

# A avaliação e o Mapeamento da Irradiação solar em Timor-Leste com os dados ERA5, MERRA2 e SOLCAST

## *Assessment and mapping of the solar irradiation in Timor-Leste using ERA5, MERRA2 and SOLCAST data*

SARMENTO, Nelson <sup>(1)</sup>; POTES, Miguel <sup>(2)</sup>; CANHOTO, Paulo <sup>(2,3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade de Évora, Évora, m54038@alunos.uevora.pt

<sup>(2)</sup> Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, Évora, mpotes@uevora.pt

<sup>(3)</sup> Departamento de Física, Universidade de Évora, Évora, canhoto@uevora.pt

### RESUMO

Este trabalho faz parte da dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia Solar e tem como objetivo avaliar e mapear o recurso solar em Timor-Leste. Para esse fim, foram usados dados de reanálise de ERA5 e MERRA2, envolvendo uma malha com a área compreendida entre 123.75° e 127.5° de longitude, e entre -9.5° e -8.0° de latitude durante de um período de 23 anos (2000-2022), bem como os dados de Solcast adquiridos em 39 pontos distribuídos pelos municípios de Timor-Leste ao longo de 16 anos (2007-2022). Os dados de reanálise foram submetidos a um ajuste da grelha original para uma resolução 0,5° x 0,5° e posteriormente para 0,01° x 0,01° através de interpolação triangular bicúbica e linear para proceder a avaliação e mapeamento. Além disto, investigou-se também a influência da altitude, cobertura de nuvens e precipitação na irradiância solar. Os resultados do estudo mostram que as relações entre os dados de ERA5 e MERRA2 para a variável de GHI (Global Horizontal Irradiance) têm um coeficiente de determinação de  $R^2=0,386$ , enquanto para o GHI em condição de céu limpo é de  $R^2=0,992$ . As relações dos dados Solcast, também para o GHI, têm coeficientes de determinações  $R^2=0,717$  e  $0,299$ , com o ERA5 e MERRA2, respectivamente. Para a condição de céu limpo têm  $R^2=0,930$  e  $0,944$  para o ERA5 e MERRA2, respectivamente. Os mapas mensais entre ERA5 e MERRA2 mostram uma similaridade entre os meses de Julho e Agosto sendo os restantes meses muito diferentes.

### SUMMARY

*This work is part of the Master's thesis in Solar Energy Engineering and aims to assess and map the solar resource in East Timor. To this end, reanalysis data from ERA5 and MERRA2 were used, involving a grid with an area between 123.75° and 127.5° of longitude, and between -9.5° and -8.0° of latitude over a period of 23 years (2000-2022), as well as Solcast data acquired at 39 points distributed throughout the municipalities of Timor-Leste over 16 years (2007-2022). The reanalysis data was subjected to an adjustment of the original grid to a resolution of 0.5° x 0.5° and then to 0.01° x 0.01° by means of triangular bicubic and linear interpolation in order to carry out the evaluation and mapping. In addition, the influence of altitude, cloud cover and precipitation on the solar irradiance was also investigated. The results of the study show that the relationship between the ERA5 and MERRA2 data for the GHI (Global Horizontal Irradiance) variable has a coefficient of determination of  $R^2=0.386$ , while for the GHI in clear sky conditions it is  $R^2=0.992$ . The relationships of the Solcast data, also for the GHI, have coefficients of determination  $R^2=0.717$  and  $0.299$ , with the ERA5 and MERRA2, respectively. For clear skies,  $R^2=0.930$  and  $0.944$  for ERA5 and MERRA2, respectively. The monthly maps between ERA5 and MERRA2 show a similarity between the months of July and August, with the remaining months being very different.*

# A Avaliação e o Mapeamento da Irradiação Solar em Timor-Leste com dados ERA5, MERRA-2 e SOLCAST

Sarmiento, Nelson <sup>1</sup>; Potes, Miguel <sup>2</sup>; Canhoto, Paulo <sup>2,3</sup>

(1) Escola de Ciência e Tecnologia, Univ. de Évora; (2) Instituto de Ciências da Terra, Pólo da Univ. Évora; (3) Departamento de Engenharia Mecatrónica, Univ de Évora.

## Objetivos

Avaliar e mapear o recurso solar em Timor-Leste com dados de reanálise do ERA5 e MERRA2 e do modelo SOLCAST. Investigar os impactos da fração de cobertura de nuvens, água precipitável e altitude na Irradiação Horizontal Global (GHI).

## Métodos

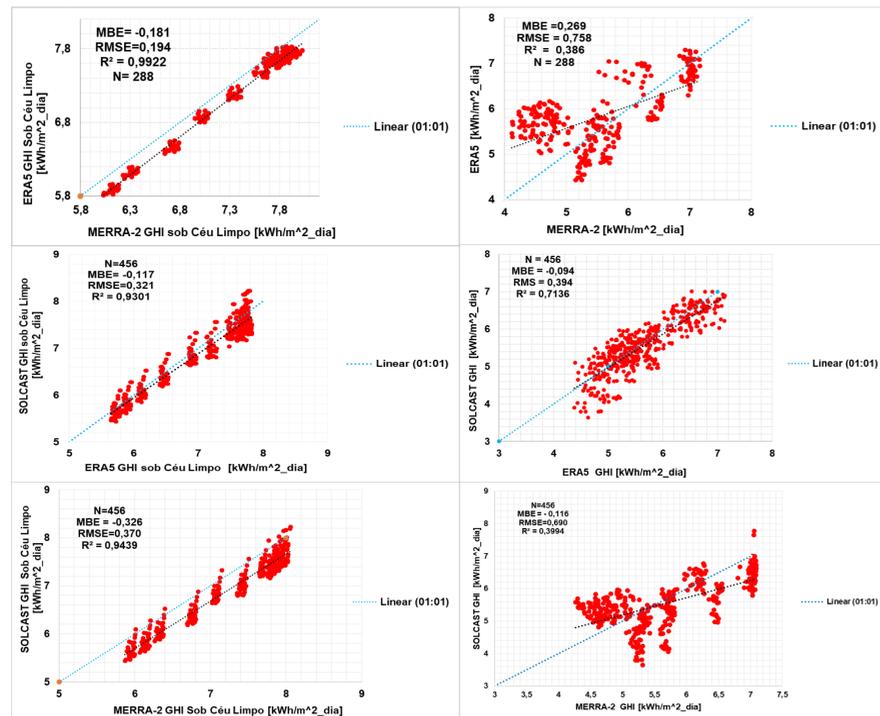
A área de estudo é compreendida entre -9.5° e -8.0° de latitude e entre 123.75° e 127.5° de longitude, e num período de 23 anos (2000-2022) para os dados de reanálise do ERA5 e MERRA-2. Os dados do modelo Solcast foram adquiridos em 39 pontos distribuídos pelos municípios de Timor-Leste ao longo de 16 anos (2007-2022).

Estatisticamente os dados são tratados em média mensal e anual de longo prazo. Os dados de reanálise foram submetidos a uma interpolação da grelha original para uma resolução 0,5°x0,5° e posteriormente para 0,01° x 0,01° através de interpolação triangular bicúbica e linear para proceder a avaliação e mapeamento.

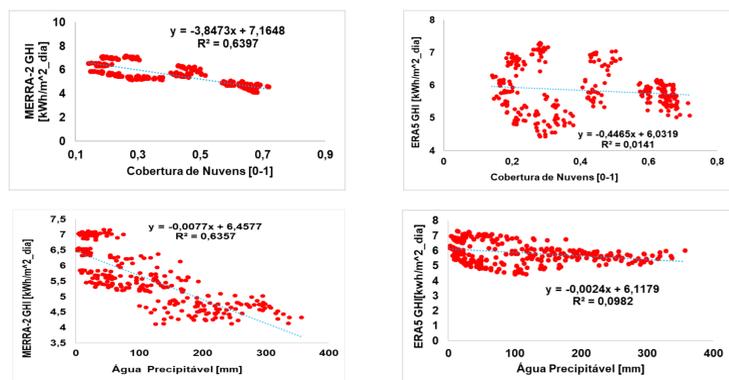


## Resultados

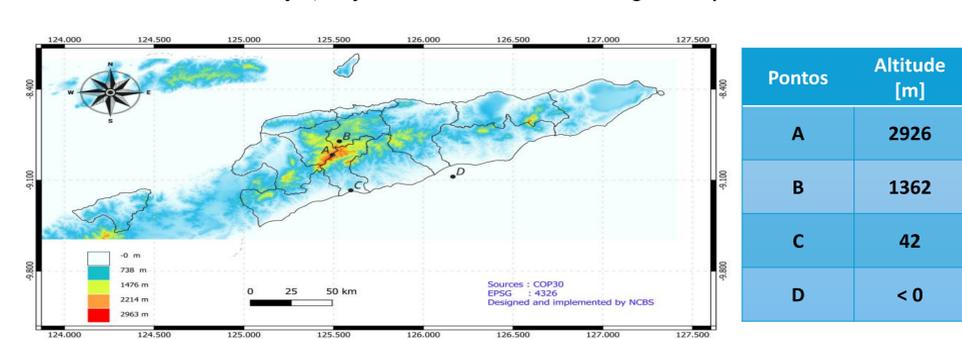
### Avaliação da GHI de Céu limpo e GHI



### Efeito da Fração da Cobertura de Nuvens e da Água Precipitável



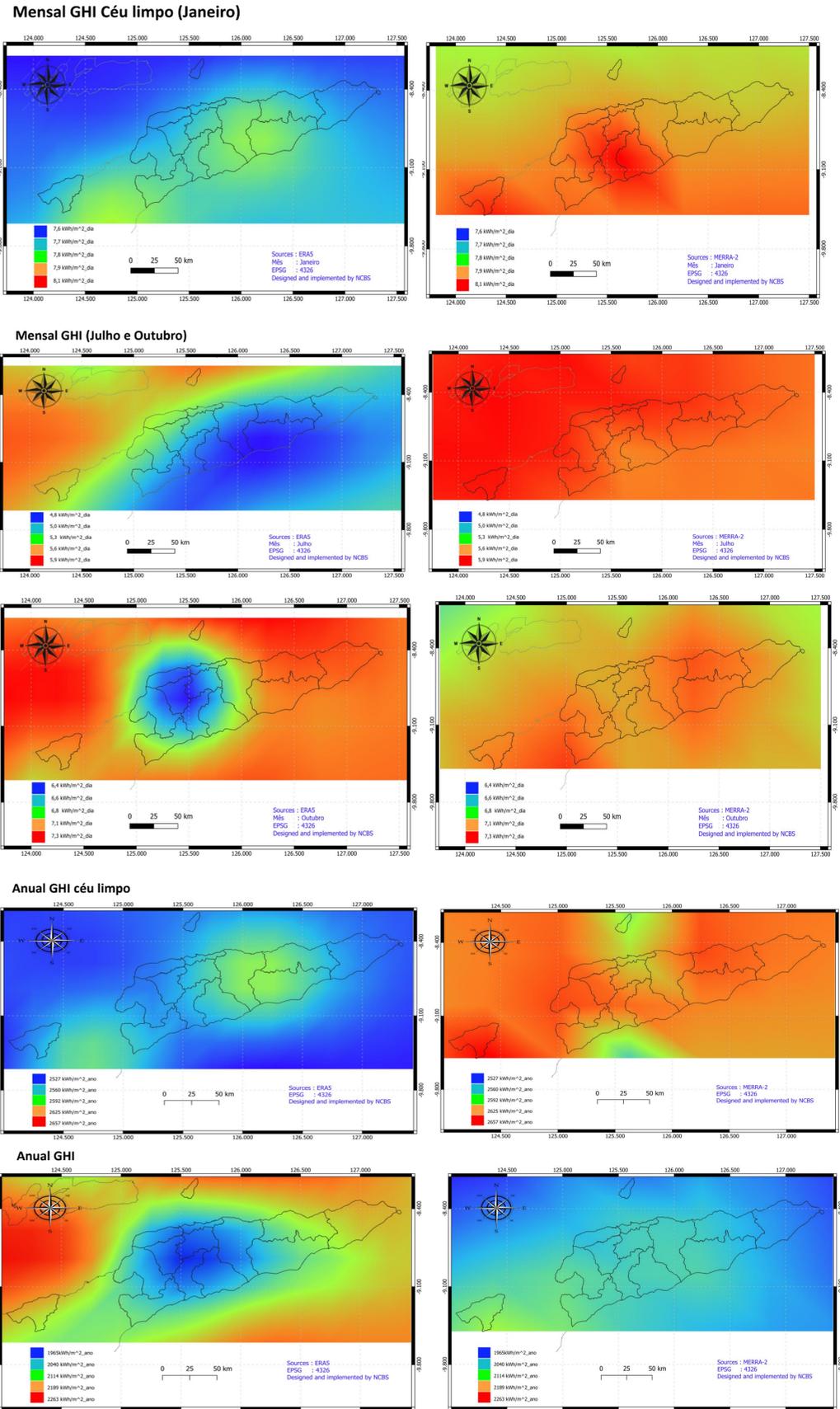
### Efeito da Altitude Sobre Irradiação, Fração de Cobertura de Nuvens e Água Precipitável



Variáveis	SOLCAST/ERA5				SOLCAST/MERRA-2				
	Altitude	MBE	RMSE	R <sup>2</sup>	Variáveis	Altitude	MBE	RMSE	R <sup>2</sup>
GHI sob céu limpo	A	0,629	0,63	0,989	A	0,342	0,347	0,9978	
	B	0,218	0,221	0,9889	B	-0,047	0,084	0,9886	
	C	-0,254	0,263	0,9952	C	-0,511	0,514	0,9952	
	D	-0,346	0,354	0,9929	D	-0,494	0,496	0,9952	
GHI	A	0,402	0,42	0,9868	A	0,131	0,421	0,7544	
	B	0,188	0,294	0,8773	B	-0,093	0,239	0,972	
	C	0,104	0,274	0,917	C	-0,005	0,779	0,2765	
	D	-0,059	0,192	0,9461	D	-0,039	0,771	0,2825	

Altitude	GHI e Fração Cobertura de Nuvens		GHI e Água Precipitável	
	ERA	MERRA	ERA	MERRA
A	0,752	0,5707	A	0,1752
B	0,1397	0,5924	B	0,1918
C	0,0071	0,5669	C	0,1845
D	0,0011	0,586	D	0,3216

### Mapas Mensais e Anual de GHI céu limpo e GHI – ERA5 (esq.) e MERRA-2 (dir.)



## Conclusão

- Na comparação entre as três fontes de dados há maior concordância entre o SOLCAST e o ERA5 para o GHI e GHI céu limpo, e menor para o GHI quando comparamos o ERA5 com o MERRA-2 e SOLCAST com o MERRA-2.
- A dispersão de GHI em função da fração da cobertura de nuvens e do conteúdo em água precipitável apresenta um valor de R<sup>2</sup> da ordem de 64% para os dados MERRA2 enquanto que para o ERA5 é abaixo dos 10%.
- Para diferentes altitudes a comparação entre SOLCAST e ERA5 e MERRA-2 apresenta melhores resultados para o ponto B (1392 m) para o GHI céu limpo e GHI (com excepção da comparação SOLCAST/ERA5 que é melhor para o ponto D (0 m)).
- Na comparação do GHI com a fração da cobertura de nuvens e com o conteúdo em água precipitável os resultados são melhores para o caso do MERRA-2.
- Os mapas mensais e anuais mostram diferenças significativas entre as fontes ERA5 e MERRA-2 (valores superiores), expectáveis devido aos diferentes inputs dos dados meteorológicos, ocupação do solo e topográficos.

## Referências

Iqbal Muhammad; (1983), An Introduction to Solar Radiation; ISBN 0-12-373750-8;

Soteris A. Kalogirou (2014); Solar Energy Engineering Processes and Systems; Second Edition; ISBN-13: 978-0-12-397270-5;

Jesús Polo, Luis Martín-Pomares, Antonio Sanfilippo; (2019); Solar Resources Mapping Fundamentals and Applications; ISSN 1865-3537; <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97484-2>.

