

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

ANÁLISE DA VELOCIDADE DO VENTO PARA O MUNICÍPIO DE ACARAÚ VISANDO A GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA UTILIZANDO REANÁLISES DO ERA-5

João Vitor de Oliveira; Gustavo Silva Xavier; Gabriel Victor Silva do Nascimento; Cláudio Moisés Santos e Silva

Meteorologia, Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, Natal, RN, Brasil
jotocampo557@gmail.com, gugu.s.13x@gmail.com, nascimento.gabriel@outlook.com.br,
claudio.silva@ufrn.br

Resumo: Análises climatológicas são importantes para estudos sobre prospecção energética. Nesse contexto, a energia eólica, particularmente no litoral do nordeste, tem ganhado destaque. A cidade de Acaraú, no Ceará, surge como um potencial pólo para parques eólicos, tanto em terra quanto *offshore*. Este estudo tem como objetivo analisar a velocidade do vento a 100 metros de altura em Acaraú em diferentes períodos, a fim de determinar como o vento na região tem evoluído, contribuindo para o desenvolvimento da energia eólica no município. Para isso foram usados dados do modelo ERA-5, que é uma ferramenta de reanálise climática global. Os resultados mostraram um aumento significativo na velocidade do vento, o que pode representar um potencial ainda mais expressivo de produção de eletricidade a partir de fontes eólicas para a cidade de Acaraú.

Palavras-chave: Energias renováveis; Energia eólica; Análise Climatológica.

1. INTRODUÇÃO

O clima está sempre em constante mudança, o que por sua vez afeta a vida de todos os seres vivos no planeta [1](Delmotte et al. 2020). Nesse contexto, análises climatológicas auxiliam na identificação de mudanças climáticas, o que por sua vez irá ditar como as pessoas deverão agir em prol de se adaptar às mudanças ocorridas em um determinado local.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Com a intensificação das mudanças climáticas, assuntos como as energias renováveis têm se tornado cada vez mais constantes em debates pelo mundo todo, por se tratarem de fontes de energias limpas e inacabáveis, diferente dos combustíveis fósseis [2] (Camelo et al. 2016). Dentre as fontes de energias renováveis mais comuns a eólica se destaca, principalmente no litoral do nordeste onde a predominância de ventos é alta.

A cidade de Acaraú no Ceará vem sendo cotada como um grande polo para implantação de parques eólicos *onshore* e *offshore* devido a sua localização geográfica. Portanto, estudar a climatologia da velocidade dos ventos na altura referente a uma turbina eólica nesse local é fundamental para o entendimento do potencial eólico que esse município tem a oferecer.

O ERA-5 [3] (Hersbach et al., 2020) é um modelo de reanálise climática global desenvolvido pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a Médio Prazo (ECMWF), que fornece dados climáticos globais de alta resolução desde 1979 até o presente. Sua importância para análises climatológicas reside na disponibilidade de informações detalhadas sobre variáveis atmosféricas, como utilizada nesse caso para velocidade do vento em várias altitudes e superfície terrestre, permitindo uma compreensão mais precisa das condições climáticas passadas e atuais, sendo essencial para estudos de mudanças climáticas, previsões de tempo e pesquisas em diversas áreas, incluindo agricultura, gestão de recursos hídricos e impactos ambientais [4] (Braga et al. 2021).

Assim, o objetivo principal deste trabalho é analisar a velocidade do vento a 100 metros do nível do mar para a cidade de Acaraú no Ceará em dois períodos diferentes, a fim de determinar se houve aumento ou diminuição da velocidade do vento na região, o que por sua vez irá beneficiar a instalação de energia eólica neste município.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O município de Acaraú, localizado no litoral do estado do Ceará, Brasil, desempenha um papel significativo na meteorologia e na implantação de energia eólica na região. Sua localização geográfica próxima à linha do Equador e à costa litorânea favorece a formação de ventos alísios, tornando-a um local propício para a geração de energia eólica. Além disso, a presença de medições meteorológicas e estações de monitoramento em Acaraú é fundamental para a coleta de dados climáticos, que são cruciais para o planejamento e a operação dos parques eólicos, bem como para estudos meteorológicos e climáticos na região. Isso faz de Acaraú um centro estratégico tanto para a indústria de energia eólica

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

quanto para a pesquisa e previsão meteorológica na região nordeste do Brasil. Na Figura 1 é apresentado um mapa de localização deste município.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ACARAÚ, CEARÁ, BRASIL

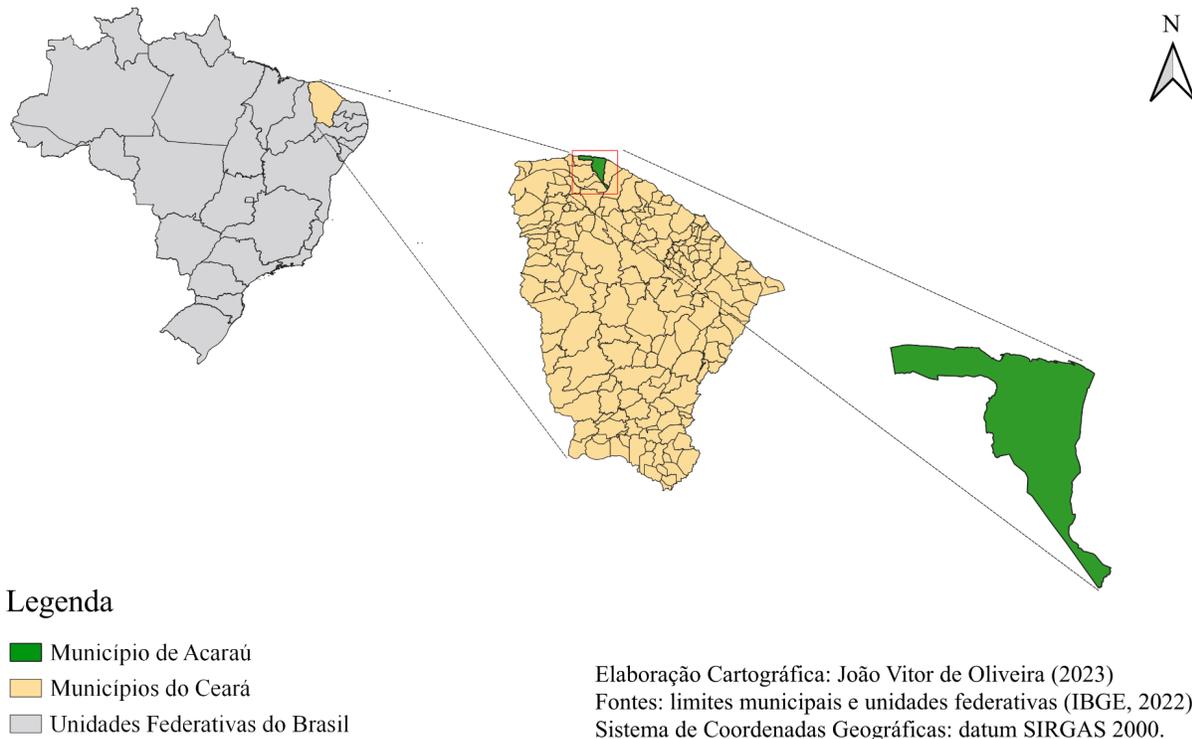


Figura 1: Mapa de localização do município de Acaraú, no estado do Ceará, Brasil.

2.2. Climatologia

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Segundo dados do [5] Climate-data.org, o clima da cidade de Acaraú é tropical semiárido, caracterizado por ventos constantes e moderados, especialmente durante a estação seca. A região costeira do Ceará é conhecida por seus ventos alísios, que sopram constantemente do oceano em direção ao continente. Esses ventos são uma característica importante para a implantação de parques eólicos na região, pois oferecem um potencial significativo para a geração de energia eólica [6] (Silva et al. 2002).

A classificação de clima no local segundo Köppen e Geiger [7] (Kottek et al. 2006), é Aw , com uma temperatura média de 27.1 °C e pluviosidade média anual de 1009 mm. Uma das partes mais importantes desse clima é sua estação seca bem definida, pois durante a estação seca, os ventos alísios podem ser mais intensos, o que é benéfico para a produção de energia eólica.

2.3. Dados

Não foram usados dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) devido a carência de dados para o período de 1981 a 1991, então foram utilizados apenas dados provenientes do ERA-5. Os dados de velocidade do vento coletados para os períodos de 1981 a 1991 e 2011 a 2021 foram extrapolados para 100 m em relação ao nível do mar.

2.4. Métodos

Para que fosse realizada a extrapolação do vento a 100 metros, foi utilizada a Equação (1), cujas definições são:

- $U(z)$ o vento na altura desejada ($z = 100\text{m}$, altura da turbina)
- $U(z_r)$ o vento na altura de referência que foi medido ($z_r = 2\text{m}$ ou 10m , altura do anemômetro)
- Z_o o comprimento de rugosidade (Neste caso: $z_o = 0.1\text{m}$ para regiões com poucas árvores, segundo [8] Manwell et al., 2002)

$$U(z) = U(z_r) \frac{\ln\left(\frac{z}{z_o}\right)}{\ln\left(\frac{z_r}{z_o}\right)} \quad (1)$$

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentadas séries temporais da velocidade do vento a 100 metros em Acaraú, considerando dois períodos de estudo (1981-1991 e 2011-2021). Notou-se um aumento expressivo na velocidade do vento entre esses dois períodos, onde a velocidade mínima em 1981 era ligeiramente inferior a 2 m/s, enquanto a partir de 2011 atingiu cerca de 3 m/s. Embora uma diferença de 1 m/s possa parecer modesta em uma análise linear, é crucial observar que, de acordo com instituições como o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), mesmo pequenas alterações nas variáveis climáticas, incluindo a velocidade do vento, têm o potencial de desencadear efeitos em cascata que afetam desde melhorias na produção de energias renováveis até eventos climáticos extremos.

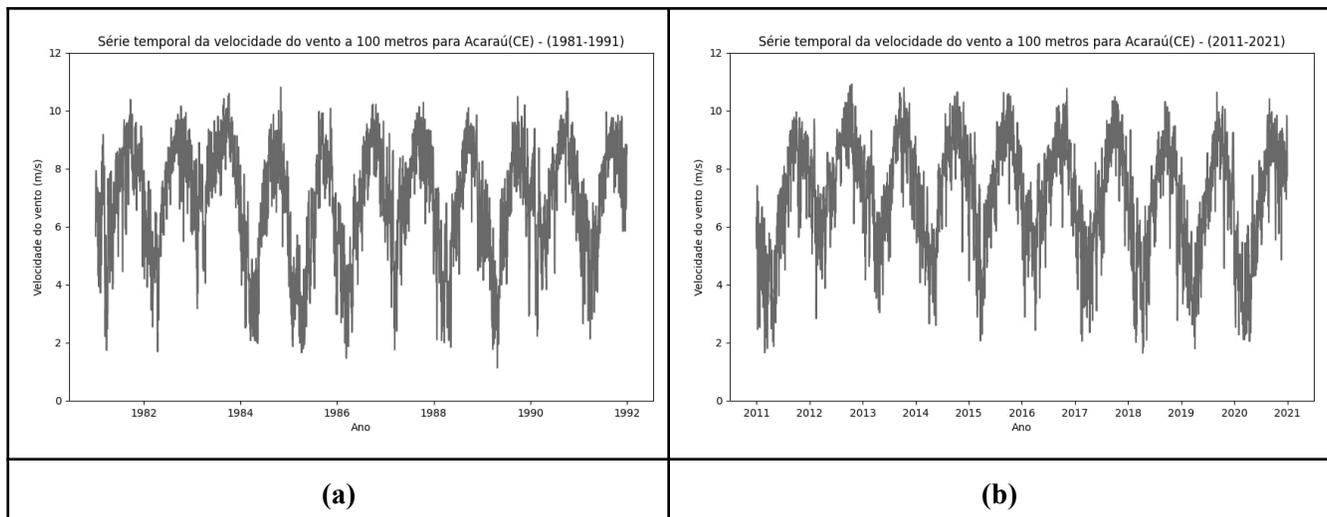


Figura 2. (a) Série temporal da velocidade do vento a 100 metros para o período de 1981-1991 e (b) série temporal da velocidade do vento a 100 metros para o período de 2011-2021.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

5. CONCLUSÃO

O potencial eólico de Acaraú foi analisado a partir de dados do ERA-5 e com dados extrapolados a partir de informações de superfície. Embora as mudanças climáticas sejam motivo de preocupação em um contexto mais amplo, para a expansão da energia eólica na região, essas transformações podem resultar em vantagens significativas, como a criação de empregos devido à demanda por mão de obra na construção de parques eólicos, o potencial para consolidar a região como um polo de energia renovável no país e outras oportunidades. A possibilidade de atualizar e aprimorar este estudo nos próximos 10 anos oferece perspectivas promissoras para o desenvolvimento contínuo dessa fonte de energia na região.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Delmotte, Valérie Masson et al. *Mudança de clima e terra*. 2020.
- [2] Do Nascimento Camelo, Henrique; Lucio, Paulo Sérgio; Junior, JBVL. Modelagem de média mensal de velocidade do vento para região litorânea no nordeste Brasileiro através do método aditivo Holt-Winters com vias a previsão de geração eólica. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 5, n. 4, p. 587-604, 2016.
- [3] Hersbach, Hans et al. The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 146, n. 730, p. 1999-2049, 2020.
- [4] Braga, Rose Angela Hilda Wanzeler; Santos, Eliane Barbosa; De Barros, Matheus Ferreira. Validação de dados de vento da reanálise ERA5-LAND para estimativa de potencial eólico no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Energia*, v. 27, n. 4, 2021.
- [5] Climate-data.org (2023). Climate data for cities worldwide, capturado *on-line* em 10/10/2023 de <<https://pt.climate-data.org>>.
- [6] Silva, Bernardo B. da et al. Potencial eólico na direção predominante do vento no Nordeste brasileiro. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, v. 6, p. 431-439, 2002.
- [7] Kottek, Markus et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. 2006.
- [8] Manwell, J. F., et al. An offshore wind resource assessment study for New England. *Renewable Energy*, v. 27, n. 2, p. 175-187, 2002.