um alto índice de precipitação.

Referências

Bagnall, D. M.; Boreland (2008). *M. Photovoltaic technologies*. Energy Policy, 1487701794, v. 36, n. 12, p. 4390-4396.

Pereira, E. M., Abreu, S. Rüther, R. (2017) *Atlas Brasileiro de Energia Solar*. INPE.

EnergySage. (2025). *The history and invention of solar panel technology*. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://www.energysage.com/about-clean-energy/solar/the-history-and-invention-of-solar-panel-technology/>

U.S. Department of Energy. (2025). *Solar photovoltaic cell basics*. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics>

Neoenergia. (2025). *Como funciona uma usina solar*. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://www.neoenergia.com/w/como-funciona-uma-usina-solar>

International Energy Agency (IEA). (2025). *Solar PV*. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://www.iea.org/energy-system/renewables/solar-pv>

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (2025). *Portal de imagens de satélite*. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://satelite.inmet.gov.br/>

Nações Unidas Brasil. (2025). *O que são mudanças climáticas?* Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>

Carvalho, J. F. (2014). *Energia e sociedade*. Estudos Avançados, 28(82), 25-40. Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300003>.

Nações Unidas. (2023). *"Chefe da ONU destaca energia renovável para evitar catástrofe climática"* Recuperado em 12 de fevereiro de 2025, de <https://news.un.org/pt/story/2023/01/1808107>



Echer, M. P. de Souza, Martins, F. R., & Pereira, E. B. (2006). A importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: Metodologias para aquisição de dados. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 341-352.

NASA. (s.d.). *How do clouds form?* Recuperado em 13 de fevereiro de 2025, de <https://climatekids.nasa.gov/cloud-formation/>