

## Validação da radiação solar global do era5-Land para o município de Humaitá-Amazonas

### Validation of Global Solar Radiation from ERA5-Land for the Municipality of Humaitá-Amazonas

<sup>1</sup>Willian Félix Galvão, <sup>2</sup>Aline Lessa de Souza, <sup>3</sup>Carlos Alexandre Santos Querino, <sup>4</sup>Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino, <sup>5</sup>Marcos Antonio Lima Moura, <sup>6</sup>Lauriane Souza Alves, <sup>7</sup>Beatriz de Souza Gomes.

<sup>1</sup>Graduado – Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente (williangalvao2121@gmail.com)

<sup>2</sup>Doutora – Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente (alinelessa@ufam.edu.br)

<sup>3</sup>Doutor – Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente (carlosquerino@ufam.edu.br)

<sup>4</sup>Doutora – Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente (julianekayse@ufam.edu.br)

<sup>5</sup>Doutor – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas (malm@ccen.ufal.br)

<sup>6</sup>Mestranda – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (lauriane.alves@ufam.edu.br)

<sup>7</sup>Graduanda – Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente (beagoomez20@gmail.com)

---

**RESUMO:** A Radiação Solar Global, desempenha um importante papel nos estudos meteorológicos. Contudo, dados confiáveis são escassos devido ao baixo número de estações meteorológicas no Brasil e, por isso, há uma crescente utilização de dados provenientes de reanálises. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e validar os dados de reanálise do ERA5-Land. Os dados de superfície foram registrados pela estação solarimétrica instalada no telhado do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, município de Humaitá, Amazonas entre junho de 2018 a agosto de 2019. Os dados de reanálises são oriundos do ERA5-Land e foram baixados para o mesmo período. Os dados foram tratados em médias horárias e, posteriormente, tiveram suas métricas estatísticas, tais como erro médio absoluto, raiz do erro quadrático médio, coeficiente de determinação, coeficiente de correlação e o índice de Willmott, foram empregadas para avaliar o desempenho dos dados de reanálise. Há forte correlação observada entre os dados de reanálise do ERA5-Land e as medições da estação de superfície, com um coeficiente de correlação de  $r=0,93$ , juntamente com o MAE de  $63,93 \text{ Wm}^2$  e o RMSE de  $132,99 \text{ Wm}^2$ . Estes valores indicam uma robustez nos dados analisados. Além disso, o d de Willmott apresentou um valor de  $0,94$  e o  $R^2$  alcançou  $0,79$ , evidenciando a precisão das estimativas. Desta forma, evidencia-se que os dados do ERA5-Land são confiáveis para estudos locais que envolvam esta variável.

**Palavras Chave:** Reanálise, Sul do Amazonas, Radiação Solar.

**ABSTRACT:** Global Solar Radiation plays a crucial role in meteorological studies. However, reliable data is scarce due to the low number of meteorological stations in Brazil, leading to a growing reliance on reanalysis data. Thus, the objective of this study was to evaluate and validate reanalysis data from ERA5-Land. Surface data were recorded by a solarimetric station installed on the roof of the Institute of Education, Agriculture, and Environment in Humaitá, Amazonas, from June 2018 to August 2019. The reanalysis data were sourced from ERA5-Land and downloaded for the same period. Data were processed into hourly averages, and statistical metrics, such as Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), coefficient of determination ( $R^2$ ), correlation coefficient, and Willmott's index, were applied to assess the reanalysis data's performance. There is a strong correlation observed between ERA5-Land reanalysis data and surface station measurements, with a correlation coefficient of  $r=0,93$ , with an MAE of  $63.93 \text{ W/m}^2$  and an RMSE of  $132.99 \text{ W/m}^2$ . These values indicate robustness in the analyzed data. Furthermore, Willmott's d yielded a value of  $0.94$ , and  $R^2$  reached  $0.79$ , evidencing the precision of the estimates. This demonstrates that ERA5-Land data are reliable for local studies involving this variable.

**Keywords:** Reanalysis, Southern Amazonas, Solar Radiation.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A Radiação Solar é a energia emitida pelo Sol na forma de ondas eletromagnéticas e é essencial para a vida na Terra. Parte dessa radiação é absorvida e refletida pela atmosfera, enquanto a radiação restante atinge a superfície terrestre, aquecendo-a e fornecendo a energia necessária para processos como fotossíntese, ciclo da água e regulação térmica global (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além disso, o estudo da Radiação Solar Global é importante na abordagem de desafios ambientais, especialmente na análise dos padrões de distribuição da radiação solar para avaliar as implicações das mudanças climáticas e do efeito estufa. A interação da radiação solar com a atmosfera e os gases estufa é de particular interesse, pois influencia diretamente as condições climáticas e a temperatura da Terra. Contudo, a obtenção de dados confiáveis é essencial para embasar análises climáticas e decisões nessa área, mas são escassos, devido ao baixo número de estações meteorológicas no Brasil.

No Brasil, existe uma defasagem de estações meteorológicas, e não há uma rede de distribuição uniforme. A rede de estações meteorológicas no país é relativamente recente, com poucas estações com mais de 100 anos de dados. Além disso, muitas das séries provenientes dessas estações apresentam falhas, seja por falta de medição em estações convencionais, seja por falha nos equipamentos em estações automáticas. Uma possível saída para lidar com essa defasagem e irregularidade na rede de estações meteorológicas é o uso de produtos de reanálise (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Os produtos de reanálise oferecem estimativas completas e consistentes de variáveis meteorológicas em toda a extensão espacial e temporal, combinando observações com modelos numéricos. Eles podem preencher lacunas nos dados observados, fornecendo uma visão mais abrangente e contínua das condições meteorológicas passadas e atuais (BIER *et al.*, 2017), como por exemplo, os dados do projeto ERA5-Land.

O ERA5-Land, é a quinta geração de reanálise atmosférica do ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), oferece estimativas por hora de diversas variáveis climáticas atmosféricas, terrestres e oceânicas desde 1940 até o presente. Essas estimativas são úteis em várias aplicações, como treinamento de modelos de Machine Learning para prever o impacto do clima, avaliação de eventos climáticos históricos e visualização do clima médio de uma região em um determinado período (ECMWF, 2022).

Este conjunto de dados de reanálise oferece uma visão consistente da evolução das variáveis terrestres ao longo de várias décadas, com resolução aprimorada (~9km) em comparação com ERA5 (~25km) (ECMWF, 2022). Concomitantemente, as informações de incerteza podem ser aplicadas no conjunto de dez membros (EDA) com resolução reduzida do ERA5. Esses dados estão disponíveis em intervalos horários e mensais.

Neste cenário, os dados de reanálise se destacam como uma solução para suprir as lacunas ou até mesmo substituir os dados oriundos de estações de superfície. As reanálises climáticas combinam observações passadas com modelos para gerar séries temporais consistentes de múltiplas variáveis climáticas. Esses conjuntos de dados são amplamente utilizados nas ciências geofísicas, fornecendo uma descrição abrangente do clima observado e sua evolução ao longo das décadas, em grades 3D e até 4D. Por meio das reanálises climáticas, é possível estudar e compreender uma ampla gama de fenômenos, desde padrões climáticos regionais até eventos extremos globalmente impactantes, como furacões, secas prolongadas e ondas de calor (ANGÉLIL *et al.*, 2016). Esses dados são valiosos não apenas para a comunidade científica, mas também para tomadores de decisão, formuladores de políticas públicas e planejadores de infraestrutura, contribuindo significativamente para uma abordagem mais informada e resiliente diante dos desafios climáticos contemporâneos (XU *et al.*, 2022).

A validação dos dados de radiação solar global provenientes da ERA5-Land é importante para garantir a precisão e confiabilidade das informações utilizadas em diversos campos, como na meteorologia, na energia solar e na climatologia. Essa validação é essencial para avaliar a qualidade dos dados gerados pelo ERA5-Land, identificar possíveis falhas ou erros sistemáticos e, conseqüentemente, melhorar a precisão dos modelos e a desvantagem que utilizam esses dados. Além disso, a validação permite verificar a consistência temporal e espacial dos dados, garantindo que representem certas condições reais do ambiente em estudo (QUERINO *et al.*, 2020).

Em contraste, os dados de medição de radiação solar enfrentam problemas principais que limitam sua eficácia. Primeiro, muitos locais não possuem um extenso histórico de dados, dificultando análises sobre a disponibilidade e variabilidade dos recursos solares. Em geral, os dados disponíveis frequentemente apresentam lacunas, resultantes de falhas nos equipamentos ou períodos sem medições, comprometendo a confiabilidade das estimativas. Por último, as medições de qualidade são caras devido aos altos custos de instalação, manutenção e calibração, tornando-se inviáveis em regiões com recursos limitados. Assim, a validação dos dados de reanálise e a consideração das limitações das medições diretas são fundamentais para garantir uma base sólida para a pesquisa e aplicação da radiação solar (PEREIRA e SILVA, 2019).

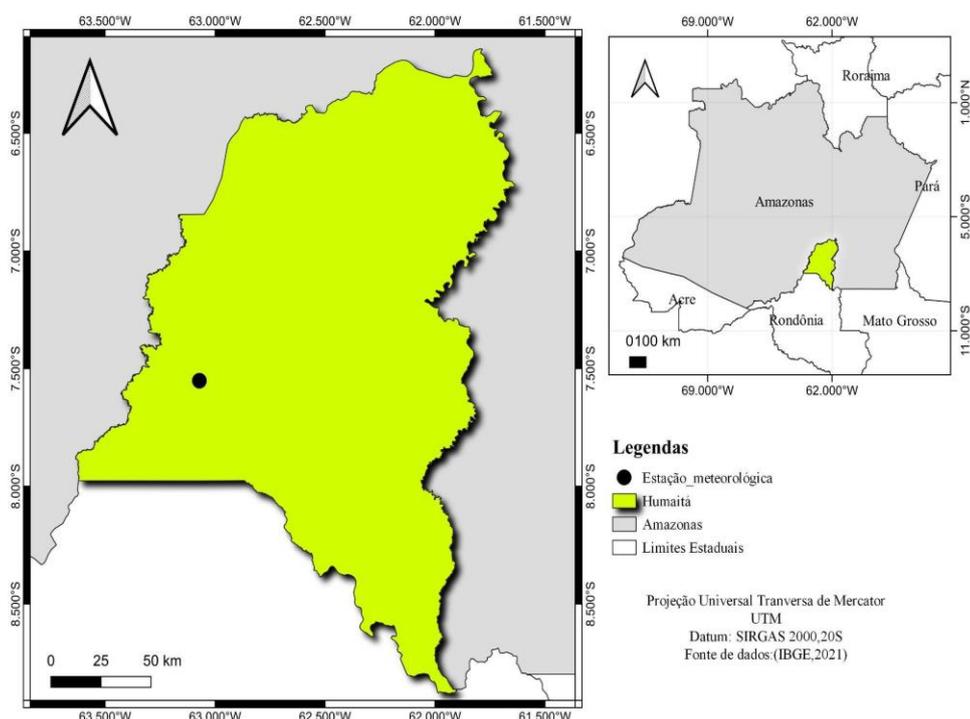
Neste contexto, a obtenção de dados meteorológicos revela-se imperativa para pesquisas de comportamento atmosférico, prognósticos climáticos, estratégias de prevenção de acidentes e demais investigações científicas. A análise dessas informações proporciona uma compreensão aprofundada dos padrões climáticos, permitindo abordagens fundamentadas na mitigação de riscos ambientais e na elaboração de políticas de prevenção, evidenciando, assim, a grande relevância de dados meteorológicos precisos para a condução de estudos científicos (OLIVEIRA, 2009).

Desta maneira, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar e validar os dados de Radiação Global oriundos dos produtos de reanálise do ERA5-Land em um município da mesorregião sul do Amazonas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODO**

O estudo foi realizado para o município de Humaitá, situado na mesorregião sul do estado do Amazonas, situada a margem esquerda do Rio Madeira, entre as coordenadas (-7,5S, -63.02°W) (Figura 1). A área do município abrange 33.111,129 km<sup>2</sup>, o que o coloca na 18ª posição em extensão no Amazonas, em um total de 62 municípios no estado (IBGE, 2024).

Figura 1 - Localização do Estado do Amazonas, do município de Humaitá e da estação meteorológica utilizada para a coleta dos dados.



De acordo com a classificação de Thornthwaite & Mather (1955), o clima da região é caracterizado como megatérmico úmido com moderada deficiência hídrica no inverno (Martins et al., 2023). Esta região apresenta dois períodos sazonais distintos: o período seco, ocorrendo de junho a agosto, e o período chuvoso, abrangendo os meses de outubro a abril, com transições para o período chuvoso-seco em maio e seco-chuvoso em setembro (PEDREIRA JUNIOR et al., 2021).

### 2.1 Coleta E Tratamento Dos Dados

Os dados de Radiação Global (Rg) em superfície foram coletados de junho de 2018 até agosto de 2019 pelo piranômetro modelo CM5 da Kipp & Zonen (Delft, Holland). O piranômetro foi conectado em um *datalogger* CR10X da Campbell Scientific (Logan, UT, USA). Os registros foram feitos a cada minuto e, posteriormente, integralizados em médias de 10 minutos. Os dados foram obtidos por meio do produto de reanálise denominado ERA5-Land, fornecido pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) disponíveis na plataforma Copernicus/Climate Change no site <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land>. Os dados foram extraídos para os pontos de grades correspondentes aos limites municipais, utilizando a abordagem point-to-pixel, em seguida foi executado uma extração na coordenada pontual na mesma localização da estação meteorológica.

Os dados foram organizados e processados em médias horárias. Em seguida, foi realizada uma limpeza, diagnosticando e tratando valores nulos e outliers, com substituição ou remoção desses dados, visando uma melhor correlação das informações.

### 2.2 Análise Estatística

Os dados da reanálise ERA5-Land foram comparados com os da estação de superfície usando métricas estatísticas: Mean Absolute Error (MAE) (Equação 1), Root Mean Square

Error (RMSE) (Equação 2), coeficiente de correlação ( $r$ ) (Equação 3), índice  $d$  de Willmott (Equação 4) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) (Equação 5). Essas métricas avaliaram o desempenho dos dados de reanálise em relação aos valores observados, oferecendo uma análise da concordância, precisão e relação linear entre os conjuntos de dados.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |O_i - P_i|^2}{n}} \quad (2)$$

$$r = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |O_i - P_i|^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O_i|^2 + |O_i - O_{\text{m}}|^2)} \quad (4)$$

$$r^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tol}} \quad (5)$$

Em que,  $n$  é o número de amostras,  $O_i$  é o valor observado para a amostra  $i$ ,  $P_i$  é o valor previsto pelo modelo para a amostra  $i$ .  $D$  é a diferença entre as fileiras das variáveis correspondentes,  $SS_{res}$  é a soma dos quadrados dos resíduos (diferença entre os valores observados e os valores preditos pelo modelo), e  $SS_{tol}$  é a soma total dos quadrados (medida da variabilidade total em relação à média).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

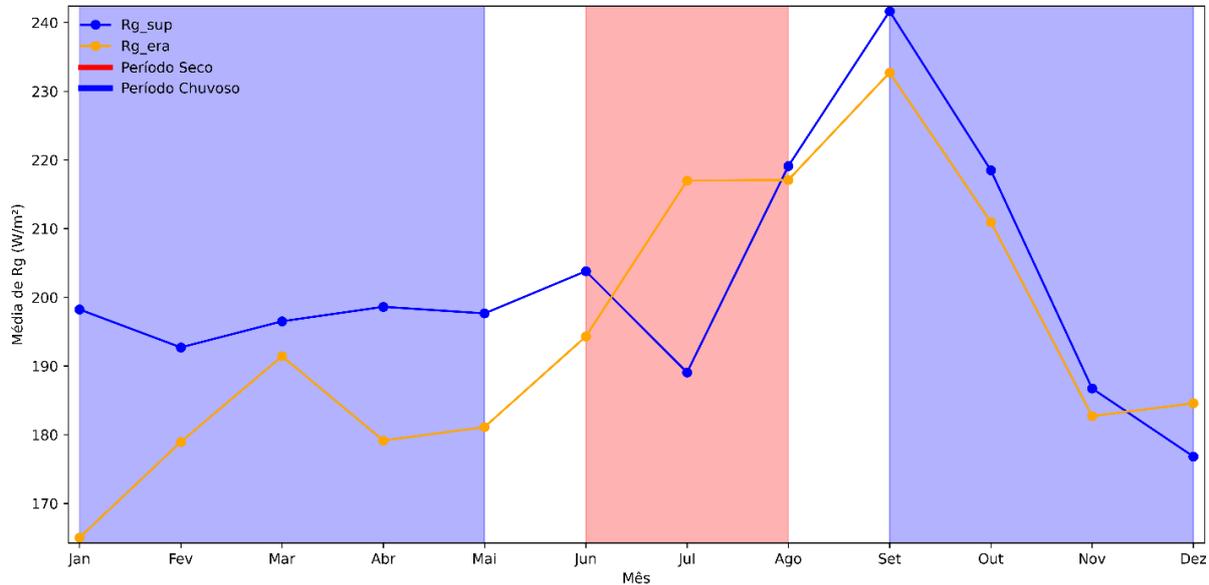
A análise da variabilidade sazonal da radiação global ( $R_g$ ) medida em superfície demonstra padrões claramente definidos ao longo do ano, com picos e vales associados às mudanças sazonais. Observa-se que os meses de agosto e setembro apresentam os maiores valores de  $R_g$  superfície, com uma média acima de  $215 \text{ Wm}^{-2}$ , enquanto novembro e dezembro exibem os menores valores, em torno de  $176$  a  $186 \text{ Wm}^{-2}$  (Figura 2). Destaca-se que os meses de dezembro a fevereiro apresentam valores reduzidos, correspondentes à estação chuvosa. Essa variabilidade se deve principalmente às mudanças na cobertura de nuvens e nos padrões de radiação solar ao longo do ano, com maior incidência de radiação durante a estação seca e menor durante a estação chuvosa, onde o aumento da nebulosidade e a maior incidência de eventos climáticos reduzem a radiação incidente na superfície (CALIL et al., 2016).

O comportamento médio horário da  $R_g$  evidencia um ciclo diurno consistente em ambos os períodos, seco e chuvoso, porém com intensidades distintas. Durante o período seco, o pico diário é mais pronunciado devido à menor cobertura de nuvens, enquanto, no período chuvoso, observa-se uma atenuação desse pico, consequência do aumento de nebulosidade e dispersão da radiação.

Na comparação entre os dados de superfície e o modelo ERA5-Land, nota-se que há uma boa correspondência entre as médias mensais de  $R_g$ , embora algumas discrepâncias sejam observadas. A análise estatística, considerando métricas como o Erro Quadrático Médio (RMSE) e o Erro Médio Absoluto (MAE), aponta para uma correlação moderada a forte, dependendo do período, sugerindo que o ERA5-Land captura a variabilidade sazonal com precisão aceitável, mas pode subestimar ou superestimar a radiação em momentos específicos devido às limitações de representação de fenômenos locais, como a nebulosidade e a presença de aerossóis.

Por fim, uma análise diferenciada entre os períodos seco e chuvoso demonstra variações nas métricas estatísticas, com o RMSE sendo ligeiramente menor no período seco, indicando uma melhor correspondência com os dados de superfície nesse intervalo. No período chuvoso, os valores de erro tendem a aumentar, refletindo as dificuldades do modelo em captar a dinâmica da cobertura de nuvens e outras condições atmosféricas variáveis.

Figura 2 - Média mensal da Radiação Global de superfície e estimada do ERA5-LAND com análise sazonal.

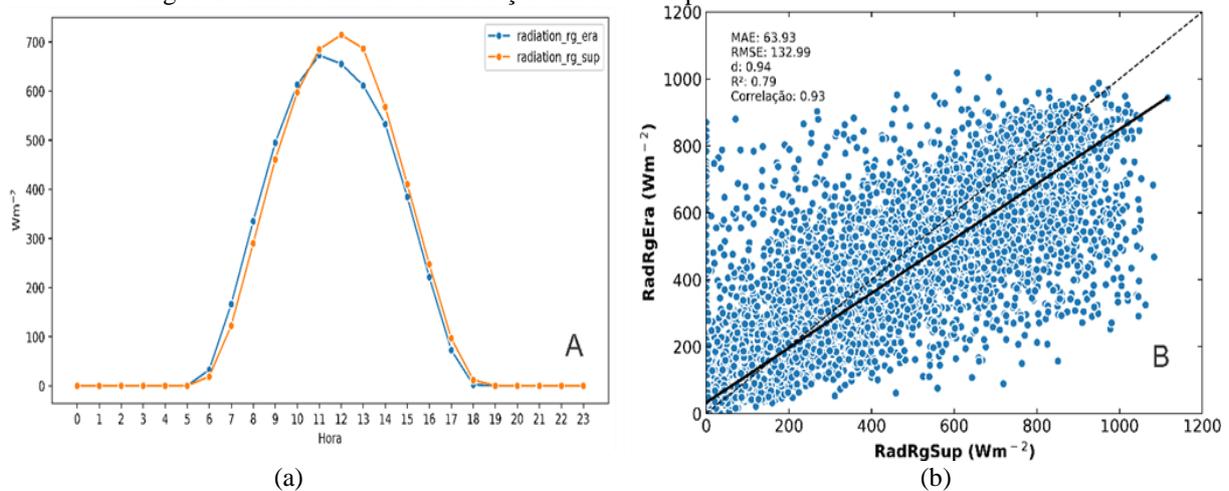


Realizou-se o Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov e o Teste de Shapiro-Wilk, constatando-se a ausência de normalidade nos dados. Diante desses resultados, aplicou-se a correlação de Spearman para avaliar as relações entre as variáveis. A correlação de Spearman foi de 0,93, indicando uma associação positiva entre essas variáveis, mesmo considerando a não normalidade. Nota-se que os valores médios máximos para a Rg ocorrem entre 11h e as 14h, registrando valores de 650 a 750 Wm<sup>-2</sup> para a Rg estimada do ERA5-LAND, nestes horários específicos (Figura 3A). Em contrapartida, os valores mínimos de Rg estimada do ERA5-LAND são observados ao nascer do sol, por volta das 5h30min, e ao pôr do sol, às 18h. Entretanto, para a Rg da estação de superfície, os valores máximos estão entre 645 e 695 Wm<sup>-2</sup>. Os valores médios horários de Rg do ERA5-LAND foram cerca de 536,08 Wm<sup>-2</sup>, enquanto os valores médios de Rg da estação de superfície foram aproximadamente 531,30 Wm<sup>-2</sup>. Isso representa uma diferença de 4,78 Wm<sup>-2</sup> entre as médias horárias da superfície e reanálise. A associação positiva (R = 0,93) entre os dados indicam que o modelo de reanálise possui boa capacidade preditiva em relação à radiação solar. Os valores máximos de Rg, registrados entre 11h e 14h, corroboram a expectativa de maior incidência solar durante o pico da luz do dia. A pequena diferença de 4,78 Wm<sup>-2</sup> entre as médias horárias sugere que o ERA5-Land pode ser confiável, mas a variabilidade atmosférica, como a nebulosidade, pode aumentar o erro na precisão das estimativas.

A diferença encontrada, na ordem de 4,78 Wm<sup>-2</sup> entre os valores médios horários de radiação global (Rg) do ERA5-LAND e os valores na superfície, pode ser atribuída a diversos fatores. Um possível motivo dessa diferença reside no efeito das nuvens, que podem atenuar a Radiação solar. Essa divergência entre os dados de radiação global (Rg) do ERA5-Land e os valores de superfície destaca a complexidade na modelagem da radiação solar. A influência das nuvens pode atenuar a radiação incidente. Além disso, a resolução espacial do modelo, que cobre uma área de aproximadamente 9 km, pode levar a variações, especialmente em

condições meteorológicas instáveis. Mudanças na concentração de aerossóis também podem contribuir para essas discrepâncias (FERNÁNDEZ PERUCHENA et al., 2020).

Figura 3 - Média horária da Radiação Global de superfície e estimada do ERA5-LAND.



Legenda: (A) Gráfico de dispersão e estatísticas para a Radiação Solar Global observada e estimada do ERA5-LAND (B).

As métricas revelam uma forte correlação ( $r = 0,93$ ,  $r^2 = 0,79$ ) entre os dados do ERA5-LAND e os dados de superfície, indicando uma boa concordância. O desempenho  $d$  de Willmott supera 90%, ressaltando a precisão dos dados de reanálise em comparação com os valores de superfície observados. No entanto, os valores de RMSE (132,99) e MAE (63,93) mostram uma margem de erro considerável entre os dados simulados e observados. Embora haja uma boa concordância geral, ainda há espaço para melhorias na modelagem e precisão dos dados de reanálise.

#### 4. CONCLUSÃO

Os valores de Radiação Global obtidos de reanálise do ERA5-LAND em relação aos medidos pela estação de superfície, no geral, apresentaram correlação satisfatória. Assim, espera-se com este estudo ter contribuído para a compreensão da confiabilidade e limitações dos dados de radiação oriundos de reanálise do ERA5-LAND. A influência de fatores locais, como topografia e cobertura do solo, também não foi considerada. Pesquisas futuras devem incluir séries históricas mais longas, com dados de estações em diferentes regiões climáticas, além de incorporar mais variáveis atmosféricas para aprimorar a precisão dos dados de reanálise em diferentes contextos ambientais e energéticos.

Assim, espera-se com este estudo ter contribuído para a compreensão da confiabilidade e limitações dos dados de radiação oriundos de reanálise do ERA5-LAND. Recomenda-se a realização de estudos futuros, com uma análise mais detalhada, com mais variáveis e a inclusão de maior série histórica de estações de superfície para validar dados do ERA5-LAND.

Valida-se, portanto, a confiabilidade dos dados obtidos por meio da reanálise do ERA5-Land e fornece uma base para estudos meteorológicos futuros e aplicações para desenvolvimento de fontes alternativas de energia.

## 5. REFERÊNCIAS

ANGÉLIL, O., et al. Comparing Regional Precipitation and Temperature Extremes in Climate Model and Reanalysis Products. **Weather and Climate Extremes**, v. 13, p. 35-43, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2016.07.001>

BIER, A. A, FERRAZ; SIMONE E. T. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas em dados meteorológicos para estações no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 215-226, 2017.

CALIL, N. P. R. Reges; COSTA, R. B.; XIMENES, P. A.; CUNHA, P. P. Análise da Radiação Solar em Diferentes Estações do Ano. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, 2016.

EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS (ECMWF). **ERA5Land**, Ano de disponibilização 2022. Disponível em: <<https://www.ecmwf.int/en/era5-land>>. Acesso em: 23 out. 2024.

FERNÁNDEZ-PERUCHENA, CARLOS M., JESÚS POLO, LUIS MARTÍN, AND LUIS MAZORRA. Site-Adaptation of Modeled Solar Radiation Data: The SiteAdapt Procedure **Remote Sensing**, v. 12, n. 13, 2127, 2020.. <https://doi.org/10.3390/rs12132127>

IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/.html?>>. Acesso em: 4 jan. 2024.

LIU, J., & LIANG, S. Direct versus Diffuse Solar Radiation: An Overview on Measurement Methods and Applications. **Energies**, v. 16, n. 1, 2023. <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/1/11>. Acesso em 11 de outubro. 24.

MARTINS, F. R; PEREIRA; ENIO, B; ECHER, M. P. D. S. Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário – o Projeto Swera. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 145-159, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/vr68FHKFh6PWkYwtYXYvfMj/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

OLIVEIRA, D; PATRICIA, A; RICIERI, R. P. Irradiação global, direta e difusa, para a região de Cascavel, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 28, n. 1, p. 73-77, 2006.

OLIVEIRA, A. G. A Importância dos Dados das Variáveis Climáticas nas Pesquisas em Geografia: Um Estudo de Caso Empregando a Precipitação Pluviométrica. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 32, p. 9-21, 2009.

PEDREIRA JÚNIOR, A. L.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. DA S.; SANTOS, L. O. F. DOS; MOURA, A. R. DE M.; MACHADO, N. G.; BIURDES, M. S. Variabilidade Horária E Intensidade Sazonal Da Precipitação No Município De Humaitá–Am. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 22, 2021. doi: 10.5380/abclima.v22i0.58089. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14050>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PEREIRA, L.; SILVA, R. The role of solar radiation data validation in renewable energy systems: Insights from ERA5-LAND. **Solar Energy**, v. 189, p. 45-58, 2019.

QUERINO, C. A. S., BIUDES, M. S., MACHADO, N. G., DA SILVA QUERINO, J. K. A., MOURA, M. A. L., & ALVES, P. V. Modelling parametrization to estimate atmospheric long wave radiation in the Northern Mato Grosso, Brazil. *Ciência e Natura*, v. 42, p. e105-e105, 2020.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p.

XU, J., Ma, Z., Yan, S., Peng, J., 2022. Do ERA5 and ERA5-land precipitation estimates outperform satellite-based precipitation products? A comprehensive comparison between state-of-the-art model-based and satellite-based precipitation products over mainland China. *J. Hydrol.*, v. 605, 127353, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127353>



O conteúdo deste trabalho pode ser usado sob os termos da licença Creative Commons Attribution 4.0. Qualquer outra distribuição deste trabalho deve manter a atribuição ao(s) autor(es) e o título do trabalho, citação da revista e DOI.