



UFPR

Universidade
Federal do Paraná



REUNIÓN SIRGAS 2013
Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia
Ciudad de Panamá, Panamá
Octubre 24 - 26, 2013



AVALIAÇÃO DA TOPOGRAFIA DO NÍVEL MÉDIO DO MAR NA CONEXÃO DOS DATA DA REDE ALTIMÉTRICA FUNDAMENTAL DO BRASIL

MARLY TEREZINHA QUADRI SIMÕES DA SILVA (1)

SILVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (1)

REGIANE DALAZOANA (1)

(1) Universidade Federal do Paraná – UFPR

Setor de Ciências da Terra

Departamento de Geomática – Curitiba - PR

marly_q@yahoo.com.br

sfreitas@ufpr.br

regiane@ufpr.br



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

INTRODUÇÃO

- A determinação da **TNMM** (*MDT, DOT usuais em Inglês*) é fundamentada no **equilíbrio geostrófico**. É fundamental para a **conexão entre Data Verticais (DV)**.
- Tal determinação é tanto **mais efetiva** quanto forem **entendidas suas características** dentro da **região de conexão**.



UFPR

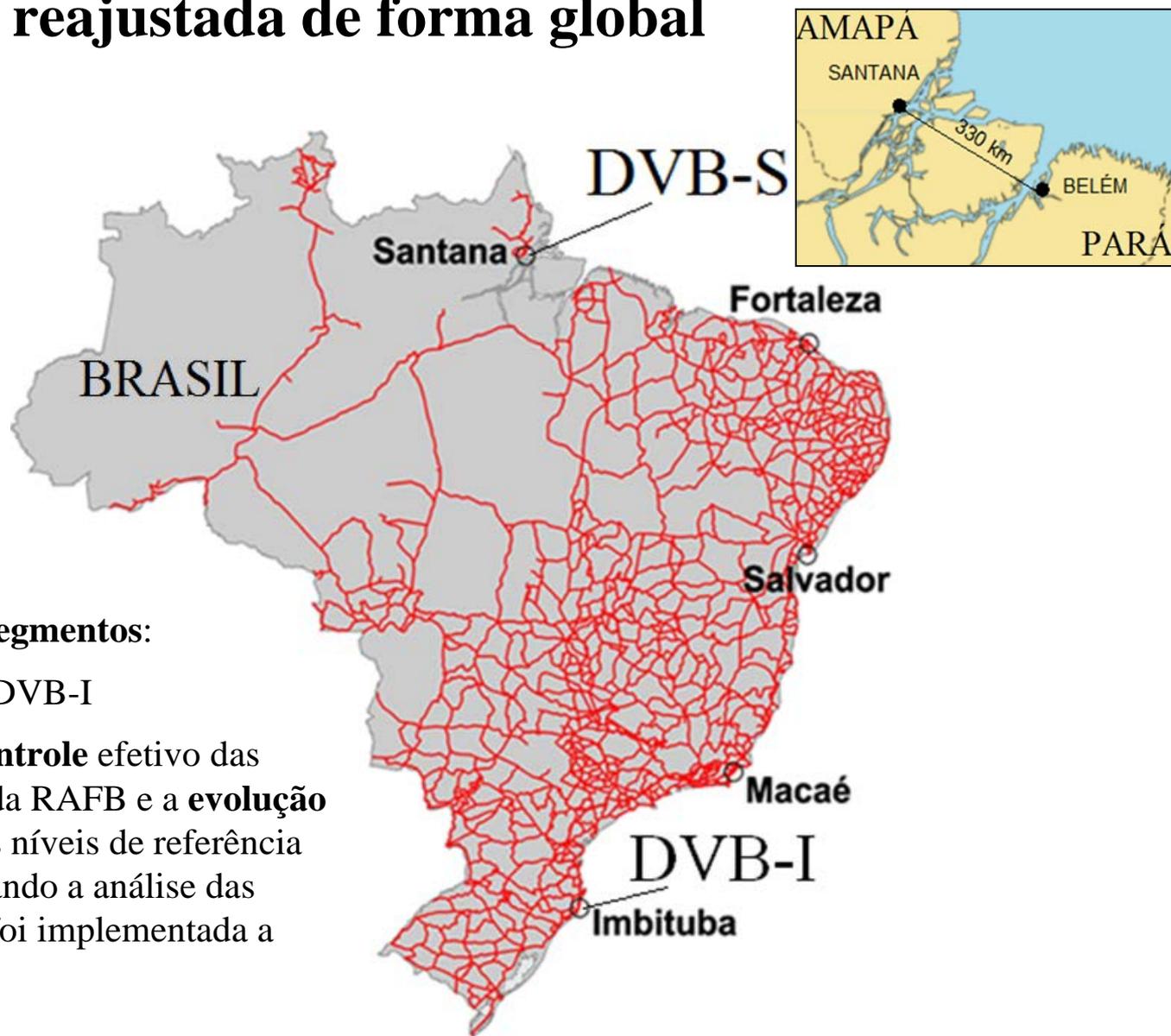
Universidade
Federal do Paraná

INTRODUÇÃO

- A determinação do **NMM** pode ser realizada à partir de **séries temporais** de dados do nível d'água obtidos por exemplo **da altimetria por satélites** parametrizada por outras observações geodésicas na região de interesse.
- Tal **superfície associada** com uma referência do **geoide global** permite a determinação da **TNMM** na região de interesse.

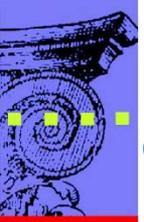


RAFB - Rede Altimétrica Fundamental do Brasil reajustada de forma global



PROBLEMAS

- RAFB - dois segmentos:
DVB-S e DVB-I
- **Não existe controle** efetivo das deformações da RAFB e a **evolução temporal** dos níveis de referência nos DVs. Visando a análise das deformações foi implementada a RMPG.



OBSERVAÇÕES ASSOCIADAS À MODELAGEM DA TNMM

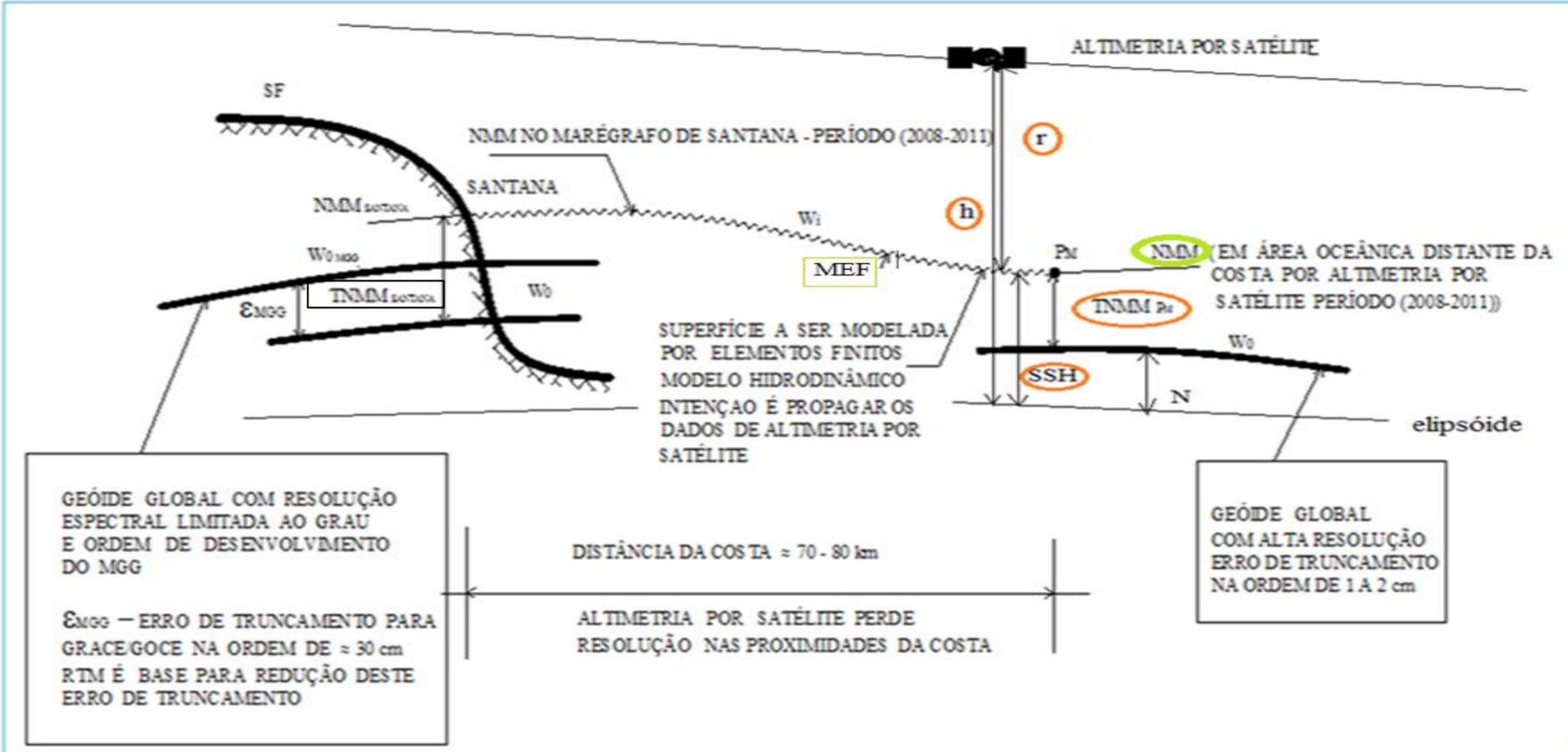


FIGURA 2 - A TNMM



OBJETIVO

Buscar o **vínculo físico efetivo** entre os dois segmentos da **RAFB** associados respectivamente aos dois *Data* verticais do Brasil (**DVB-I** e **DVB-S**) com base no **desnível geopotencial** obtido a **partir da modelagem do NMM** na região de conexão.

Obs.: O modelo **será** construído com base em **elementos finitos**.



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

ÁREA DE ESTUDOS ENVOLVENDO A REGIÃO DE CONEXÃO

Abrange partes do **Amapá e Pará** situada entre os paralelos 4°S e 4°N e entre os meridianos 52.5°W e 42.5°W .

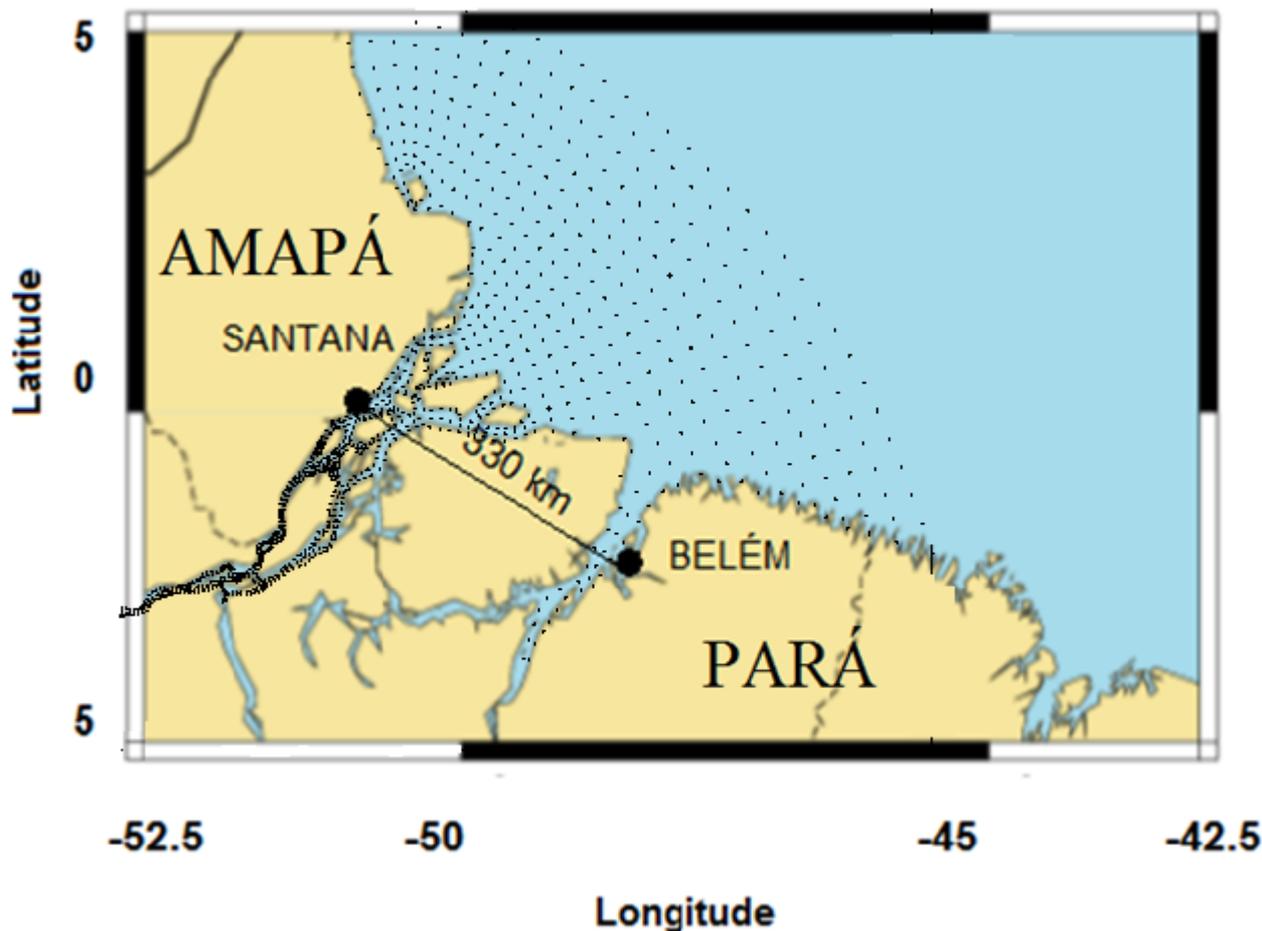


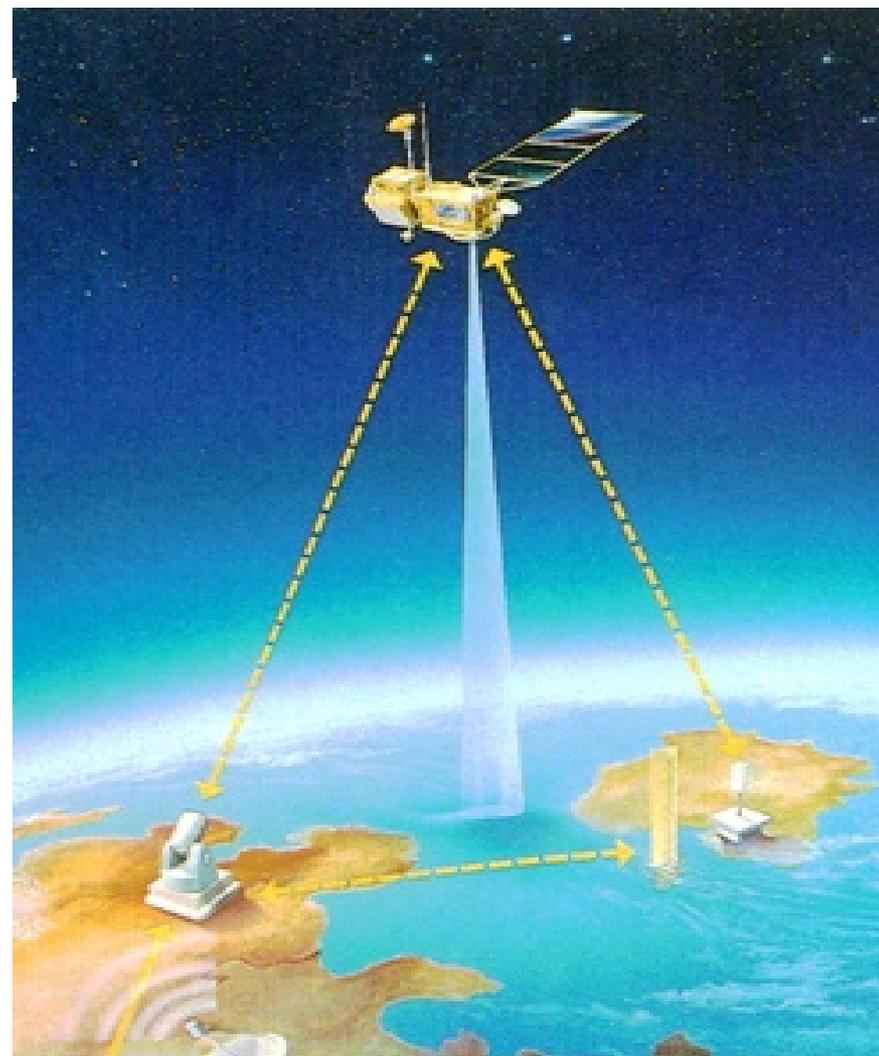
FIGURA 3 - MAPA DA REGIÃO EM ESTUDO

PRINCÍPIO DE ALTIMETRIA



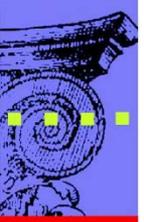
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

A **Altimetria** por satélite baseia na **medida do tempo** que leva para um pulso de radar para **ir** do satélite até a superfície e de **volta** para o satélite usualmente sobre trilhas pré-definidas.



Kort & Matrikelstyrelsen 

FIGURA 4 - ALTIMETRIA



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

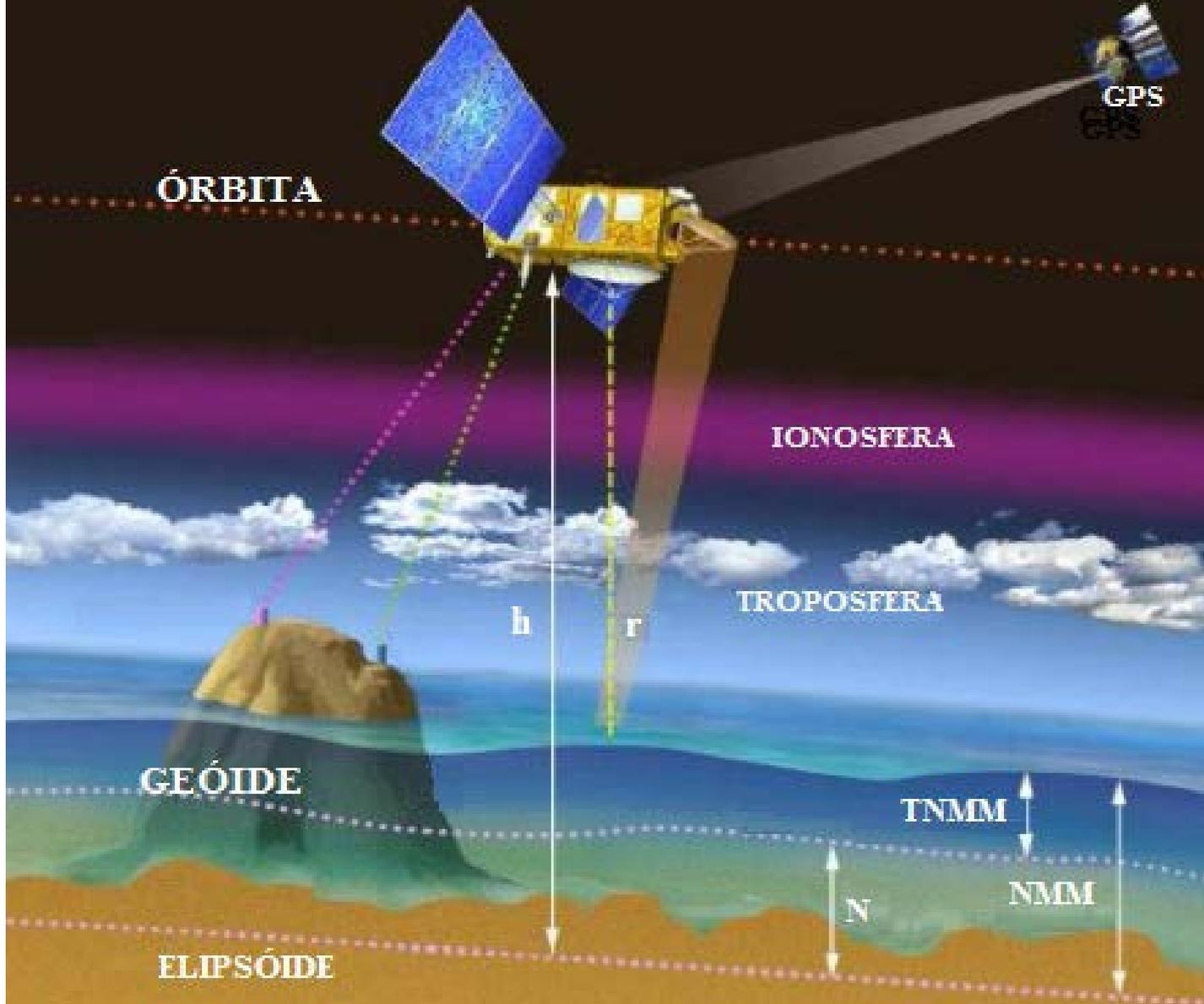


FIGURA 5 - Princípio da Altimetria (Adaptado Cnes)

$$r = \hat{r} - \sum_j \Delta r_j \quad j = 1 \dots \quad \hat{r} = \frac{ct}{2} \quad NMM = h - r$$



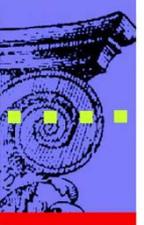
UFPR

Universidade
Federal do Paraná

$$NMM = h - r \quad r = \hat{r} - \sum_j \Delta r_j \quad j = 1 \dots \quad \hat{r} = \frac{ct}{2}$$

Sendo

- h** a altitude do satélite altímetro até o elipsóide de referência,
- r** a altitude do satélite altímetro até o NMM,
- N** o valor do geóide,
- NMM** o nível médio do mar ou *SSH* ou em inglês *Sea Surface Height*,
- TNMM** a Topografia do Nível Médio do Mar ou em inglês *SST (Sea Surface Topography)* ou *DOT (Dynamic Ocean Topography)*,
- c** a velocidade da luz
- t** duplo tempo de percurso



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Trilhas de satélite a serem utilizadas na
determinação da TNMM.

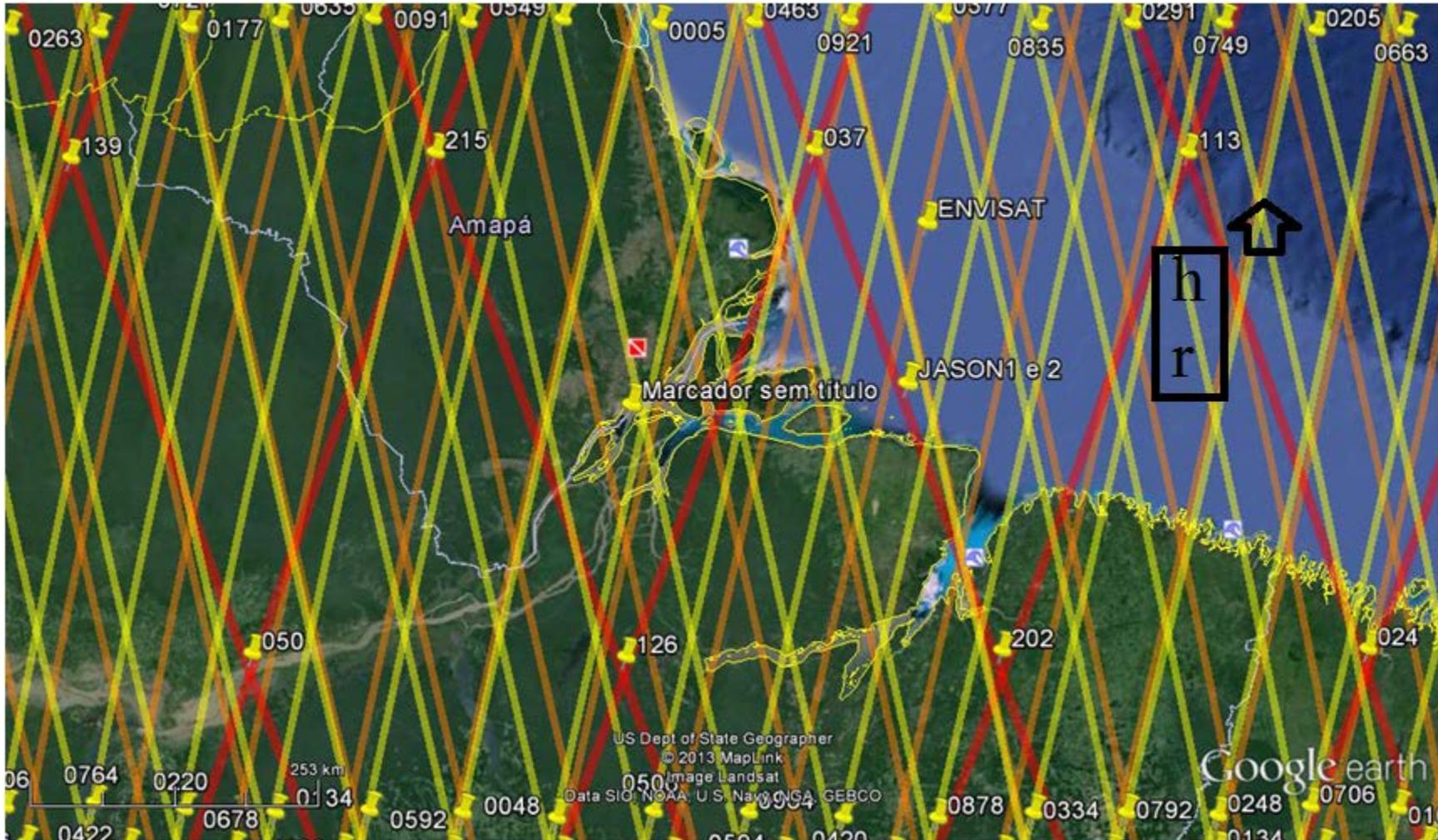
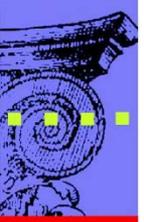


FIGURA 6 - Trilhas dos satélites JASON 1, 2 e ENVISAT nas regiões do Pará e Amapá

Esquema para obtenção RTM (determinar N)



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

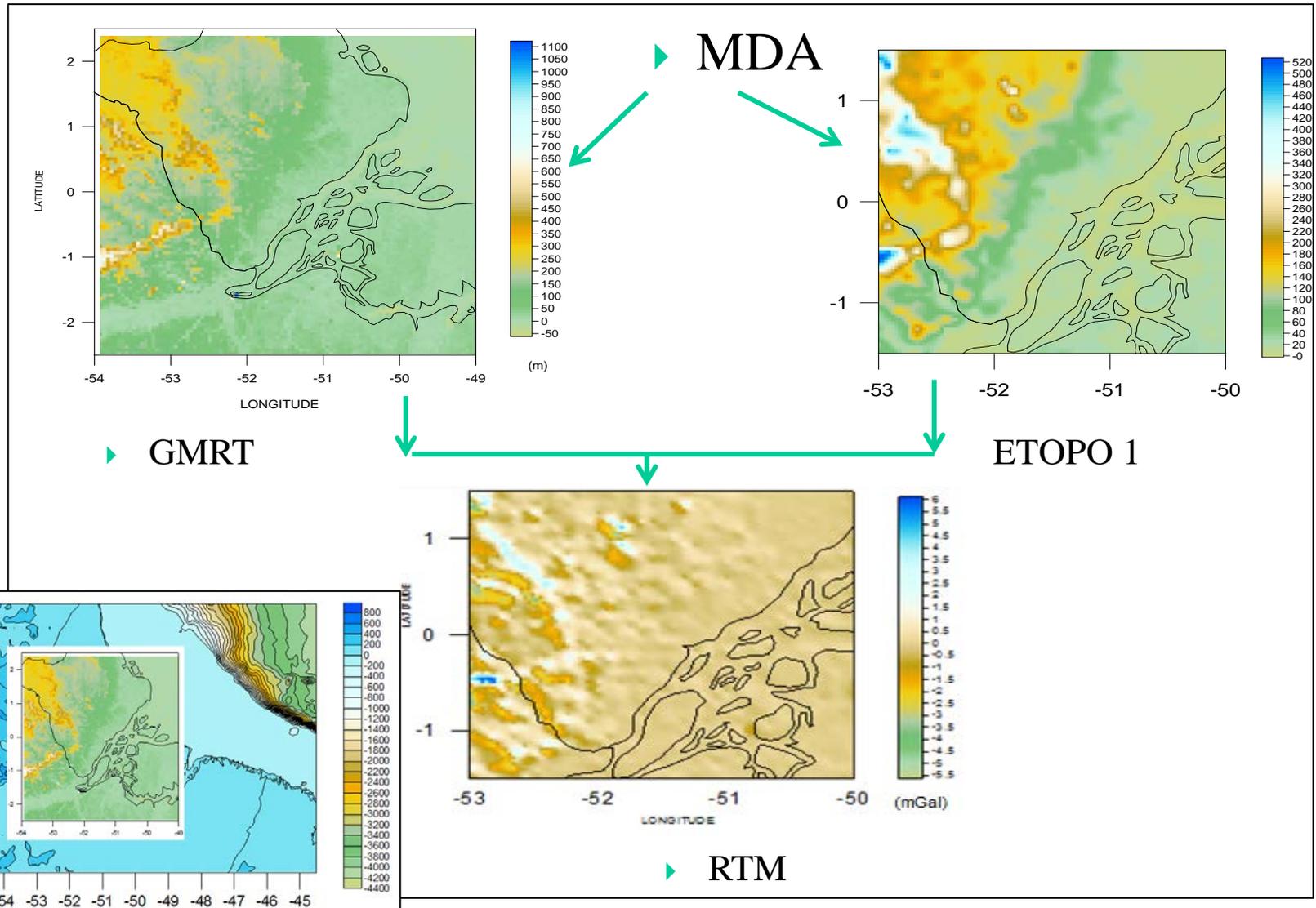
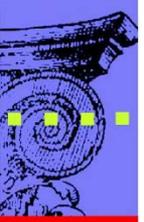


FIGURA 7 - MDA GMRT2.0 para a região de Santana

FIGURA 8 - RTM



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

Esquema para obtenção RTM

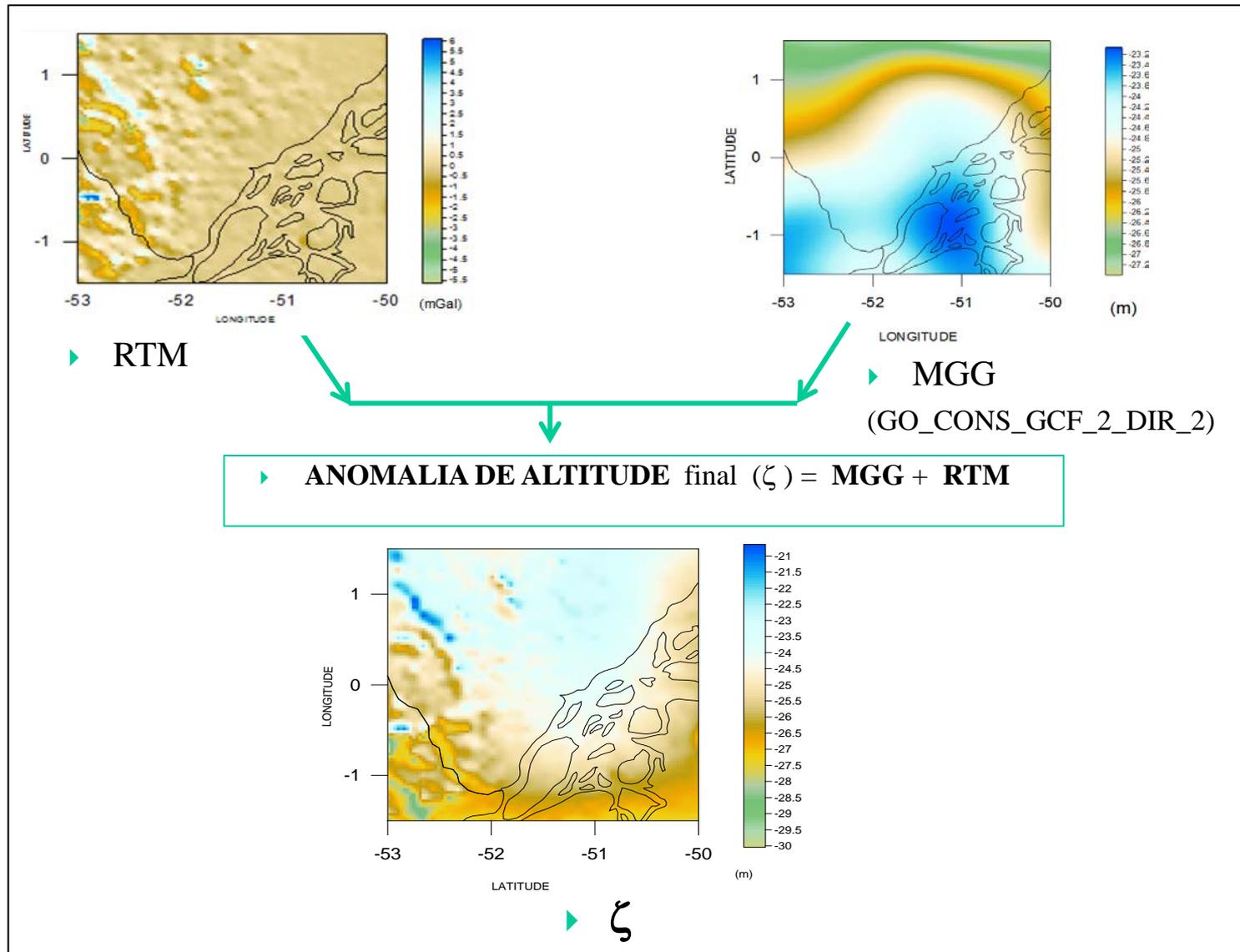


FIGURA 9 - RTM



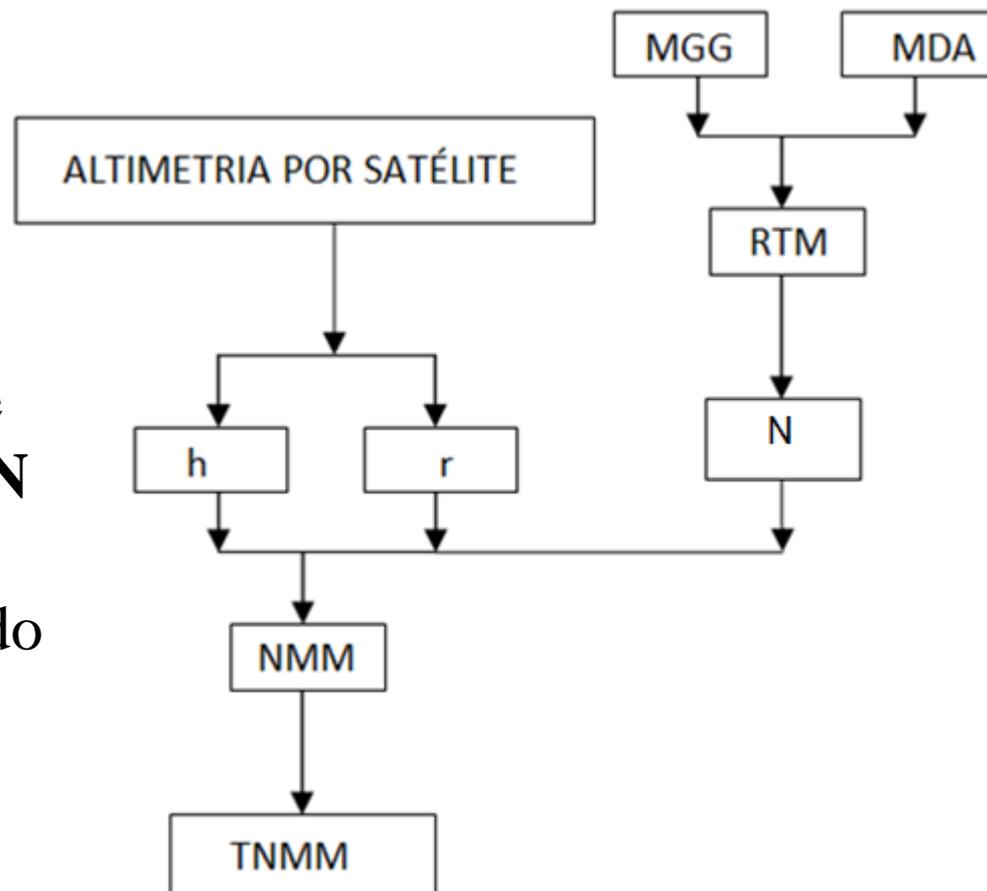
UFPR

Universidade
Federal do Paraná

MÉTODO

O método para a determinação da Topografia do nível Médio do Mar (TNMM), vistos em diversas pesquisas e a ser utilizado deve ser:

- **Método Direto** – Utiliza h , r do processamento de altimetria por satélites e N de modelos geoidais (MGG , Modelo Global do Geopotencial) .





- **Método Direto** – realiza-se a subtração do **NMM** do modelo **geoidal**, filtrando os resultados. Consideram-se o **NMM** e **N** no mesmo referencial, elipsóide.

$$TNMM = NMM - N$$

N	ondulação geoidal
TNMM	Topografia do Nivel Médio do Mar
NMM	Nível Médio do Mar



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

RESULTADOS PRELIMINARES

Neste estudo adotou-se como resultados preliminares dados de modelos já existentes. Assim obteve-se uma estimativa prévia do **NMM** (*MSS*) e da **TNMM** (*MDT*).

MODELOS

NMM
(*MSS*)

TNMM
(*MDT*)

DTU10
CNES_CLS09_v1.1

DNSSC08 (encontra-se em diversas pesquisas outros como: CLS01_2M, CLS_SHOM98.2 , DTU10, GSFMSS95A WHU2000MSS, OSUMSS95, KMS2001)



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

ásicas

NMM – Nível Médio do Mar na região de Santana

Resultados preliminares

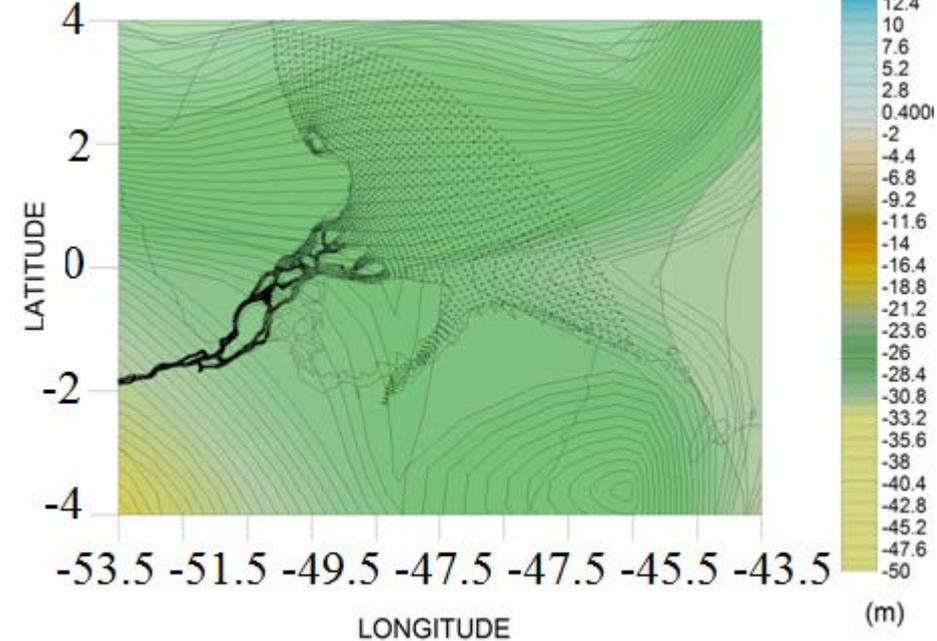


FIGURA 10 a - MAPA NMM

Adaptado: MSS_DNSC08_2M.nc (Global Altimetric Mean Sea Surface from DNSC)

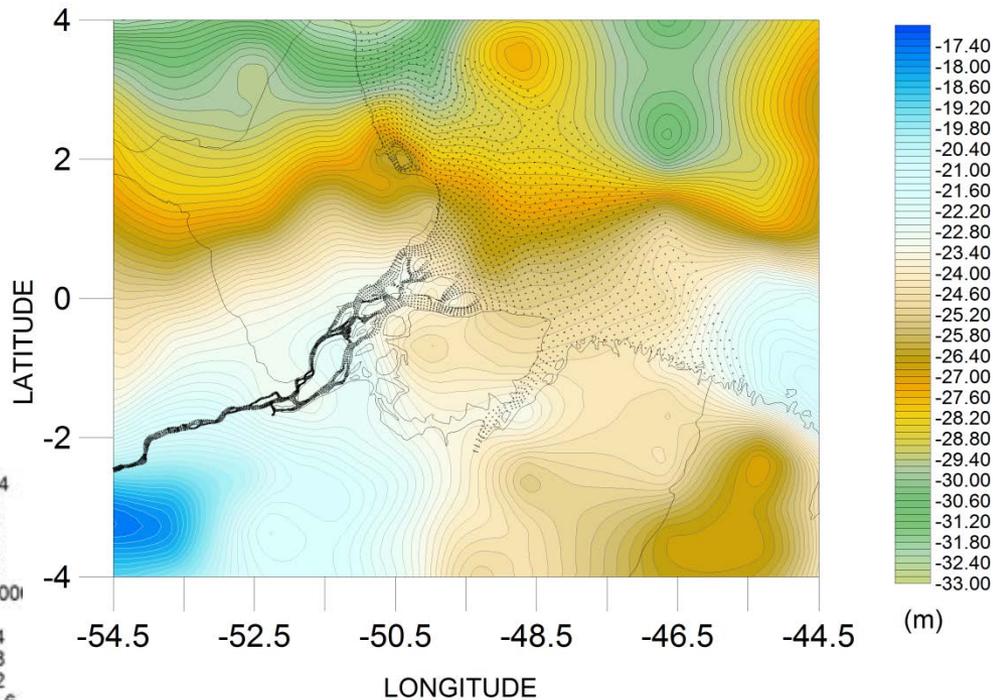


FIGURA 10 b - MAPA NMM

Adaptado:

MSL_Serie_MERGED_Global_IB_RWT_GIA_Adjus.nc

-22.9	modelo a
-23.6	modelo b
0.7	diferença



TNMM – Topografia do Nível Médio do Mar na área Santana

UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Resultados preliminares

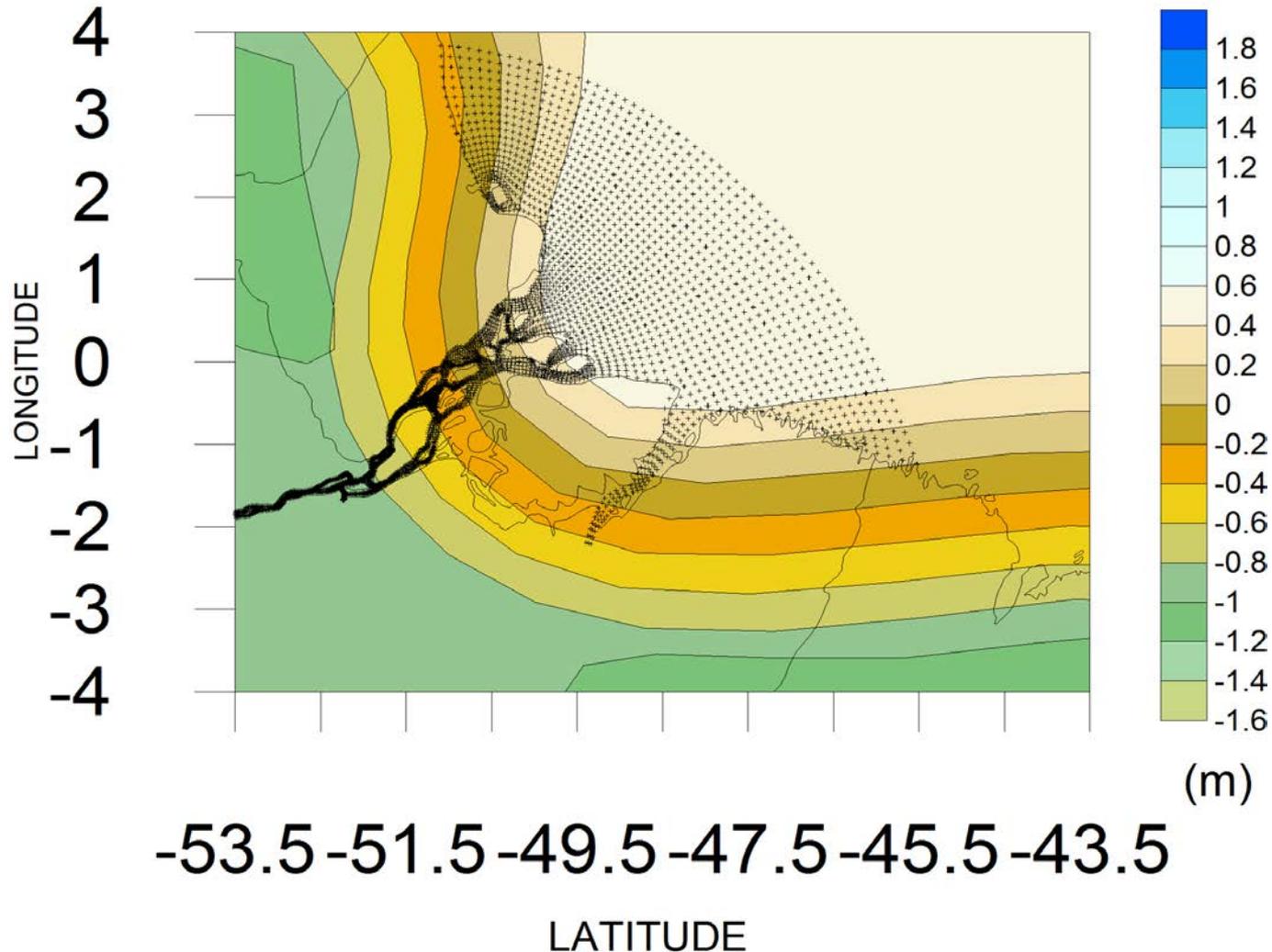


FIGURA 11 - MAPA TNMM

Adaptado: MDT_CNES_CLS09_15M -Cnes/CLS).



CONCLUSÃO

- Foi realizada uma estimativa da TNMM à partir de modelos globais e com base no EGM2008.
- Resultados preliminares indicam uma discrepância de cerca de 1,4m entre os dois segmentos da RAFB.
- Em fase subsequente busca-se determinar a TNMM com base em modelagem regional por elementos finitos. Nesta fase são processados os dados da altimetria por satélite injuncionados por observações maregráficas na região bem como outras informações da base de dados geodésicos regionais e globais.



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

REFERÊNCIAS

ANDERSEN O. B, KNUDSEN P (2009) . **The DNSC08 mean sea surface and mean dynamic topography**. J. Geophys. Res., 114, C11, doi:10.1029/2008JC005179, 2009

ANDERSEN, O. B. **The DTU10 Gravity field and Mean sea surface** (2010) , Second international symposium of the gravity field of the Earth (IGFS2), Fairbanks, Alaska.

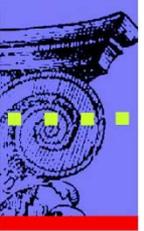
BELLAFIORE, D.; UMGIESSER, G.; CUCCO, A. **Modeling the water exchanges between the Venice Lagoon and the Adriatic Sea**. Ocean Dyn. 58:397-413, 2008.

DALAZOANA, R. **Estudos dirigidos à análise temporal do datum vertical brasileiro**. Curitiba, 2005. 201 f. Tese – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

EKMAN, M. **Using mean sea surface topography for determination of height system differences across the Baltic sea**. Mar Geod, 22:31-35, 1999.

FU, LL; CAZENAVE. **A Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications**. Academic Press. San Diego, California, ISBN 0122695423. Huang M, Zhai G, Ouyang Y, Lu X, Liu C, Wang R , 2001.

FU, LL; CAZENAVE. **A Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications**. Academic Press. San Diego, California, ISBN 0122695423. Huang M, Zhai G, Ouyang Y, Lu X, Liu C, Wang R , 2001.



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

GALLO, M.N., 2004. **A Influência da Vazão Fluvial sobre a Propagação da Maré no Estuário do Rio Amazonas**. Tese de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. and N. Picot Ed., <http://www.altimetry.info>, 2011.

GERLACH, C.; RUMMEL, R. **Global height system unification with GOCE: a simulation study on the indirect bias term in the GBVP approach**; Journal of Geodesy, Springer, ISSN 0949-7714, DOI: 10.1007/s00190-012-579-y, 2012.

KEYSERS, J.H., QUADROS, N.D., COLLIER, P.A. **Developing a method to establish a common vertical datum before integrating land height data with nearshore seafloor depth data**

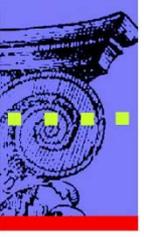
LUZ, Roberto Teixeira; BOSCH, Wolfgang; FREITAS, Sílvio Rogério Correia de; HECK, Bernhard. **Topografia Do Nível Médio Do Mar No Litoral Sul-Sudeste Brasileiro**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 8-11 de setembro de 2008.

MONTECINO, H. **Proposta de alternativas para conexão dos *data* verticais brasileiros de Imbituba e Santana**. 2011. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná.

ROSMAN, P.C.C. **SisBAHIA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental**. Documentação de Referência Técnica. Área de Engenharia Costeira e Oceanográfica, Universidade Federal de Rio de Janeiro (COPPE-PEnO/UFRJ), Rio de Janeiro, 2000.

ROSMORDUC, V., J. Benveniste, E. Bronner, S. Dinardo, O. Lauret, C. Maheu, M. Milagro, N. Picot. **Radar Altimetry Tutorial**, J. Benveniste and N. Picot Ed., <http://www.altimetry.info>, 2011.

<http://www.aviso.oceanobs.com/en/applications/ocean/large-scale-circulation/mean-dynamic-topography.html>



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

MUITO OBRIGADA !!!!