

Protocolo de validação de simulações do ROMS

Elevação da Superfície Livre do Mar

Equipe: *Douglas M. Nehme*

Sumário

Apresentação	2
1 Variáveis obtidas por satélite	2
2 Variável gerada pelo modelo	4
3 Comparação dos dados de satélite com os resultados do modelo	4
4 Produtos satelitais disponíveis	4
5 Download dos arquivos	5
Referências	5

Apresentação

Este protocolo descreve o processo de validação dos resultados de elevação da superfície livre do mar de simulações do ROMS usando dados de altimetria por satélite produzidos pelo *Data Unification and Altimeter Combination System* (DUACS), que está inserido no segmento de apoio terrestre a instrumentos em órbita (SSALTO, em francês) da agência espacial francesa (CNES, em francês). Até abril de 2017, este e os demais produtos produzidos pelo DUACS/SSALTO eram distribuídos pelo portal *Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data* (AVISO) e atualmente estão integrados à base de dados do *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS), que é o componente marinho do programa de observação da Terra da União Europeia (Copernicus).

1 Variáveis obtidas por satélite

Antes de descrever as variáveis possíveis de serem calculadas a partir das medidas feitas pelos altímetros é importante saber que a altitude em que um satélite se encontra é definida em relação ao elipsóide de referência e os altímetros medem a variação altimétrica, que é a distância de seu centro de massa à superfície da Terra, como representado na Figura 1. Nesta figura, além do elipsóide de referência, que é uma aproximação da crosta terrestre de forma esférica com os pólos achatados, retrata-se o geóide, que é a superfície que o oceano assumiria na ausência de forças, como os ventos, correntes ou marés. O geóide terrestre reflete o campo gravitacional do nosso planeta e é uma superfície equipotencial.

Na altimetria por satélite as medidas de interesse para a oceanografia são aquelas ligadas à porção dinâmica do sinal, pois são essas variações que efetivamente se relacionam com os forçantes termodinâmicos que colocam o oceano em movimento e modificam o geóide. Por isso as variáveis de interesse tem como superfície de referência o geóide em detrimento do elipsóide.

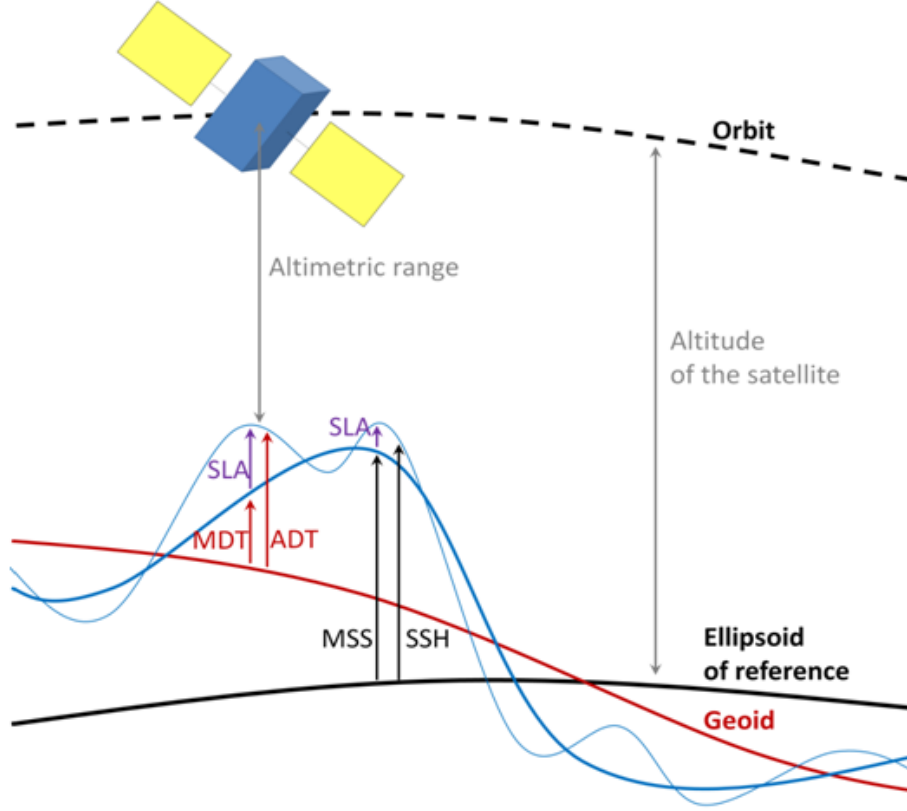


Figura 1: Representação esquemática das diferentes variáveis e superfícies de referência utilizadas na altimetria por satélite (TABURET *et al.*, 2021). Variáveis descritas ao longo da Seção 1.

A seguir são definidas as variáveis apresentadas na Figura 1.

- Elevação da Superfície Livre do Mar¹ (*Sea Surface Height* - SSH): Altura da coluna d'água, em um instante qualquer, em relação ao elipsóide de referência, sendo calculada a partir da variação altimétrica medida pelo satélite.

$$SSH = \text{Altitude do Satélite} - \text{Variação Altimétrica} - \text{Correções}^2$$

- Elevação Média da Superfície Livre do Mar (*Mean Sea Surface* - MSS_N): Média temporal da SSH calculada para um período N, conhecido como período de referência e que, habitual e prudentemente, representa diversos anos. Os produtos produzidos pelo DUACS/SSALTO possuem como N o intervalo de 20 anos entre 1993 a 2012. Se necessário for, PUJOL *et al.* (2016) propõem uma metodologia para modificar o N.

$$MSS_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N SSH_i$$

¹Dependendo da área da oceanografia a Elevação da Superfície Livre do Mar pode apresentar diferentes significados, sendo descrito neste protocolo o utilizado em altimetria por satélite.

²Correções devido às condições ambientais

- Anomalia da Superfície Livre do Mar (*Sea Level Anomlay* - SLA_N): Desvio do valor da SSH em torno da média (MSS_N). Assim como a MSS_N a SLA_N varia de acordo com a definição do N.

$$SLA_N = SSH - MSS_N$$

- Topografia Dinâmica Média (*Mean Dynamic Topography* - MDT_N): é a média temporal da SSH calculada para um período N, mas não tendo como referência o elipsóide, mas sim o geóide.

$$MDT_N = MSS_N - \text{Geóide}$$

- Topografia Dinâmica Absoluta (*Absolut Dynamic Topography* - ADT): Altura da coluna d'água, em um instante qualquer, em relação ao geóide. Como o desvio do estado de repouso do oceano representado pelo geóide fornece informações sobre a sua dinâmica, esta é a variável a partir da qual se calculam as correntes geostróficas. E assim como a SSH, a ADT é independente do período de referência. A ADT ainda não é passível de ser estimada através da subtração do geóide diretamente da SSH obtida pelo satélite, pois os dados do geóide não possuem acurácia capaz de representar estruturas de menor escala ($< \approx 100\text{km}$). Por isso, para obter informações das estruturas dinâmicas com menores comprimentos de onda este processo de cálculo é necessário.

$$ADT = MDT_N + SLA_N$$

Dentre as cinco variáveis definidas anteriormente, duas se relacionam com o elipsóide (SSH e MSS_N), duas com o geóide (ADT e MDT) e uma é independente (SLA_N). Além disso, temos a SSH e a ADT como o sinal altimétrico total, a MSS_N e a MDT como o sinal médio e a SLA_N como o desvio ou a variabilidade.

As informações presentes nesta seção se baseiam em ROSMORDUC *et al.* (2018), DUACS (2021) e TABURET *et al.* (2021).

2 Variável gerada pelo modelo

A

3 Comparação dos dados de satélite com os resultados do modelo

Além de descrever como é feita a comparação e quais variáveis são usadas, citar que o zeta do ROMS não é totalmente igual ao ADT por causa do efeito estérico da água, que é produzido por sua expansão térmica e não está presente em modelos que consideram a aproximação de Boussinesq.

4 Produtos satelitais disponíveis

Falar dos prós e contras do produto Near Real Time e do Reprocessed que são a diferença entre tempo de latência e quantidade de dados utilizada.

5 Download dos arquivos

A

Referências

- DUACS, 2021. “What about the mean reference period?” Disponível em: <https://duacs.cls.fr/faq/what-are-the-product-specification/altimeter-reference-period-and-absolute-reference/>.
- PUJOL, M. I., FAUGÈRE, Y., TABURET, G., et al., 2016, “DUACS DT2014: The new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years”, *Ocean Science*, v. 12, n. 5, pp. 1067–1090. ISSN: 18120792. doi: 10.5194/os-12-1067-2016. Disponível em: <https://os.copernicus.org/articles/12/1067/2016/os-12-1067-2016.pdf>.
- ROSMORDUC, V., BENVENISTE, J., BRONNER, E., et al., 2018, “Reference surfaces”. In: Benveniste, J., Picot, N. (Eds.), *Radar Altimetry Tutorial*, issue 3a ed., ESA, CNES, cap. 5.2.2.5, p. 356. Disponível em: <http://www.altimetry.info/radar-altimetry-tutorial/data-flow/data-processing/reference-surfaces/>.
- TABURET, G., PUJOL, M.-I., SL-TAC/TEAM, 2021, *Quality Information Document for Sea Level TAC - DUACS products*. Relatório técnico, Copernicus Marine Environment Monitoring Service, p. 73. Disponível em: <https://resources.marine.copernicus.eu/documents/QUID/CMEMS-SL-QUID-008-032-062.pdf>.