

Ajustamento Local do *Earth Gravitational Model* 2008



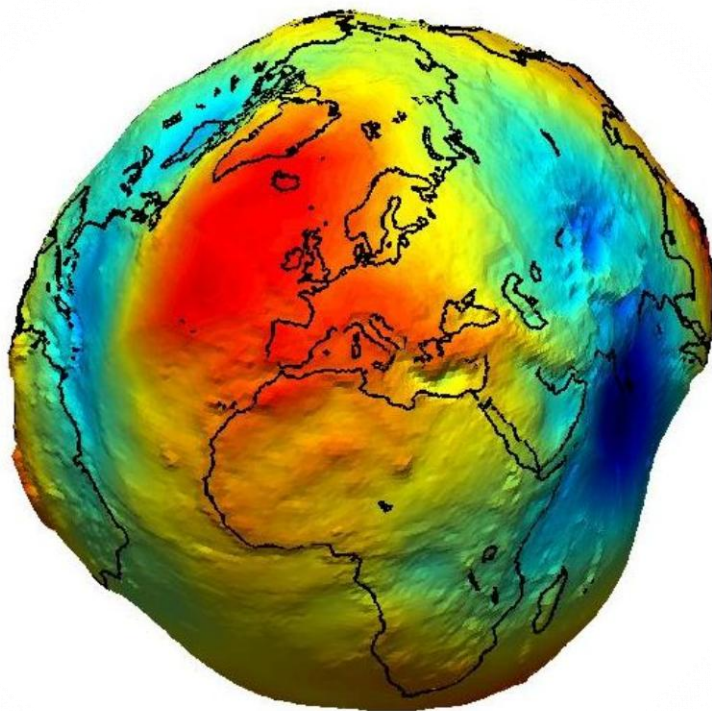
Paulo Nunes¹; João Vicente¹

¹ Instituto Hidrográfico – Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa

3^{as} Jornadas Hidrográficas

Instituto Hidrográfico, 24 a 26 de Junho





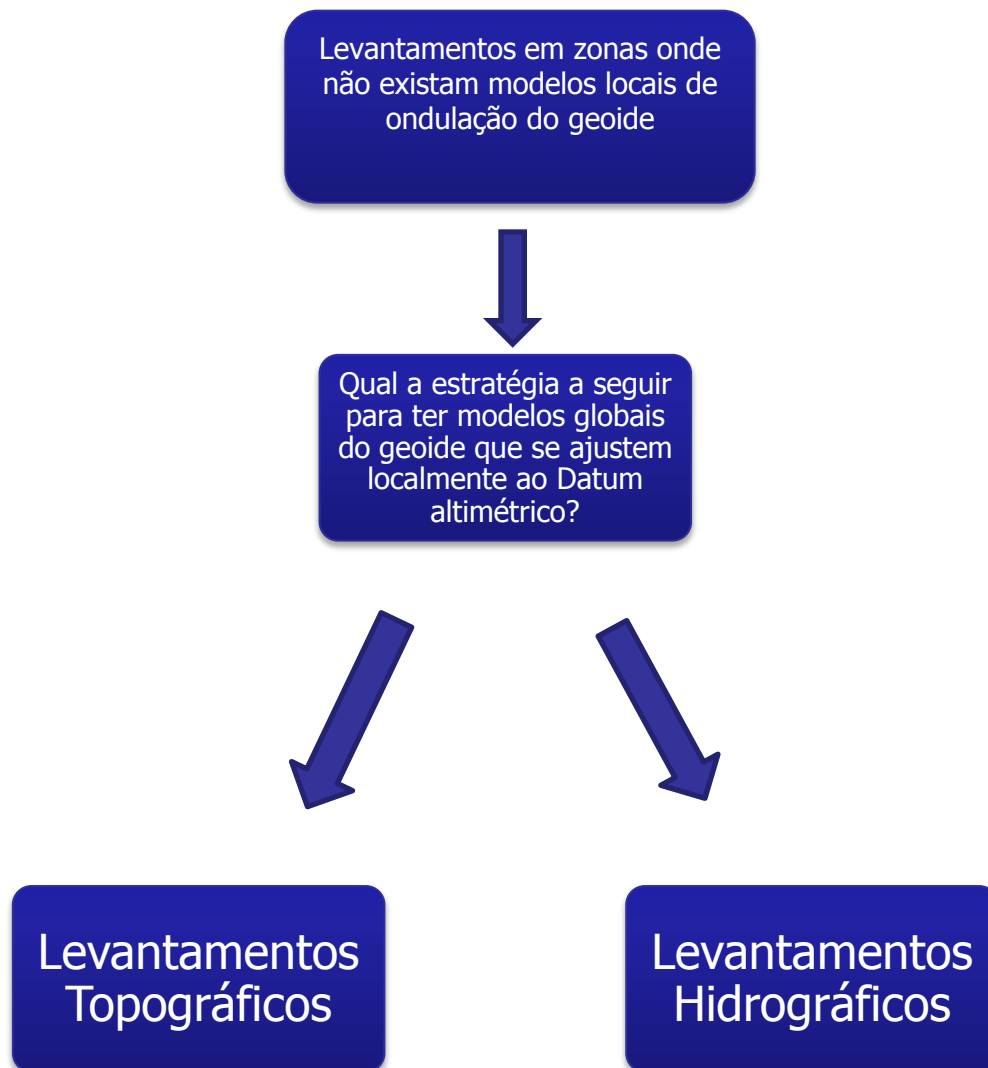
1. Motivação / Objectivo
2. Introdução
3. Metodologia
4. Resultados
5. Considerações finais

Incerteza vertical quase decimétrica nos levantamentos hidrográficos?

1. Levantamentos GNSS de alta precisão (RTK) / Sensores Inerciais
2. Modelo do geoide de reduzida incerteza
3. MVP

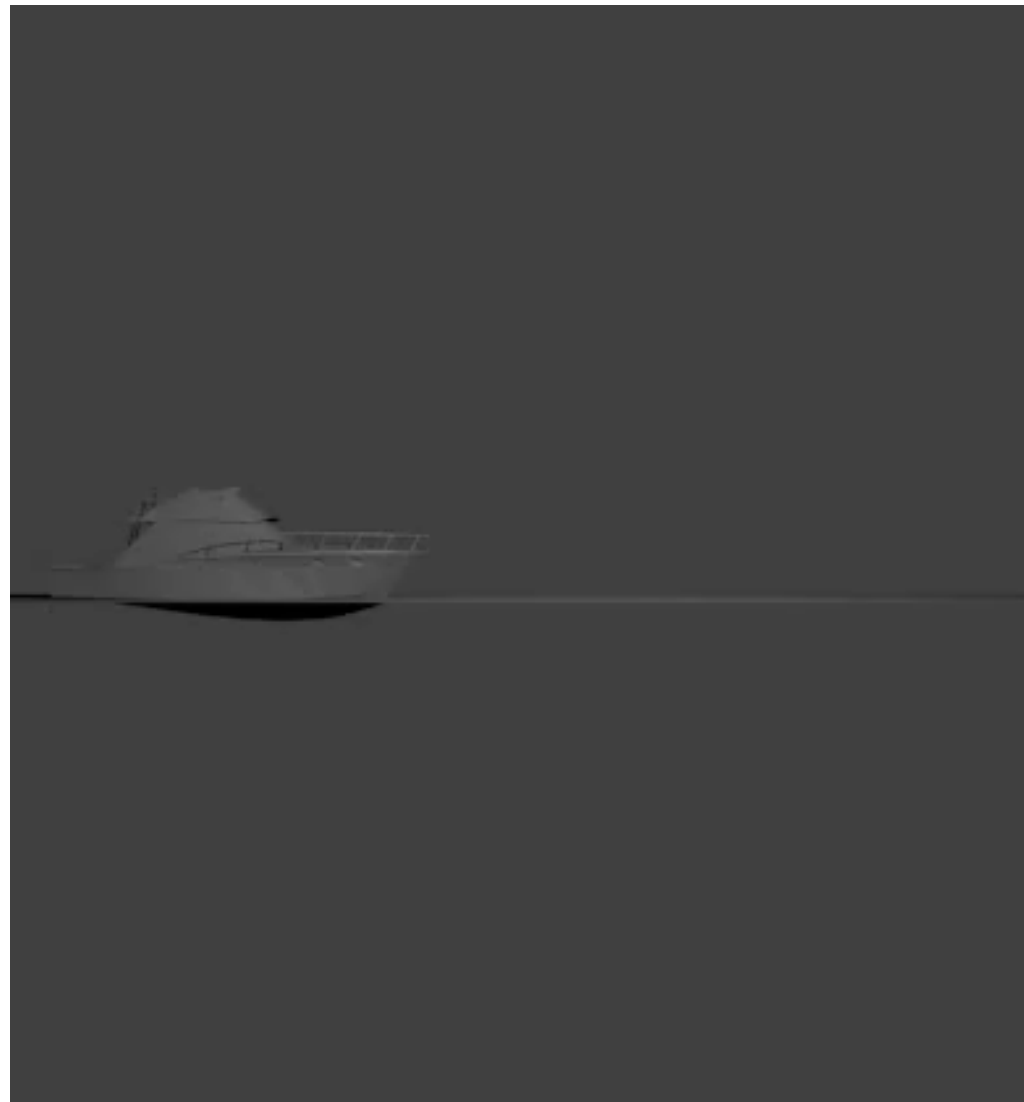
- Nunes, P., Vicente, J., Lobo, A., Miranda, M., Monteiro, C. e Cruz, J. (2013): "Levantamentos hidrográficos com incerteza decimétrica?", 8^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Lisboa.

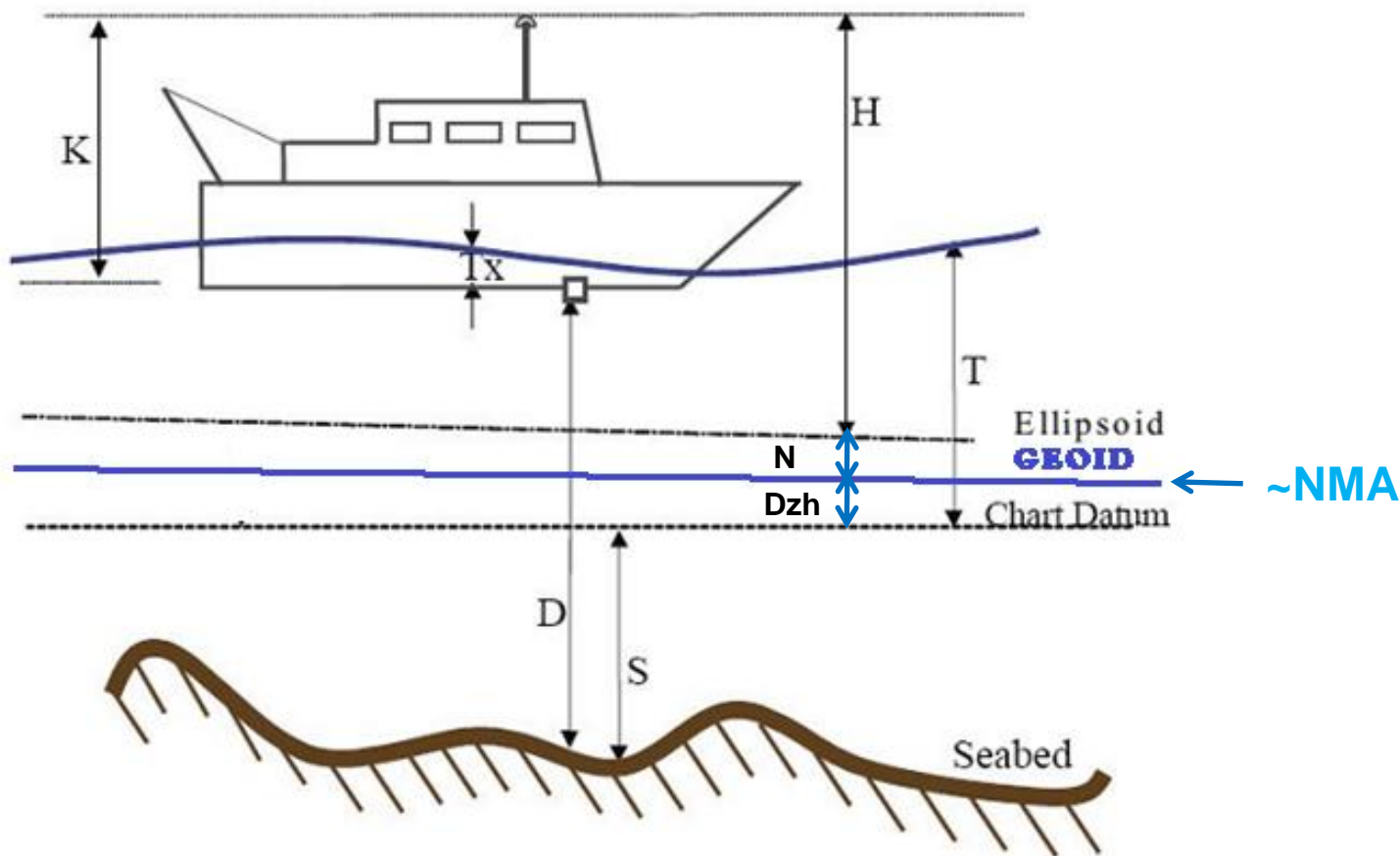




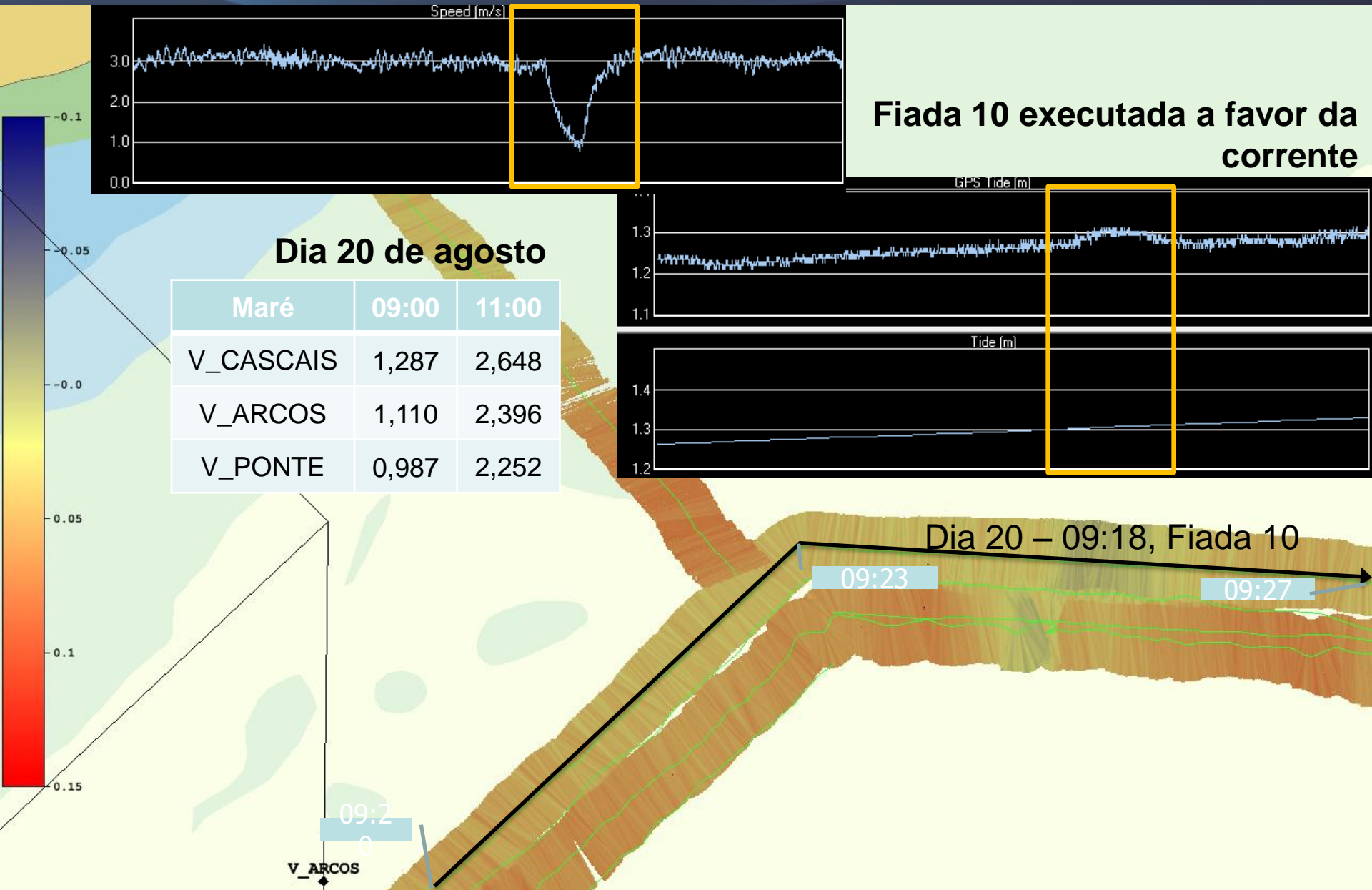
1. Vantagens na condução de levantamentos hidrográficos com GNSS / Sensores inerciais utilizando modelos de ondulação do geoide
2. Método analítico de ajustamento do EGM 2008 ao datum altimétrico e cartográfico no Porto de Lisboa

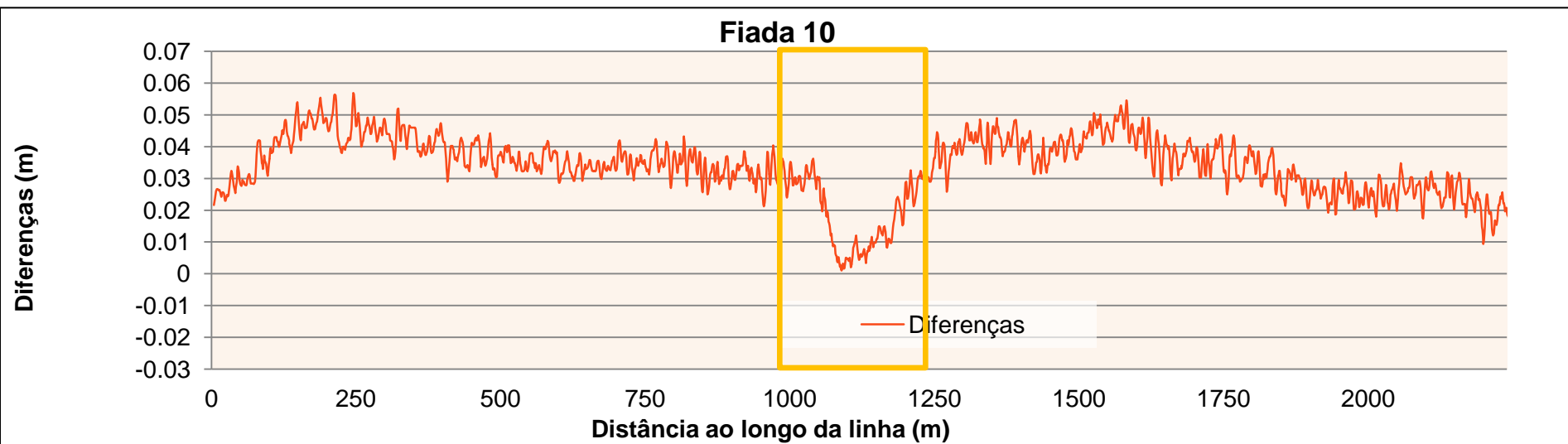
Variação de calado e caimento:



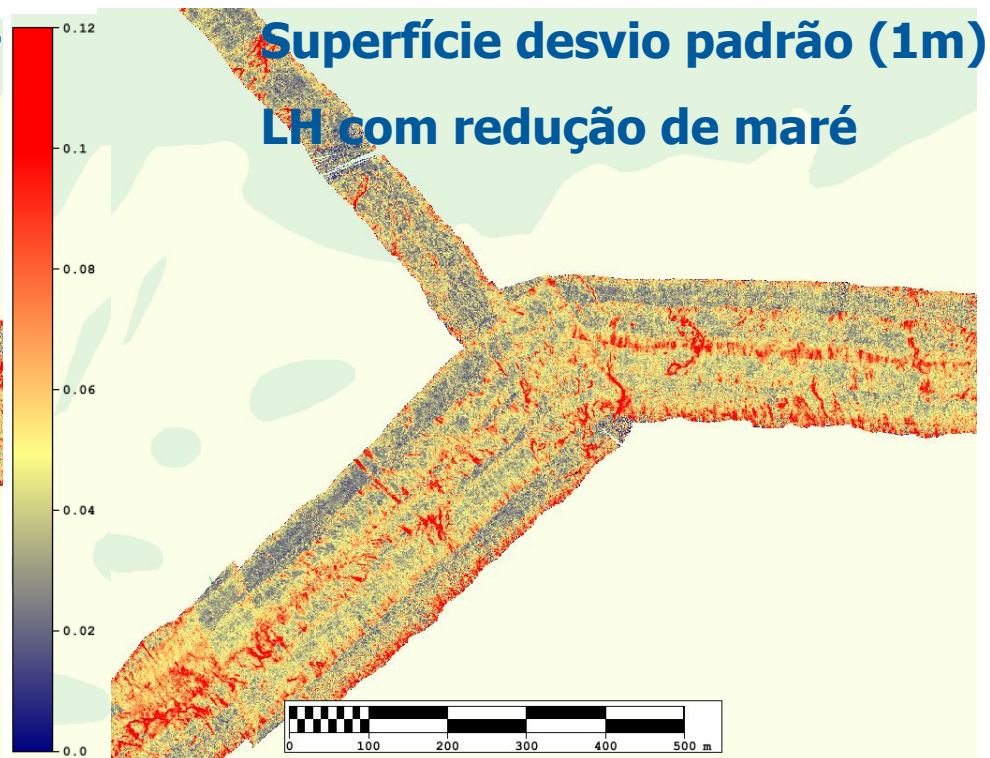
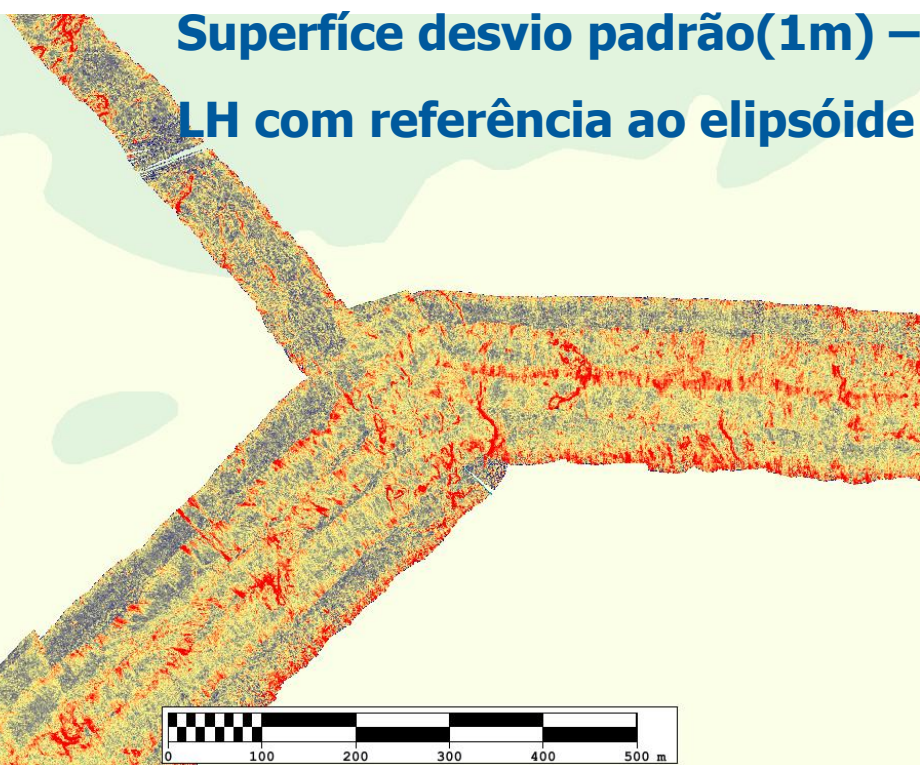


$$S = K + D - (H + N + Dzh)$$



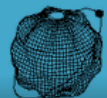


Levantamentos Hidrográficos com referência ao elipsoide *versus* com redução da maré? (Agosto de 2013)



As superfícies de desvio padrão apresentam diferenças na ordem dos 10 centímetros

International Service for the Geoid



ISG
International Service for the Geoid

[PRESENTATION](#) [NEWS](#) [PROJECTS](#) [SERVICES](#) [NEWTON'S BULLETIN](#) [CONTACTS](#)

GEOID REPOSITORY

[REGIONAL MODELS](#)

[GLOBAL MODELS](#)

[SUBMIT NEW GEOID](#)

[SOFTWARE
DOWNLOAD](#)

[SCHOOLS](#)

[NEXT SCHOOL](#)

[SCHOOLS' ARCHIVE](#)

[LECTURE NOTES & CD](#)

[ISG BULLETINS'
ARCHIVE](#)

[OTHER
PUBLICATIONS](#)

Services - Geoid Repository

Regional Models

ISG collects and disseminates worldwide local and regional geoid models estimated by geodetic Institutions and researchers of many countries.
More than 30 countries are represented, **listed in alphabetic order** or **localized on a map**.

Global Models

Global models are distributed by owner's scientific institution sites or listed by other dedicated IAG services, therefore in ISG website other links are suggested.

Submit new geoid

If you wish to send to ISG a new geoid please click **here**.

Search in ISG
Website

Search

Links:

**IAG - International
Association of Geodesy**

**IGFS - International
Gravity Field Service**

**BGI - International
Gravimetric Bureau**

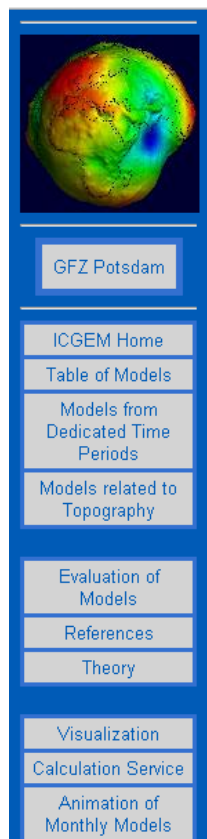
**ICET - International
Center for Earth Tides**

**ICGEM - International
Centre for Global Earth
Models**

**IDEMS - International
DEM Service**

http://www.isgeoid.polimi.it/Geoid/geoid_rep.html

International Centre for Global Earth Models (ICGEM)



ICGEM

International Centre for Global Earth Models (ICGEM)

ICGEM is one of six centres of the [International Gravity Field Service \(IGFS\)](#) of the [International Association of Geodesy \(IAG\)](#). The other five Centres are

- [Bureau Gravimetric International \(BGI\)](#) at CNES / CRGS, Toulouse, France
- [Digital Elevation Model Centre \(DEM\)](#) at Montfort University, UK
- [International Centre for Earth Tides \(ICET\)](#) at University of French Polynesia
- [International Geoid Service \(IGeS\)](#) at Politecnico di Milano, Milan, Italy
- [Technical Support Centre of IGFS](#) at NGA, Saint Louis, USA

<http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/>

Earth Gravitational Model 2008



► EGM2008 - WGS 84 Version

Introduction

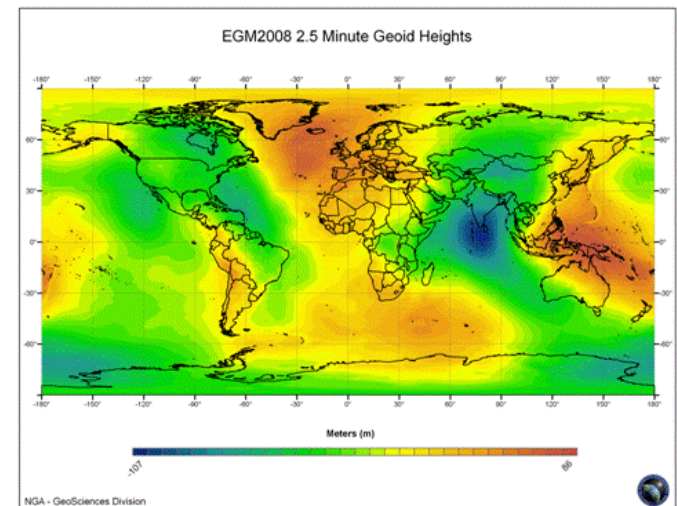
The official Earth Gravitational Model EGM2008 has been publicly released by the U.S. National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) EGM Development Team. This gravitational model is complete to spherical harmonic degree and order 2159, and contains additional coefficients extending to degree 2190 and order 2159. Full access to the model's coefficients and other descriptive files with additional details about EGM2008 are provided herein.

Those wishing to use EGM2008 to compute **geoid undulation values with respect to WGS 84**, may do so using the self-contained suite of coefficient files, FORTRAN software, and pre-computed geoid grids provided on this web page. For other applications, the previous release of the full 'Geoscience' package for EGM2008 can be accessed through the link at the bottom of this web page.

The WGS 84 constants used to define the reference ellipsoid, and the associated normal gravity field, to which the geoid undulations are referenced are:

- $a=6378137.00$ m (semi-major axis of WGS 84 ellipsoid)
- $f=1/298.257223563$ (flattening of WGS 84 ellipsoid)
- $GM=3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3\text{s}^{-2}$ (Product of the Earth's mass and the Gravitational Constant)
- $\omega=7292115 \times 10^{-11}$ radians/sec (Earth's angular velocity)

All synthesis software, coefficients, and pre-computed geoid grids listed below assume a **Tide Free** system, as far as



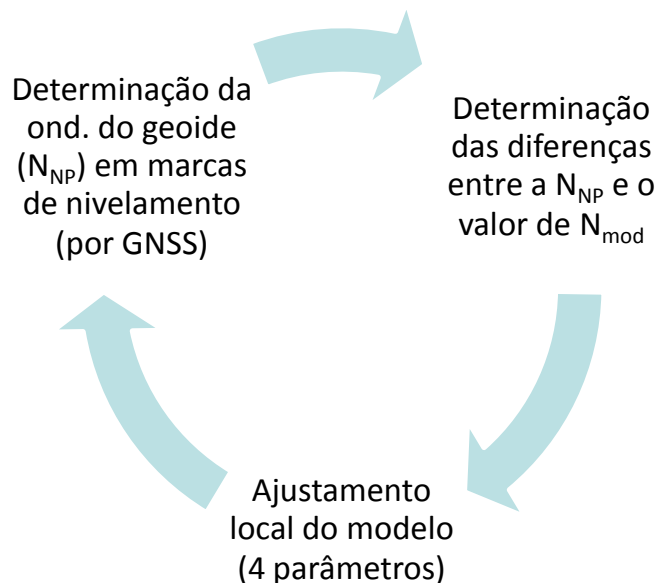
http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html

International Centre for Global Earth Models (ICGEM)

Root mean square (rms) about mean of GPS / levelling minus gravity field model derived geoid heights [m]

Model	Nmax	USA 6169 points	Canada 2691 points	Europe 1235 points	Australia 201 points	Japan 816 points
EIGEN-6C3STAT	1949	0.247 m	0.129 m	0.212 m	0.213 m	0.078 m
EIGEN-6C	1420	0.247 m	0.136 m	0.214 m	0.219 m	0.082 m
EIGEN-6C2	1949	0.249 m	0.129 m	0.212 m	0.214 m	0.080 m
EGM2008	2190	0.248 m	0.128 m	0.208 m	0.217 m	0.083 m

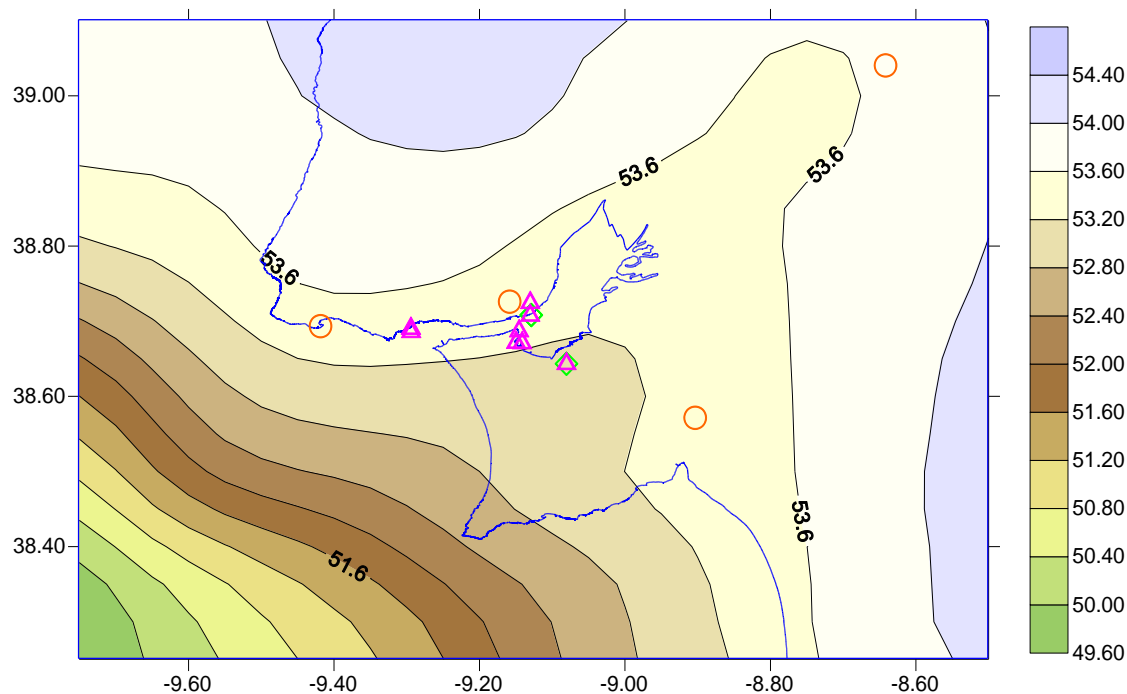
<http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/>



$$N_{local} = N_{EGM\ 2008} + \Delta N$$

$$\Delta N = \cos \phi \cos \lambda \Delta X + \cos \phi \sin \lambda \Delta Y + \sin \phi \Delta Z + RS$$

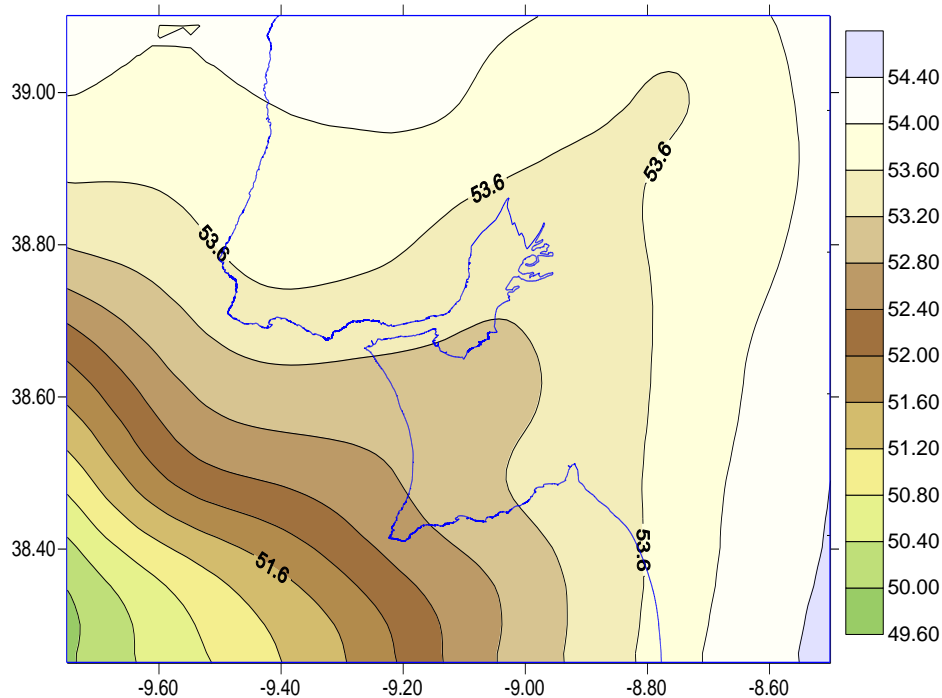
As variáveis de translação e escala $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, S$ são determinadas pelo processo de ajustamento por mínimos quadrados. As equações que permitem resolver o sistema são construídas através do conhecimento da ondulação do geóide em marcas de nivelamento.



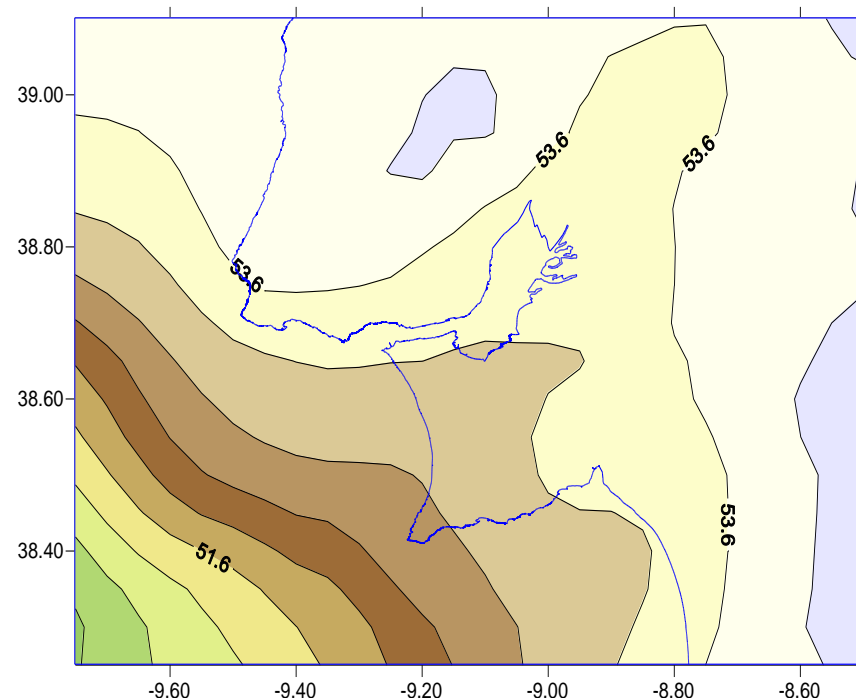
EGM 2008 antes do ajustamento

	Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)	Ondulação Geoide (m)	Modelo EGM08	Modelo GEODPT08
				$N_{\text{mod}} - N_{\text{NP}}$ (m)	$N_{\text{mod}} - N_{\text{NP}}$ (m)
Máximo	245.989	192.626	54.809	0.125	0.039
Mínimo	56.154	2.931	53.088	-0.085	-0.059
Média	84.668	31.376	53.293	-0.022	-0.018
Desvio Padrão	54.941	54.863	0.173	0.051	0.031

EGM 2008 - Ajustado



GEODPT08



	Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)	Ondulação do Geoide (m)	$N_{mod} - N_{NP}$ EGM2008 Ajustado (m)
Máximo	245.989	192.626	54.809	0.040
Mínimo	56.154	2.931	53.088	-0.046
Média	84.668	31.376	53.293	-0.006
Desvio Padrão	54.941	54.863	0.173	0.028

1. As diferenças entre o modelo EGM 2008 e as marcas de nivelamento utilizadas neste estudo tinham o máxima de 12 cm. Este valor está de acordo com a estimativa da precisão global do modelo (+/- 10 cm);
2. O processo de ajustamento de modelos globais de ondulação do geoide é um processo que permite a utilização de modelos globais em zonas onde não existem modelos locais ou como alternativa aos processos mais precisos mas demorados de nivelamento geométrico,

3. O modelo EGM2008 ajustado na área do Porto de Lisboa apresentou diferenças semelhantes às do GEODPT08 (aprox.: 6 cm);
4. Os resultados obtidos demonstram que é uma metodologia a considerar nas situações seguintes:
 - a) Levantamentos Topo-Hidrográficos nos PALOPS e Arquipélagos (onde não existem modelos do locais do geoide);
 - b) Levantamentos em situações onde se pretende uma resposta rápida. Por exemplo, para o restabelecimento das condições mínimas de navegabilidade e acesso aos portos em situações calamidade (Ex. Aluvião da Madeira 2010);
 - c) Levantamentos hidrográficos de apoio a operações militares, humanitárias e da autoridade marítima;

