



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

02 – 03 NOVEMBRO 2023

# Impacto do uso de diferentes modelos atmosféricos no estudo da variação do nível do mar com medidas de altimetria por satélite

M. Joana FERNANDES<sup>1,2</sup>, Telmo VIEIRA<sup>1,2</sup>, Pedro AGUIAR<sup>1,2</sup> e Clara LÁZARO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> DGAOT, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal

<sup>2</sup> Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR)

(mjfernan@fc.up.pt; telmo.vieira@fc.up.pt; pedro.aguiar@fc.up.pt, clazaro@fc.up.pt)

# Resumo

- Motivação
- Comparação global entre ERA5, ECMWF OP e ERA Interim para a era altimétrica (1992 – 2023)
- Estabilidade dos modelos ECMWF para o período 2004-2023
- Avaliação regional dos modelos ECMWF para o período 2004-2023
- Impactos na variação do nível do mar
- Conclusões

# Motivação

- No contexto da altimetria por satélite, os modelos meteorológicos numéricos (NWM) são fontes relevantes para calcular o atraso devido à componente húmida da troposfera (*Wet Path Delay*, WPD) no sinal altimétrico, causado principalmente pelo vapor de água atmosférico. Em regiões onde o WPD baseado em observações não está disponível, estas podem ser a única fonte de informação.
- Modelos estado da arte: modelo ECMWF operacional (ECMWF OP) e reanálise (ERA5).
- O único WPD derivado de modelos atualmente fornecido na maioria dos produtos altimétricos é o do modelo ECMWF OP.

➔ Este estudo apresenta uma avaliação dos NWM ECMWF estado da arte (ECMWF OP e ERA5) para estimar o WPD de observações de altimetria por satélite, com foco nos impactos na variação do nível do mar estimada com medidas altimétricas.

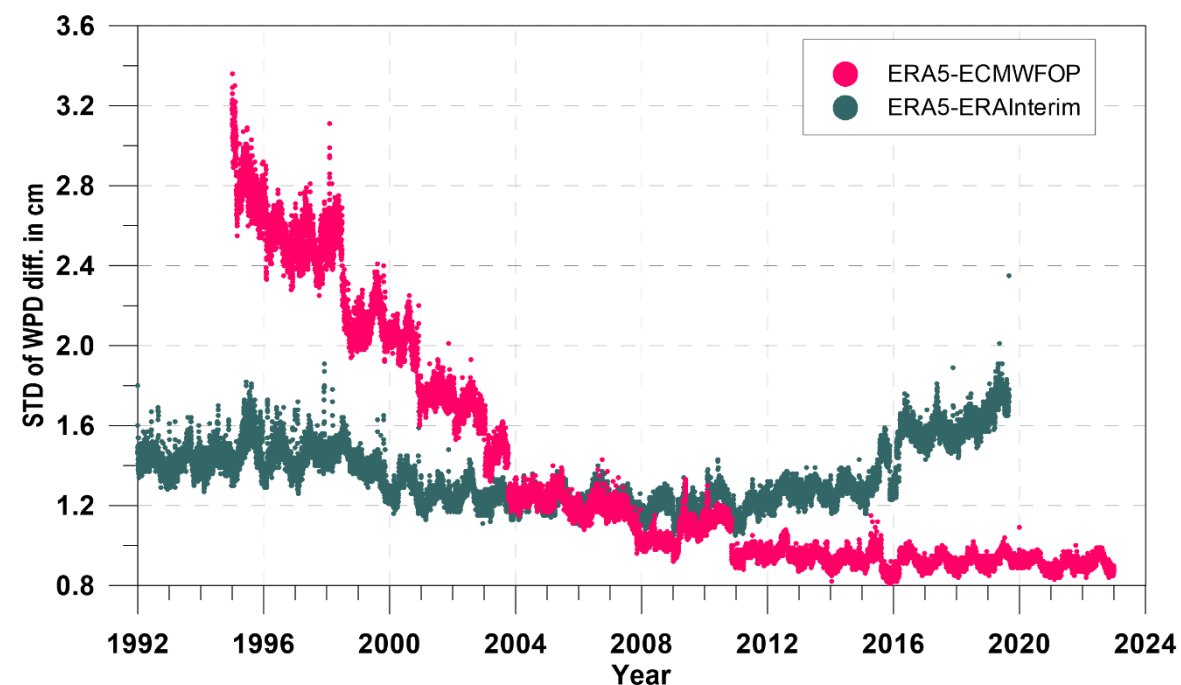
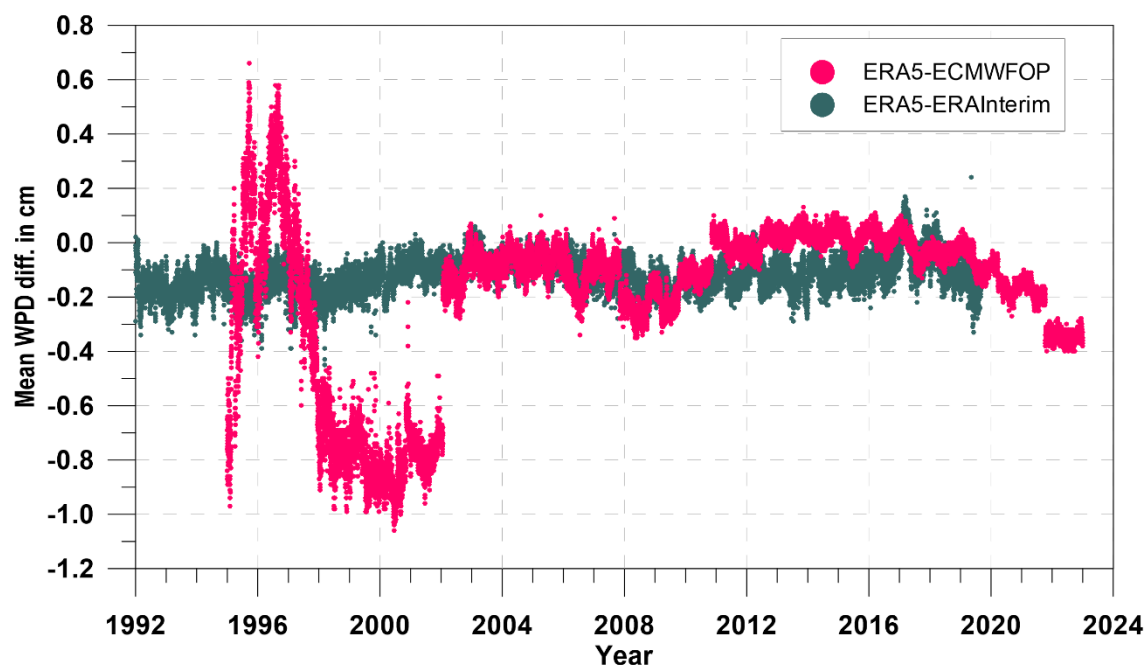
- Estudo suportado em parte pela ESA no âmbito do projeto HYDROCOASTAL e em parte pelo programa Copernicus da União Europeia através da atividade S3 Altimetry GPD + Wet Tropospheric Correction (GPD4S3) da EUMETSAT.

# Dados usados

- **Modelos ECMWF:**
  - ECMWF OP:  $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$ , intervalos de 6 h – modelo operacional
  - ERA5:  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ , intervalos de 1 h – reanálise mais recente, desde julho 2017
  - ERA Interim:  $0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$ , intervalos de 6 h – reanálise anterior, descontinuada em setembro 2019
- **SSMIS:** *Special Sensor Microwave Imager* e *Special Sensor Microwave Imager Sounder* (SSMIS) – referência estável e calibrada para a estimativa do WPD.
- **Dados Altimétricos:** *Sea level anomalies (SLA)* do Jason-2, Jason-3 e Sentinel-3A da base de dados RADS.

# Comparação entre ERA5, ECMWF OP e ERA Interim (1992-2023)

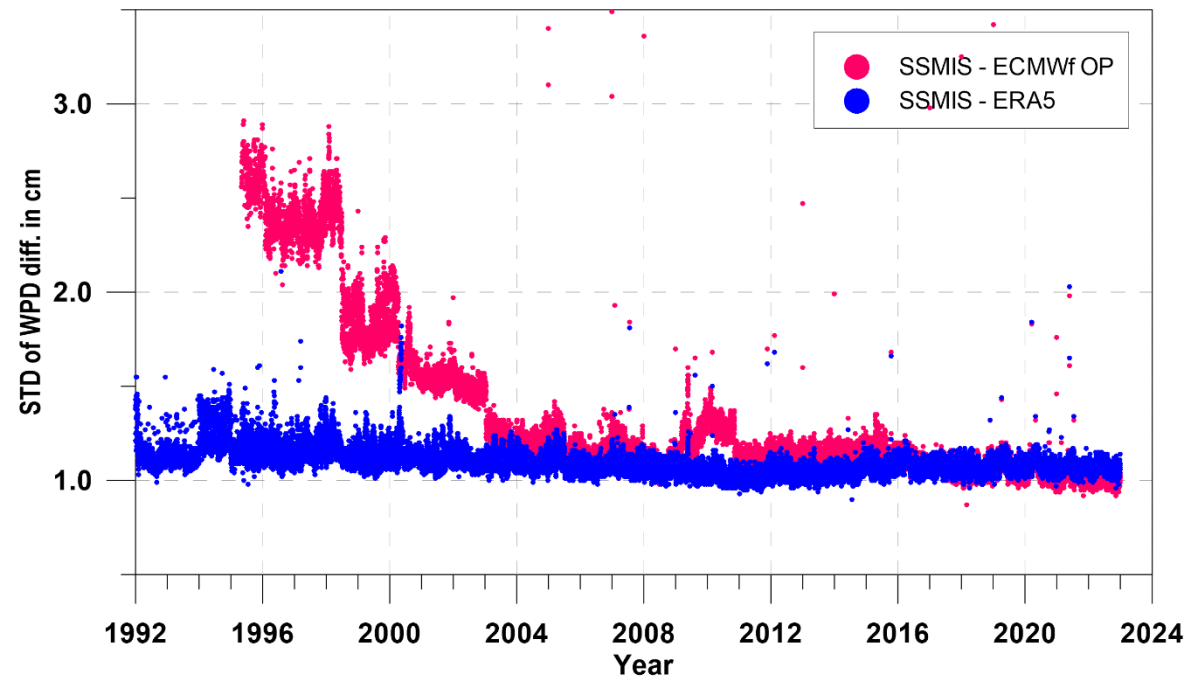
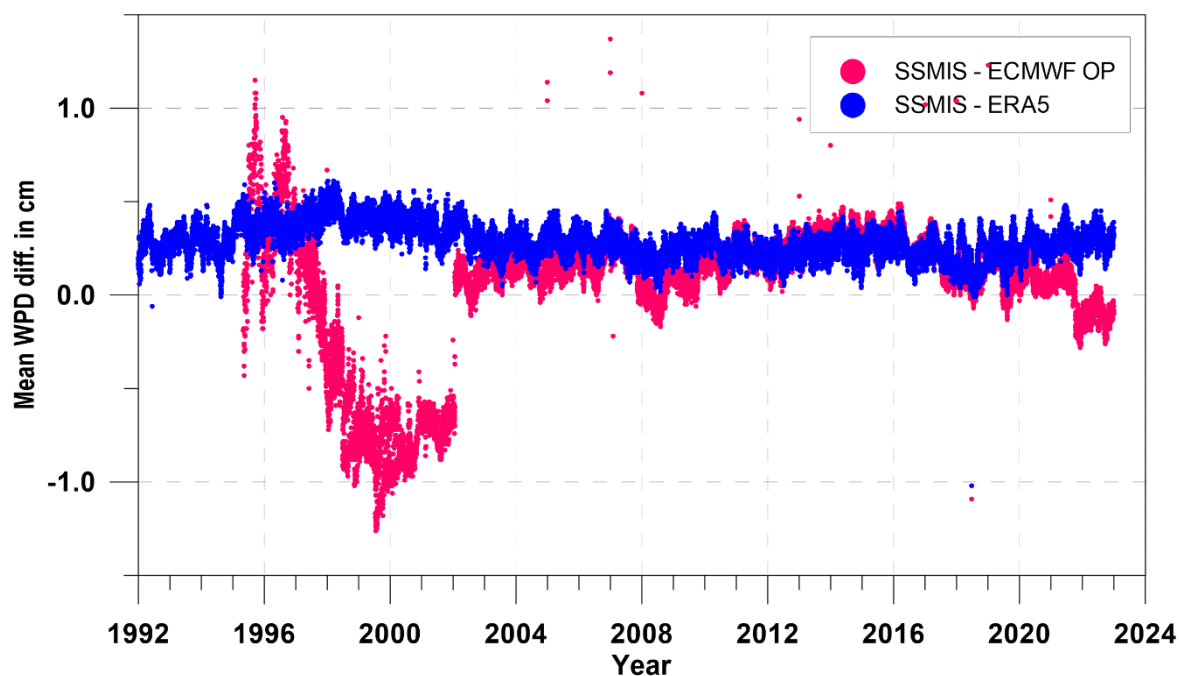
Mean (left) and standard deviation (right) of WPD differences, in cm (global weighted values).



- ERA Interim errors increased after 2011.
- ECMWF OP is not stable and it has very large errors before 2004.

# Comparação entre radiómetros SSMIS e modelos ECMWF (1992-2023)

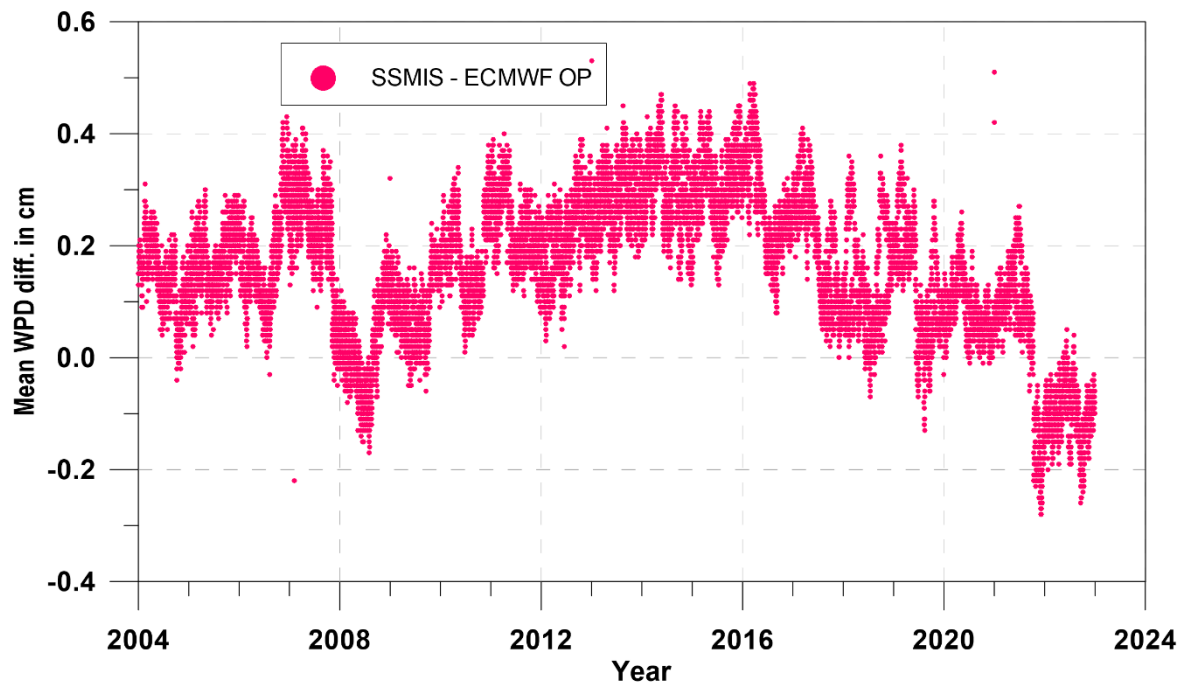
Mean (left) and STD (right) of WPD differences between SSMIS and ECMWF OP (red) and between SSMIS and ERA5 (red), in cm (ocean weighted values)



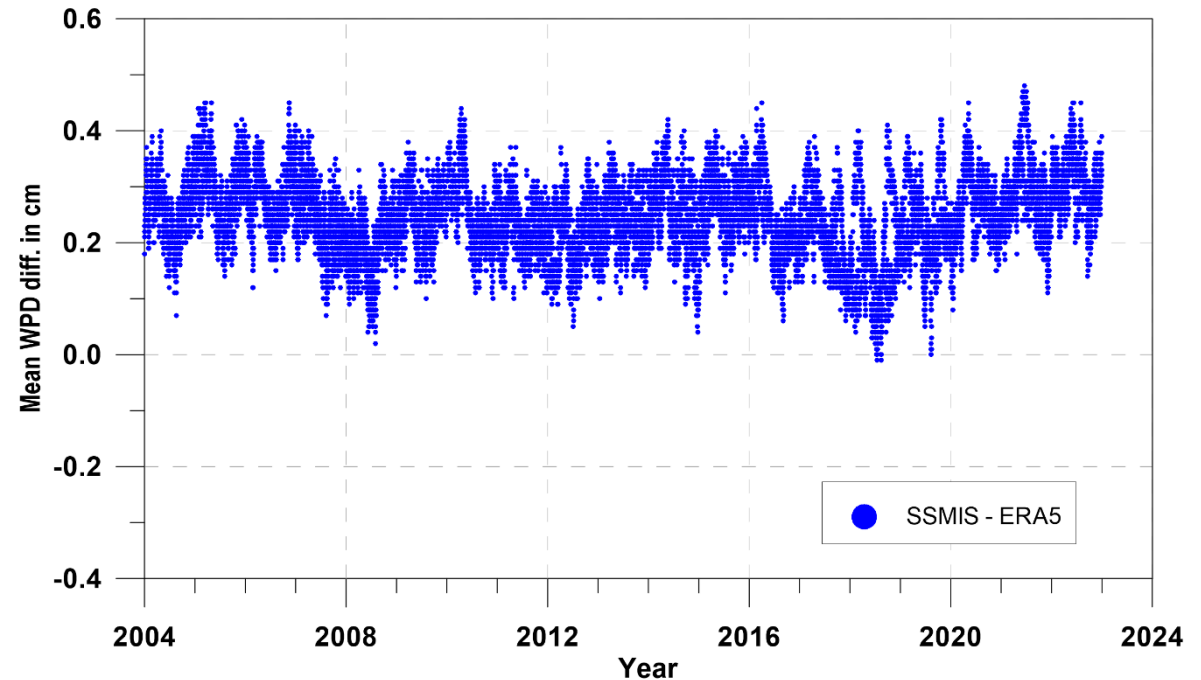
When compared with SSMIS, considered a stable WPD reference, ERA5 is significantly more stable than ECMWF OP and significantly better before 2017.

# Comparação entre radiómetros SSMIS e modelos ECMWF **depois de 2004**

Mean WPD differences between SSMIS and ECMWF OP in cm (ocean weighted values)



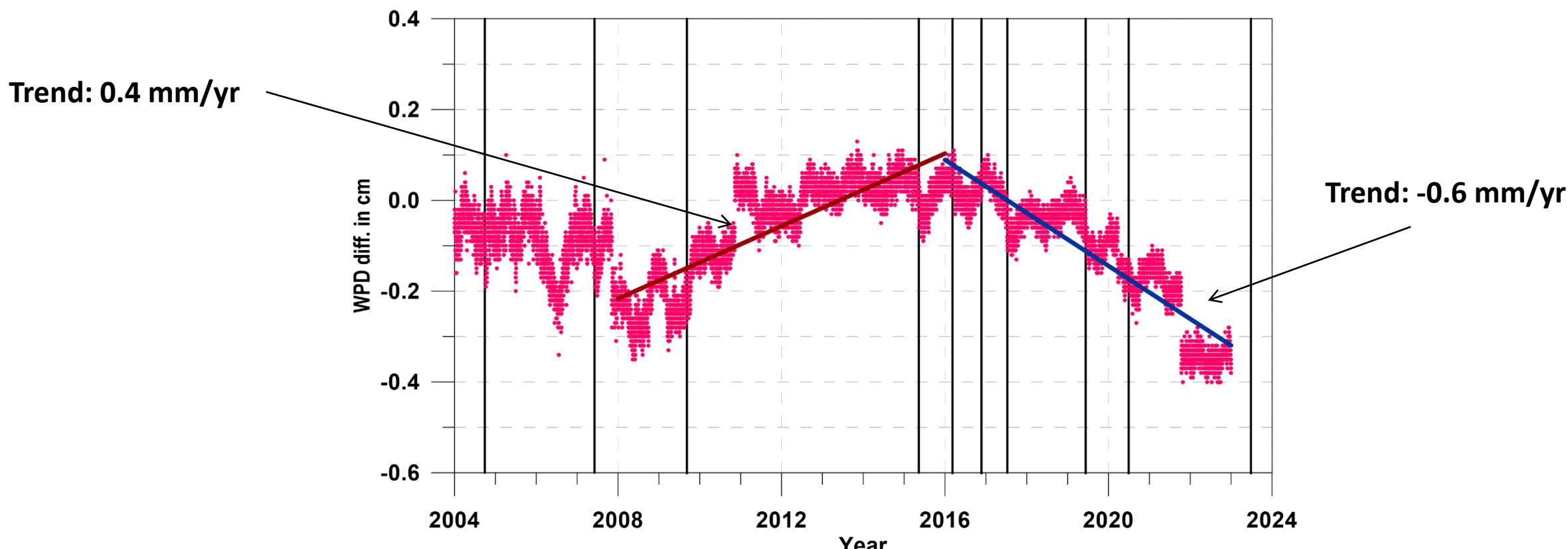
Mean WPD differences between SSMIS and ERA5, in cm (ocean weighted values)



After 2004, when compared with SSMIS, ERA5 is significantly more stable than ECMWF OP

# Comparação entre ERA5 e ECMWF OP **depois de 2004**

Mean WPD differences (ERA5 – ECMWF OP), in cm (global weighted values), after 2004.

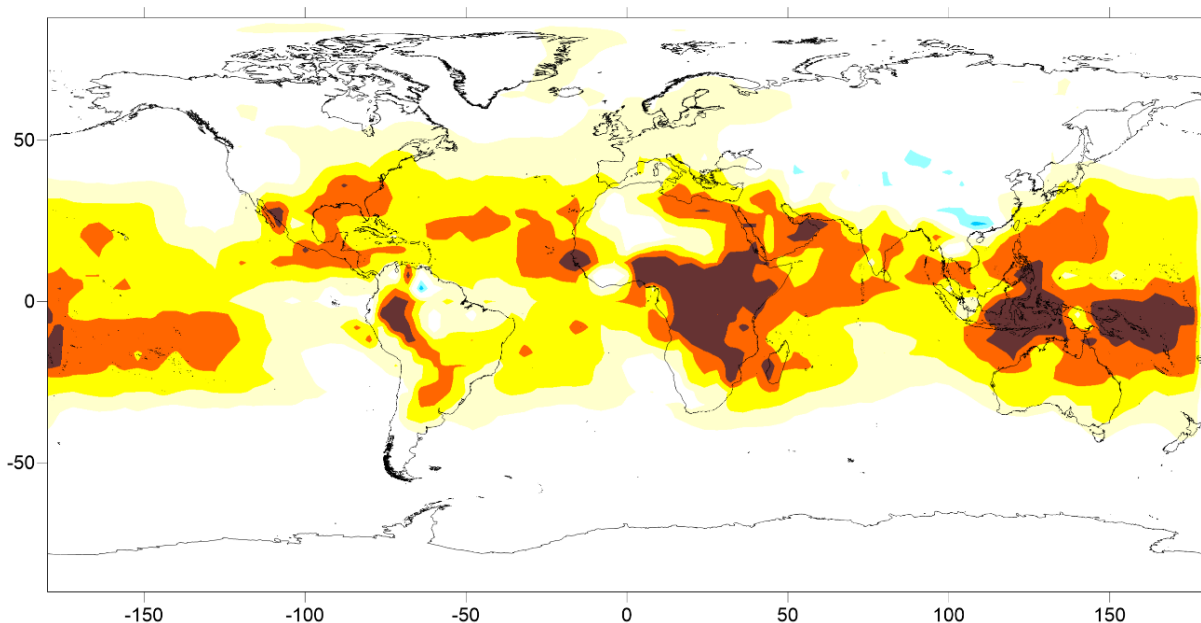


After 2004, ECMWF OP still has several discontinuities, which may induce significant trend errors. Trend for period 2008.0-2016.0: 0.4 mm/yr; Trend for period 2016.0-2023.0: -0.6 mm/yr. These trends are larger than the target GCOS and IPCC trend error of 0.3 mm yr<sup>-1</sup> over 10-year periods.

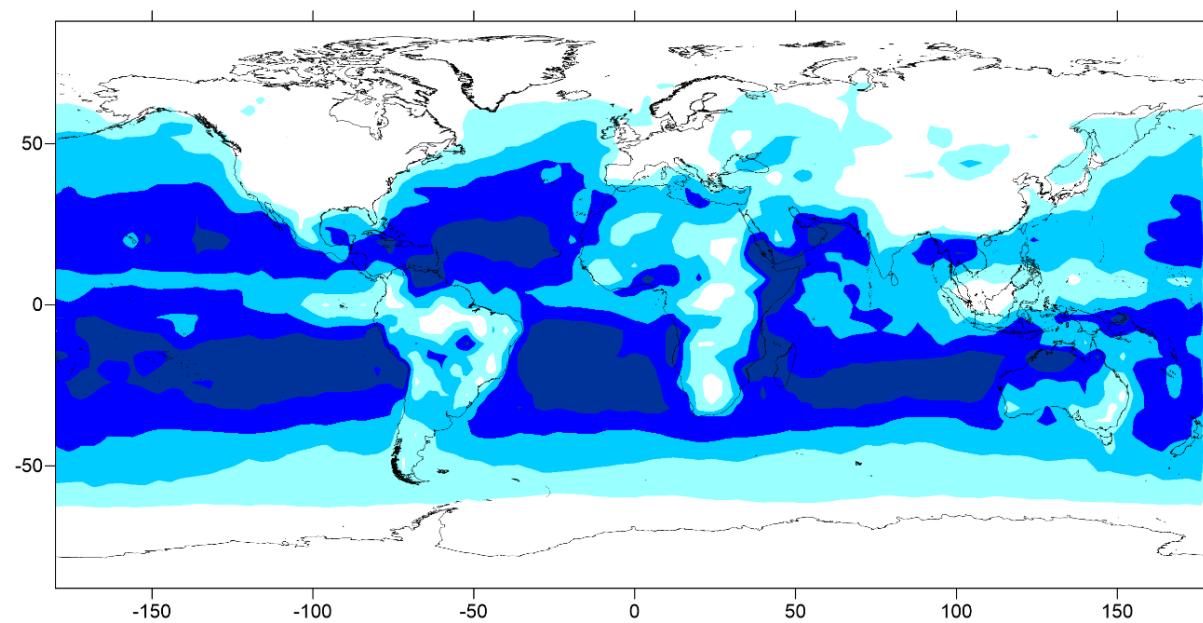


# Tendências regionais nas diferenças de WPD entre ERA5 e ECMWF OP

2008.0 - 2016.0



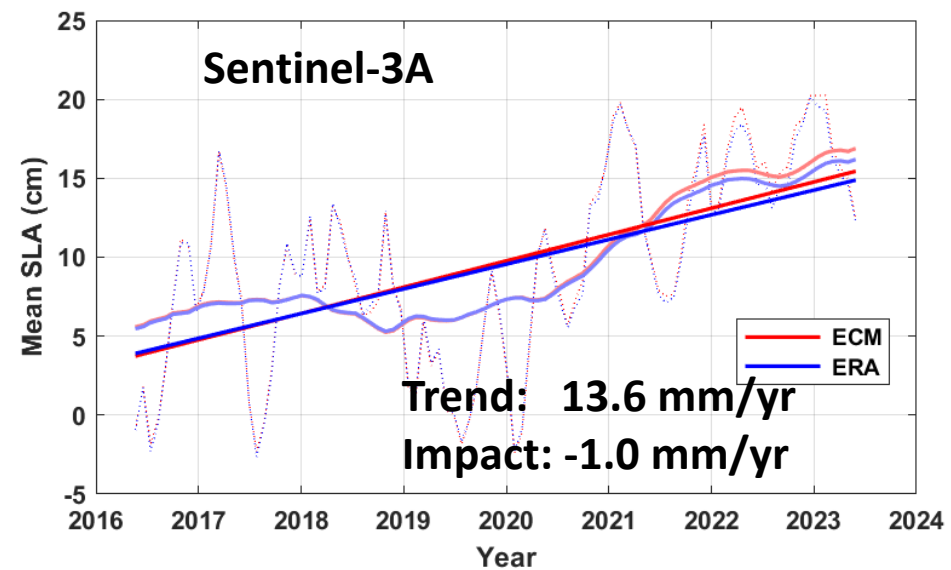
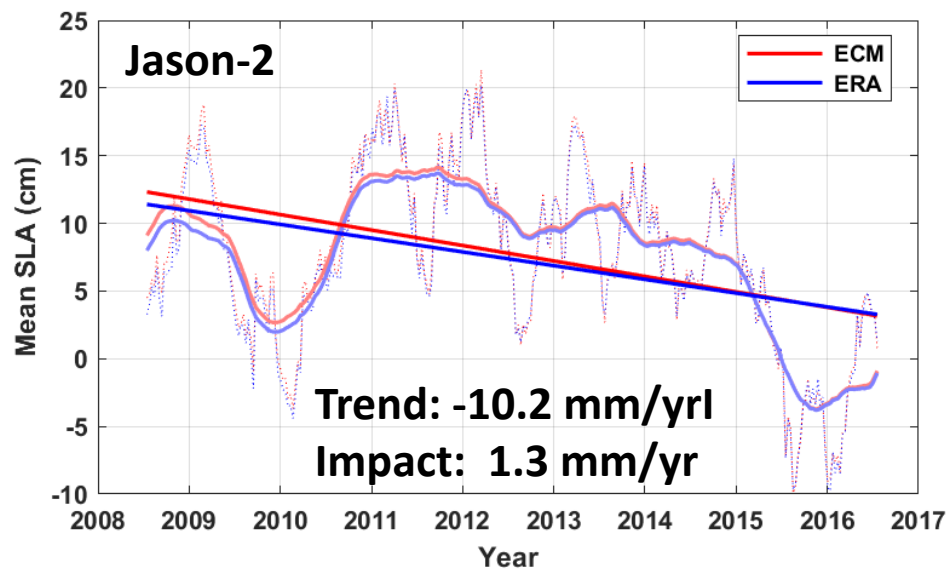
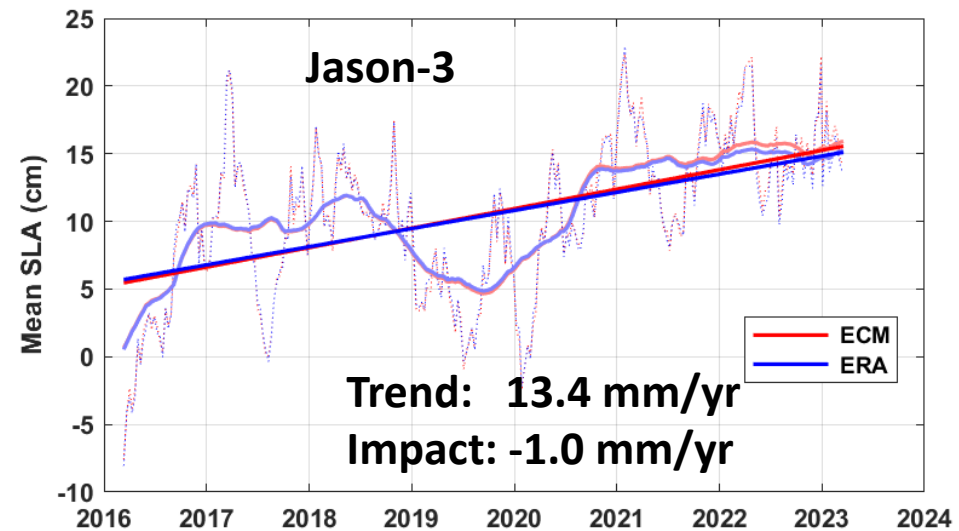
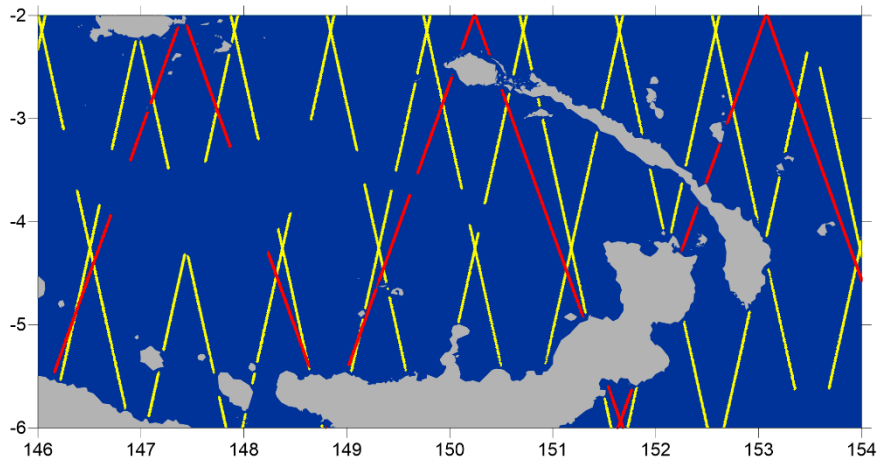
2016.0 - 2023.0



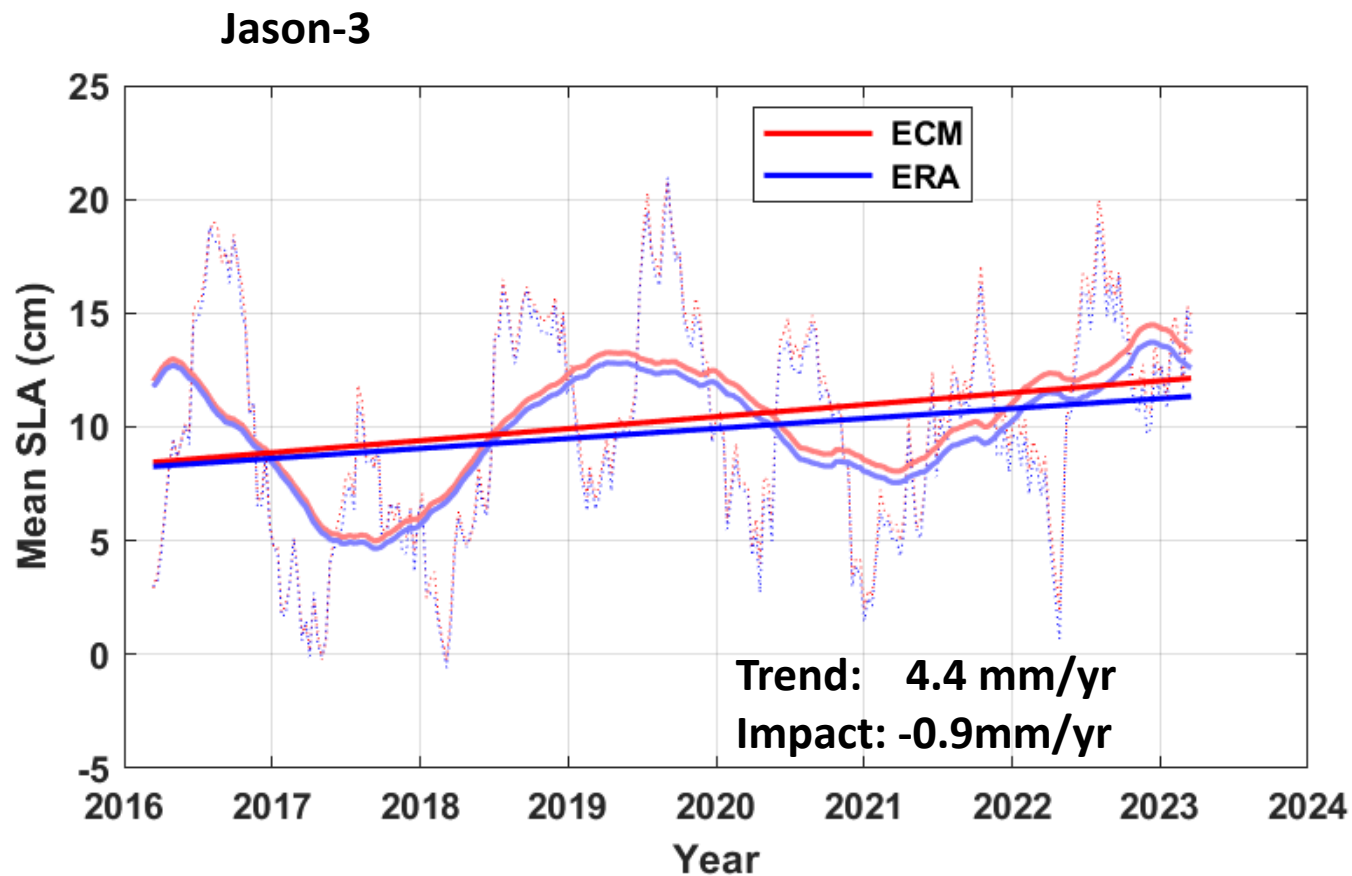
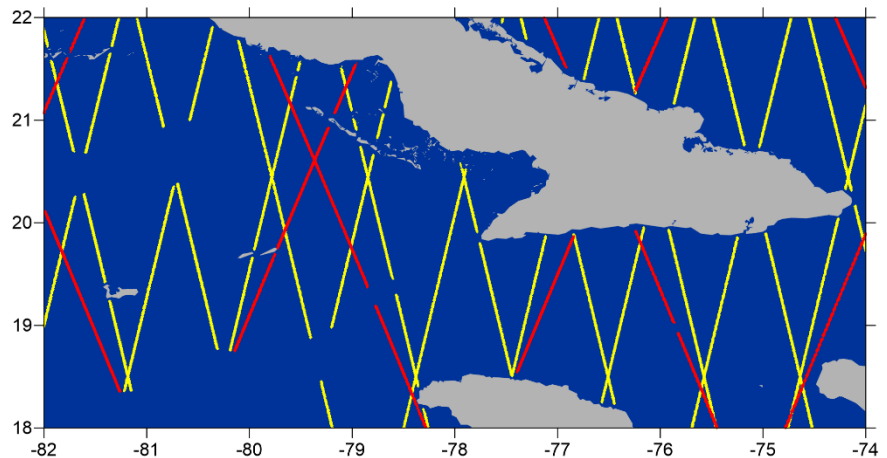
mm/yr

These WPD trends induce trends with the same magnitude in the SLA and in the sea level variation determined from satellite altimetry

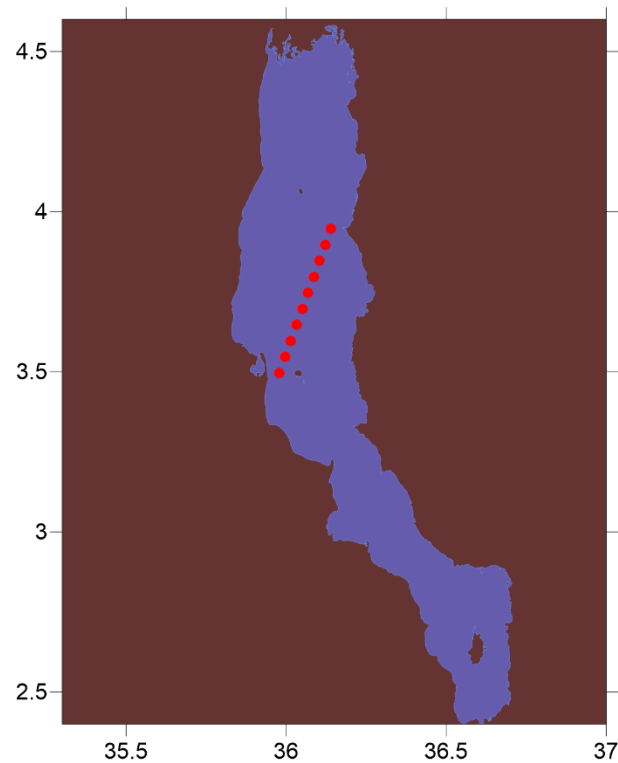
# Impacto na variação do nível do mar (Bismarck Sea)



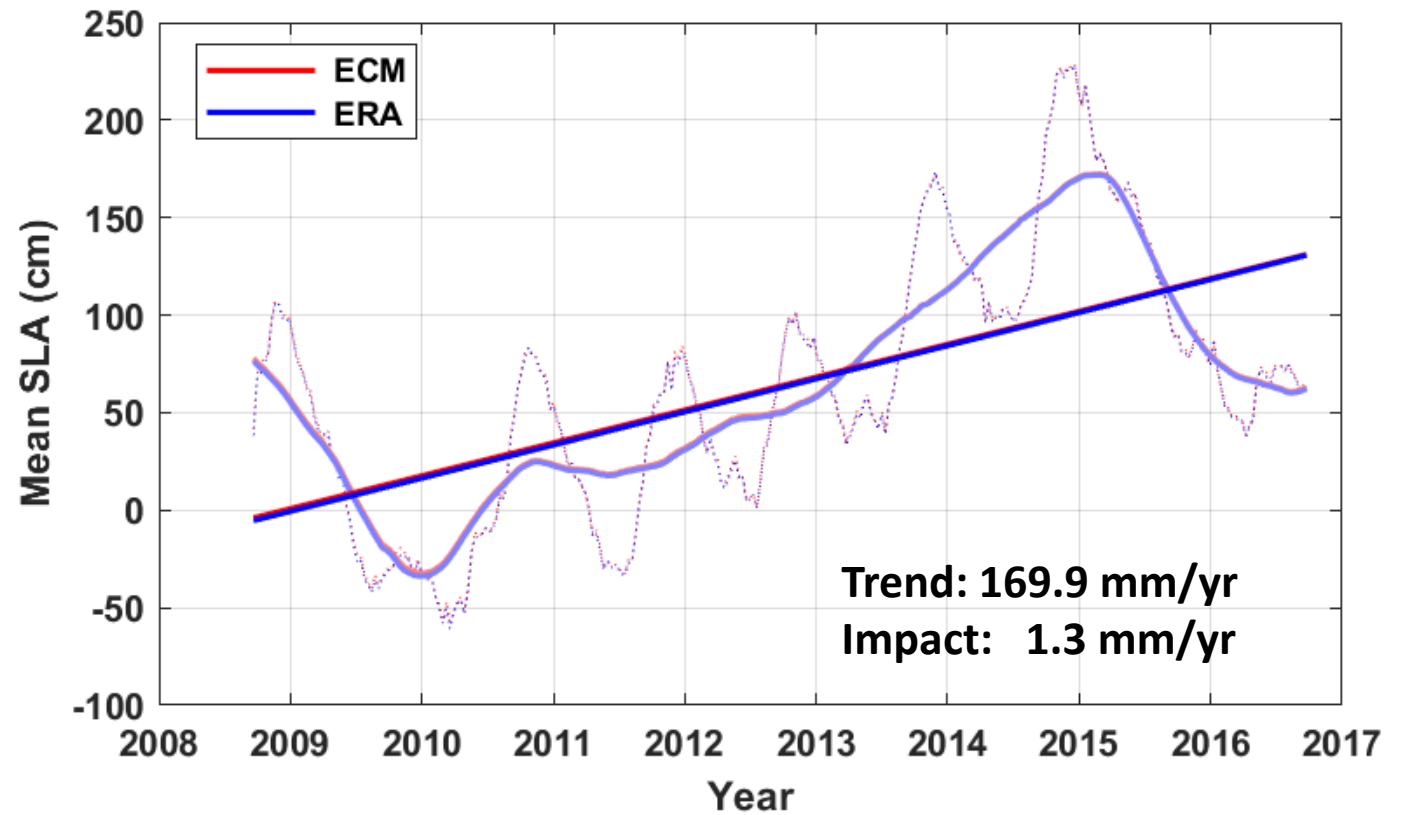
# Impacto na variação do nível do mar (Cuba e Jamaica )



# Impacto na variação do nível do mar (Lago Turcana, África)



Jason-2



# Conclusões

- **No cálculo da WPD de medidas altimétricas, o modelo ECMWF OP não deve ser usado antes de 2004.**
- **Após 2004, apresenta descontinuidades significativas, que em algumas regiões introduzem erros na variação do nível do mar que podem exceder 1 mm/ano, ao longo de períodos de 7-8 anos.**
- **Os impactos mais relevantes são ao longo dos períodos da missão Jason-2 (fase A) e durante o período das missões Jason-3 (fase A) e Sentinel-3A.**
- **O ERA5 é o melhor compromisso entre precisão e estabilidade e deve ser adotado para estudos climáticos, sempre que o WPD baseado em observações não estiver disponível, como é o caso de zonas costeiras, rios e lagos.**