



Trabalho de Conclusão de Curso

**Estudo multi-geofísico da Elevação do Rio Grande com
um enfoque na integração de dados geofísicos e
modelagem do embasamento da sua porção oeste.**

FELIPE CHAGAS DOS SANTOS

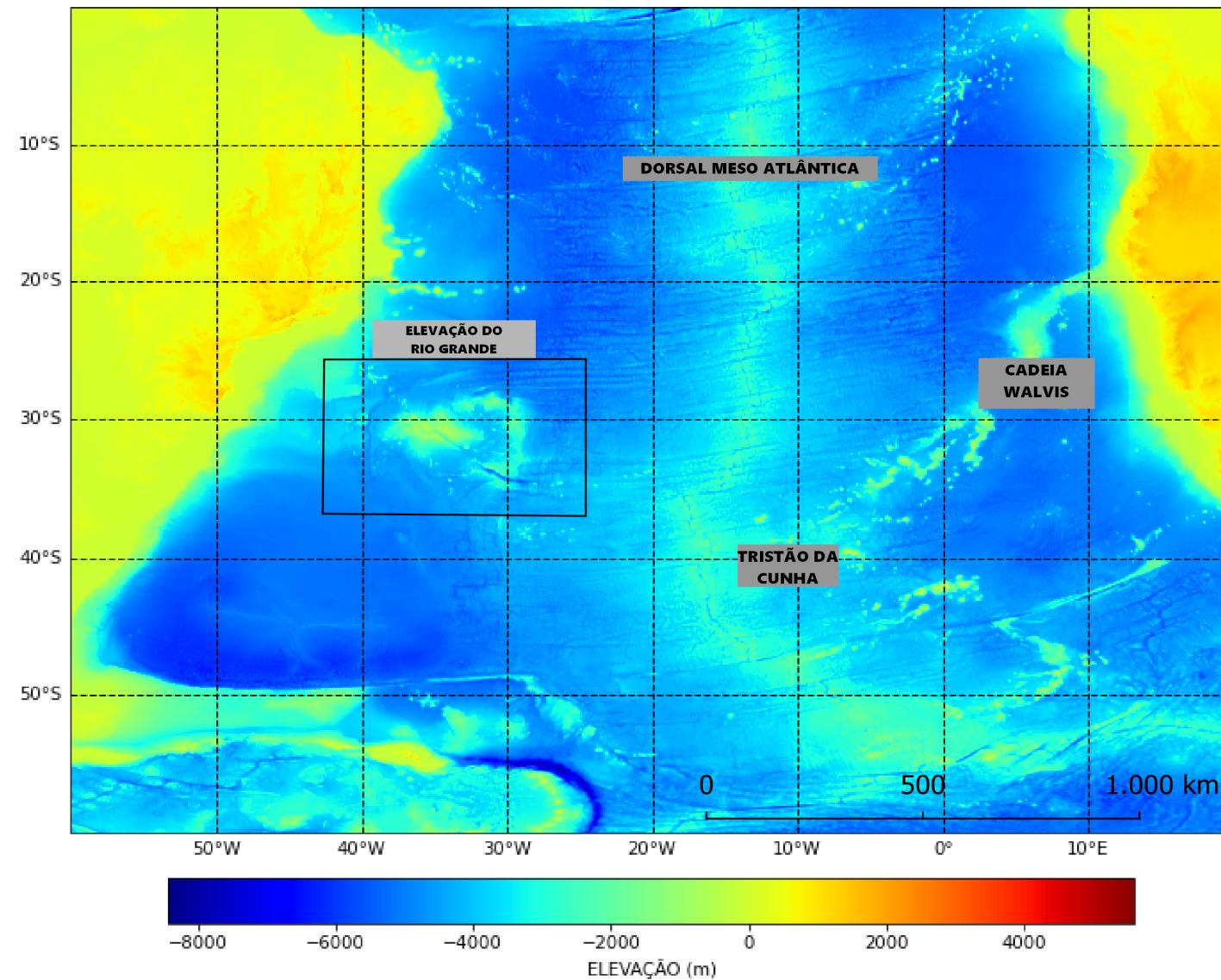
**Orientador: MSc. Geologia e Geofísica Marinha
CMG (RM1) Luiz Carlos Torres**

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Bijani

1. INTRODUÇÃO
2. CONTEXTO REGIONAL
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA
4. ÁREA DE ESTUDO
5. METODOLOGIA
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES
7. CONCLUSÃO



MOTIVAÇÃO:

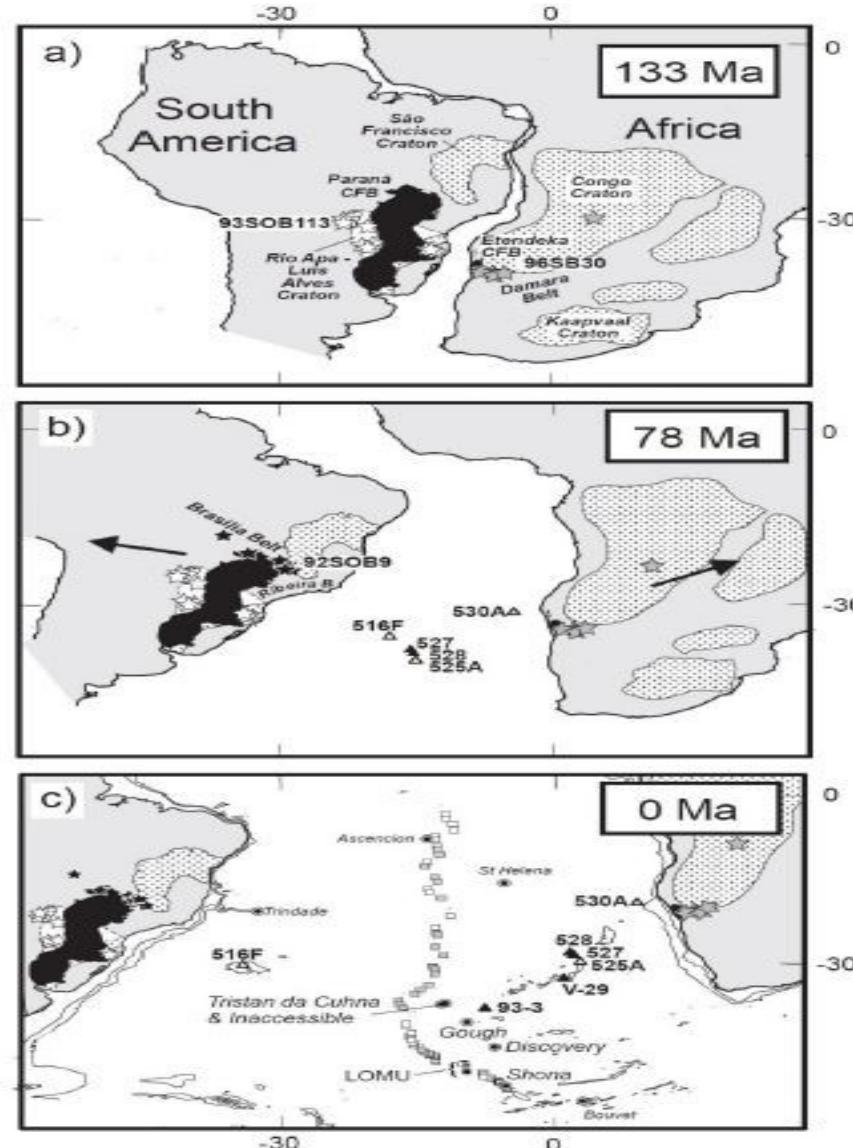


MAIOR FEIÇÃO
FISIOGRÁFICA
DO ATLÂNTICO
SUL.

Figura 1 – Autor. Dados Gebco, 2021.

INTRODUÇÃO

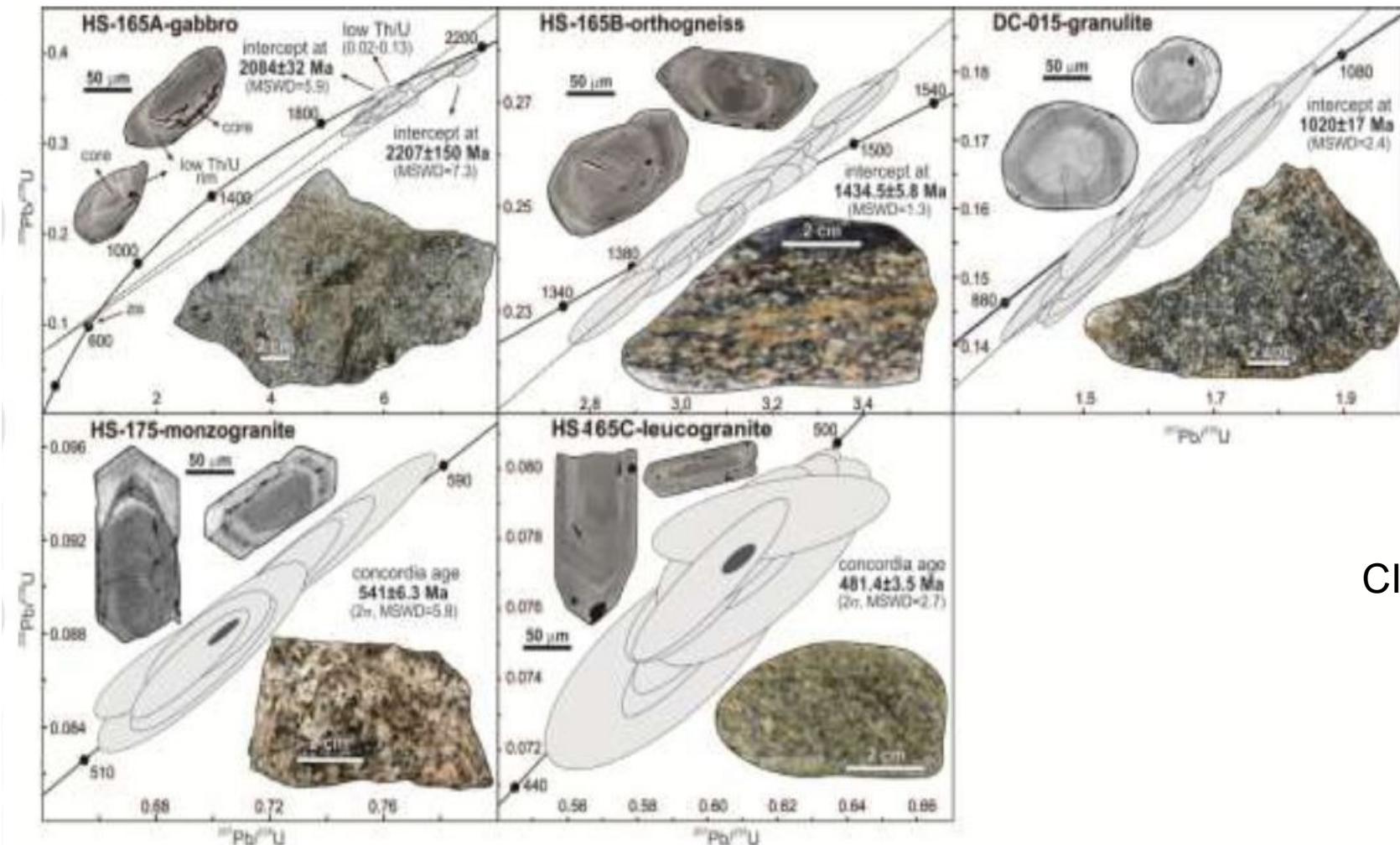
MOTIVAÇÃO:



CIENTÍFICA.

Figura 2 – Modelo de desenvolvimento do Atlântico. GIBSON et al., 2005

MOTIVAÇÃO:

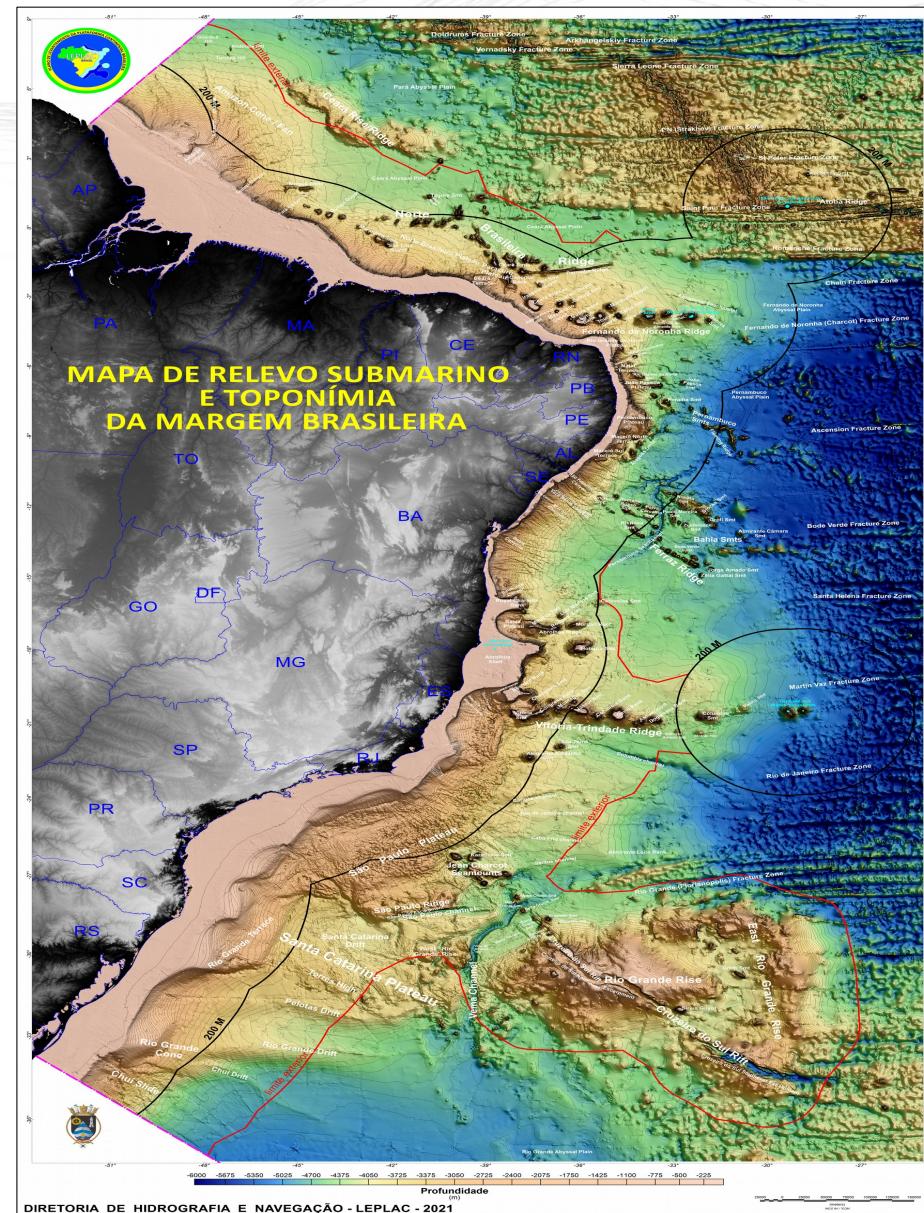


CIENTÍFICA.

Figura 3 – Rochas graníticas na Elevação do Rio Grande. SANTOS et al., 2019

INTRODUÇÃO

MOTIVAÇÃO:



ESTRATÉGICA.

Figura 4 – ALBERONI et. al., 2020.

OBJETIVO:

1) Investigar a **natureza do embasamento** da Elevação do Rio Grande Oeste utilizando diferentes métodos geofísicos:

-**Gravimetria Marinha e**

-**Modelo gravimétrico 2D que passam sobre a Elevação do Rio Grande Oeste.**

2) Apoiar essa investigação através de gravidade regional:

-**Modelo Global de Gravidade.**

- Área: 300 km².
- Cota mínima: -600 m.
- Conexão estrutural.
- Divisor Geográfico.

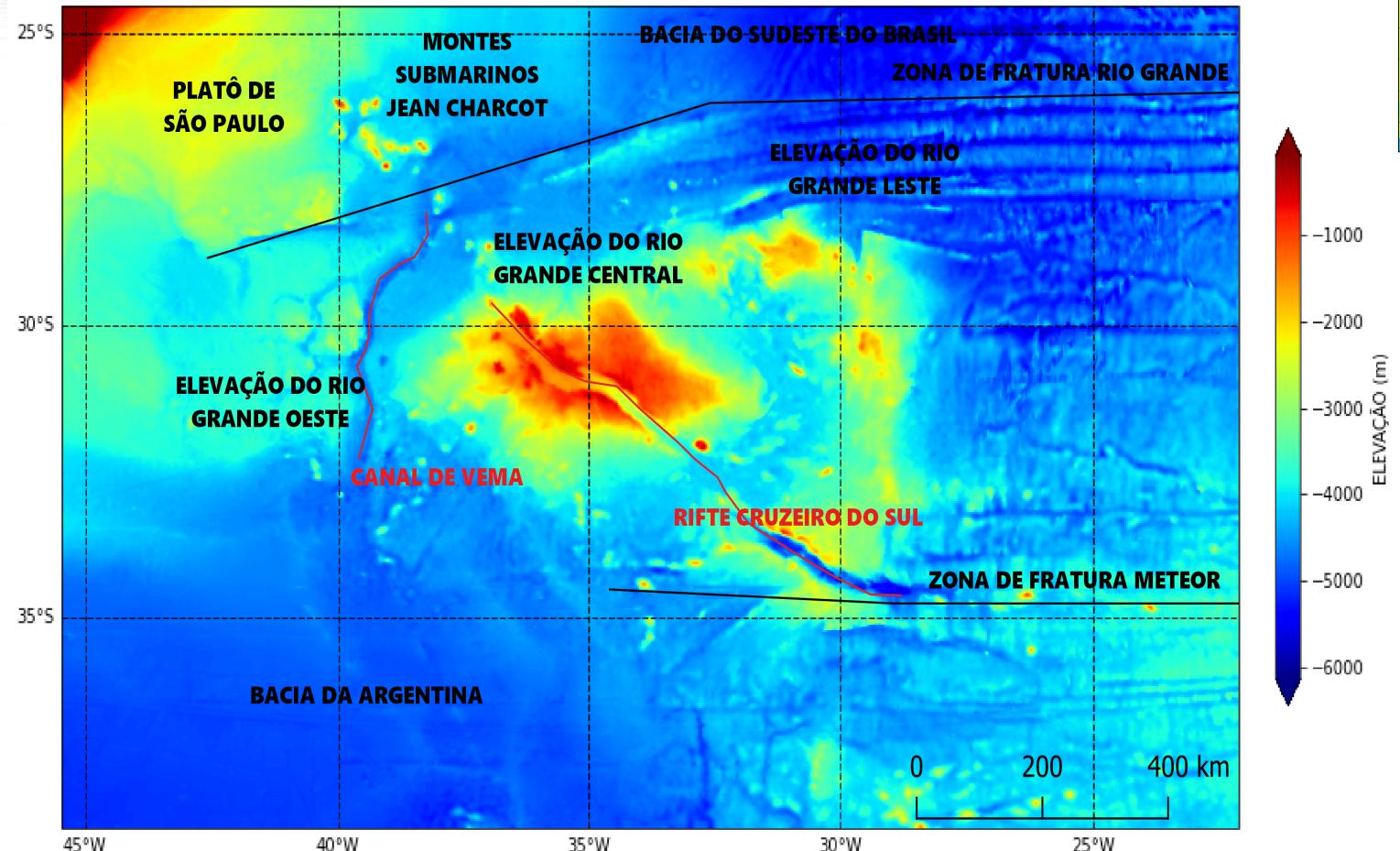


Figura 5 – Mapa batimétrico. GEBCO. 2021

CONTEXTO REGIONAL

- Geodinâmica

1) Derramamento Basalto;

2) Distensionamento da Crosta;

3) Sedimentação e erosão;

4) Cessão da fase tectônica e

5) Sedimentação pelágica.

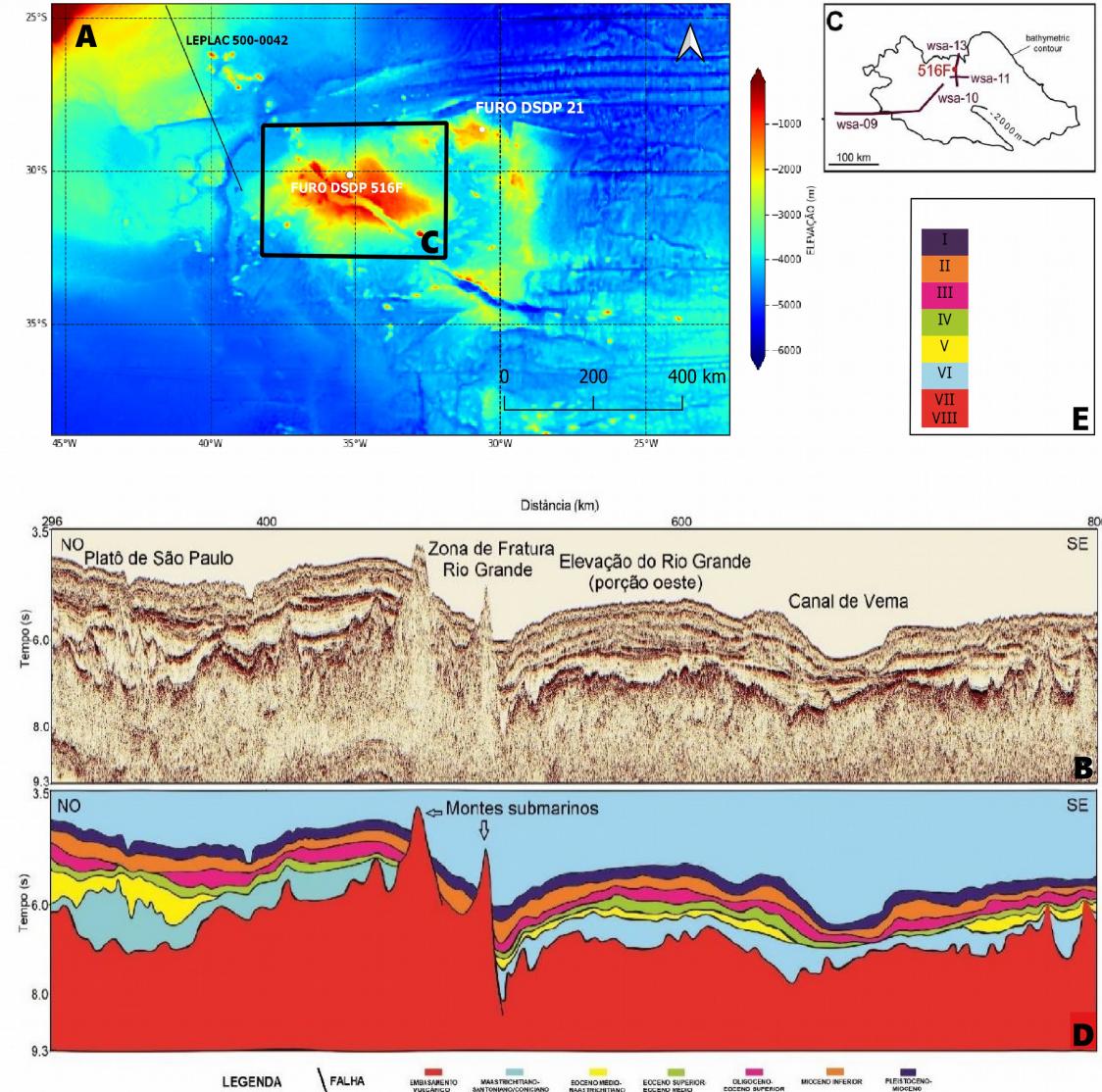


Figura 6 – Linha Leplac interpretada. [B,C,D,E] PRAXEDES. 2020

Natureza dos Sedimentos:

- Profundidade ~1000 m
- Rochas Calcárias
- Brechas vulcânicas
- Turbiditos

CONTEXTO REGIONAL

Crosta:

Basalto

~1260 m

(Poço 516F)

Manto:

~10,5 a 26km

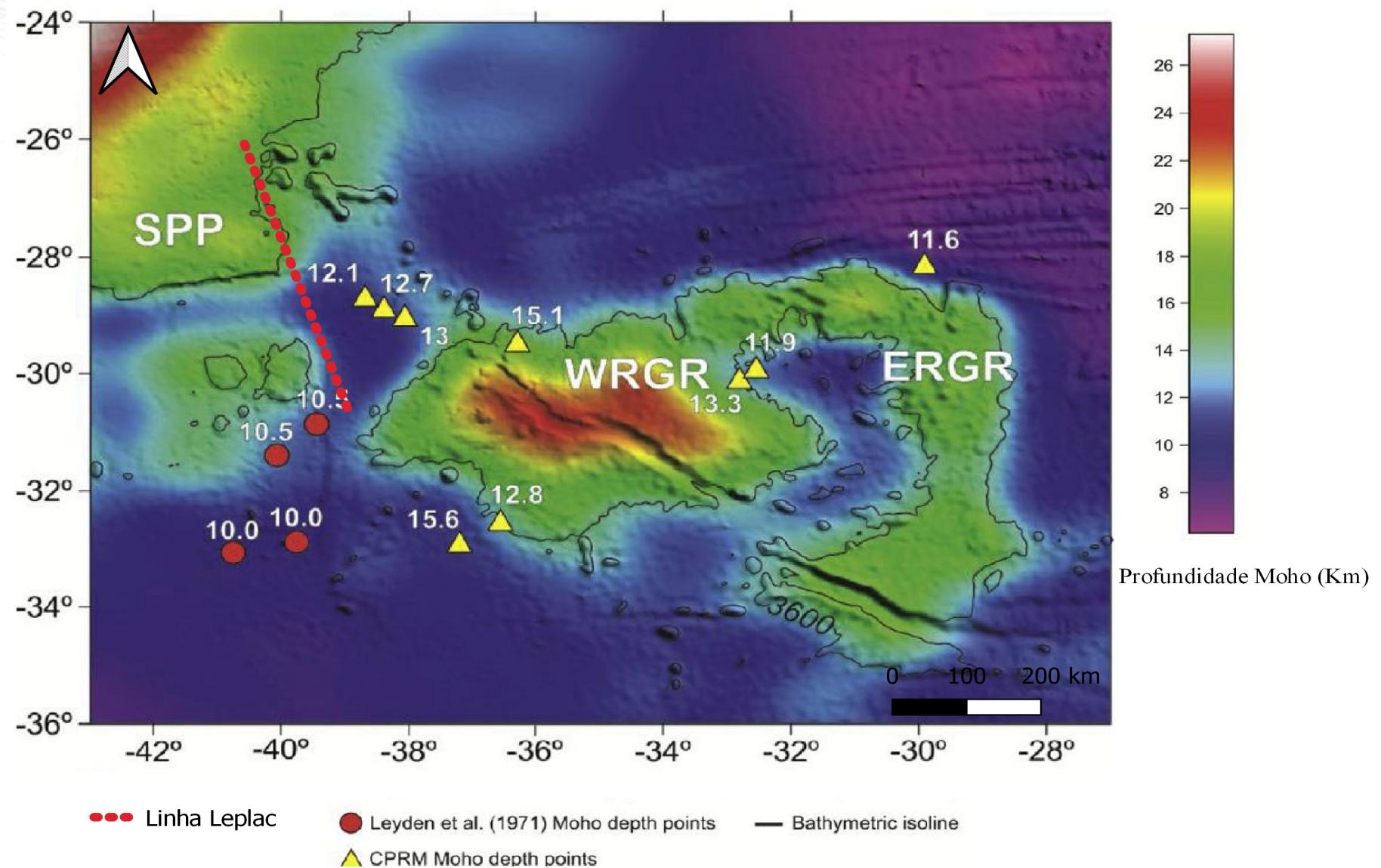


Figura 7 – Modelagem da Moho. CONSTANTINO et al.. 2017

Cálculo do Potencial Gravitacional em Harmônicos Esféricos:

$$\nabla^2 F = 0 \quad \text{em coordenadas geodésicas geocêntricas.}$$

Equação 1 – O Laplaciano.

Modelos Globais de Gravidade:

A solução dessas equações para qualquer região do planeta.

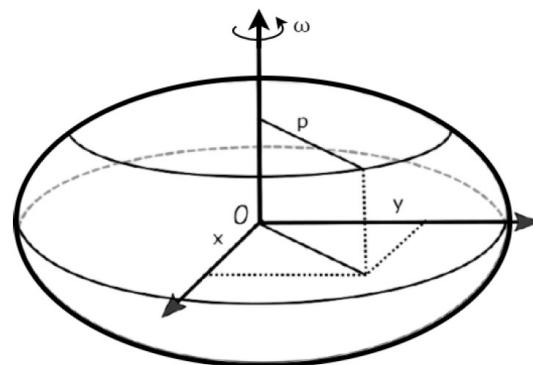


Figura 8 – ELIPSOIDE. RAMALHO. 2019

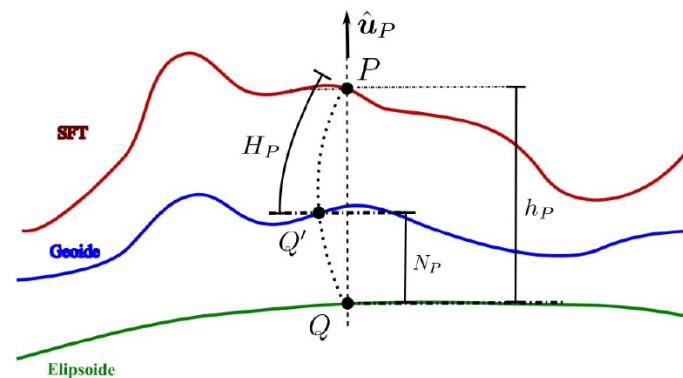


Figura 9 – BARTHELMES. 2009

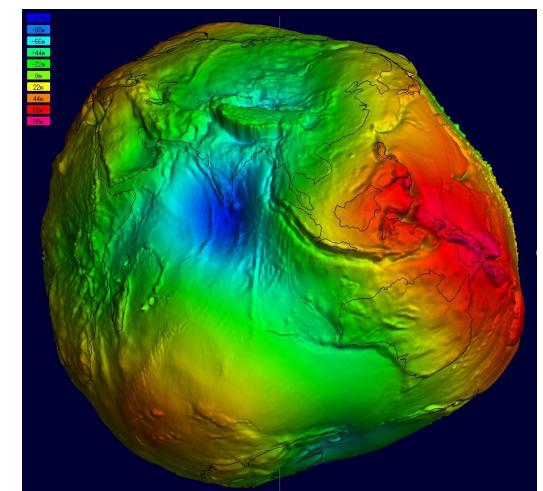
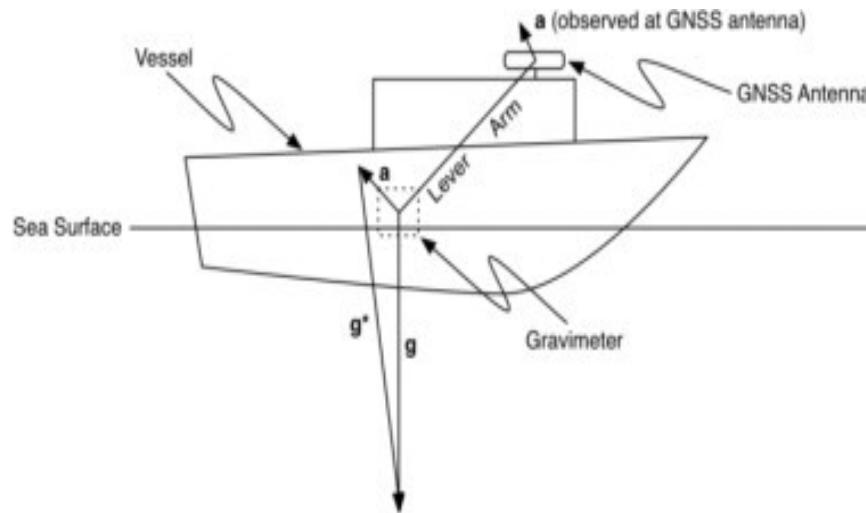


Figura 10 – GEOIDE BARTHELMES. 2009

Método de Gravimetria Marinha:

- A partir de gravímetros embarcados regista-se a perturbação do **campo de gravidade local**.
- Incluídos nos dados constam a influência do **Campo de Gravidade da Terra** além de indesejáveis interferências.
- O objetivo é retirar as interferências e analisar o campo de gravidade **anômalo**. (anomalia de gravidade)



SINAL ADQUIRIDO =

- INSTRUMENTAL
- AMBIENTAL
- GEO REGIONAL
- GEO LOCAL

FILTRO

$$g(\text{observado}) - g(\text{normal}) - c(\text{Eotvos}) = g(\text{ar livre})$$

$$g(\text{ar livre}) + c(\text{Bouguer}) = g(\text{Bouguer})$$

Figura 11 - P. Vaníček, R. Kingdon,
2005

Método de Modelagem Gravimétrica:

- Utiliza as **equações de TALWANI**.
- Calcula a resposta em gravidade produzida por corpos **bidimensionais**
A partir da definição das dimensões dos polígonos e do contraste de densidade entre eles.
- Representa um modelo de distribuição de massa em duas dimensões (Comprimento x Profundidade).

$$U_{12} = \alpha_1 \sin \phi_1 \cos \phi_1 \left[\theta_1 - \theta_2 + \tan \phi_1 \ln \left(\frac{\cos \theta_1 (\tan \theta_1 - \tan \phi_1)}{\cos \theta_2 (\tan \theta_2 - \tan \phi_1)} \right) \right],$$

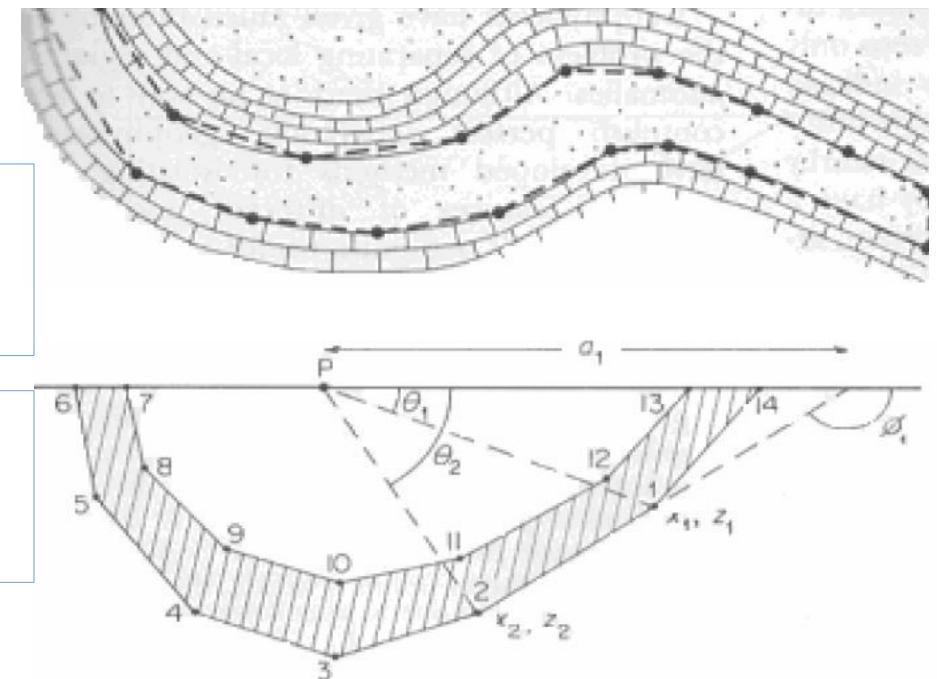
$$\alpha_1 = \frac{x_2 - z_2(x_2 - x_1)}{z_1 - z_2}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{z_1}{x_1}.$$

$$g = 2G\Delta\rho(U_{12} + U_{23} + U_{34} + \dots + U_{n-1}),$$

TALWANI ~ GEOLOGIA

$g(\text{vertical}) \sim g(\text{Bouguer})$



Equação 2 – Cálculo da aceleração gravitacional produzido por n vértices.

Figura 15 - ANDRADE, KONZEN
2016

Método Sísmico Marinho:

- A partir da **reflexão** de ondas mecânicas emitidas por equipamentos embarcados (**FONTES**), registradas por sensores (**HIDROFONES**), sensíveis às **interfaces geológicas** se obtém a localização de grandes **estruturas em subsuperfície**.

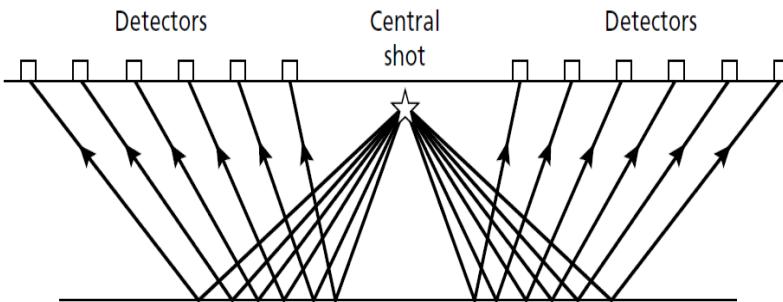


Figura 12 - KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, 2002

$$V_P = \sqrt{\frac{\gamma + 2\mu}{\rho}}$$

$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Equação 3 – Relação entre as constantes elásticas e a velocidade do som.

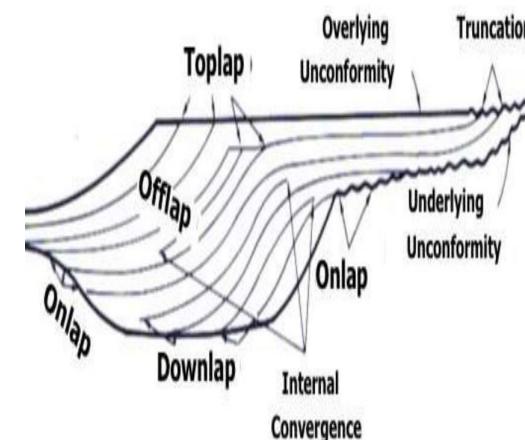


Figura 13 – VAI; JR III, 1977

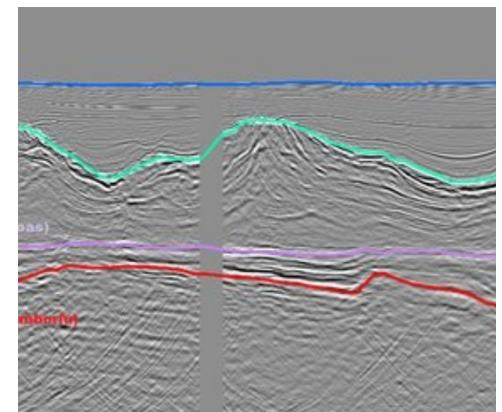


Figura 14 - DA COSTA, TIMÓTEO et al., 2019

AQUISIÇÃO

PROCESSAMENTO

INTERPRETAÇÃO

SEÇÃO SÍSMICA

ÁREA DE ESTUDO REGIONAL

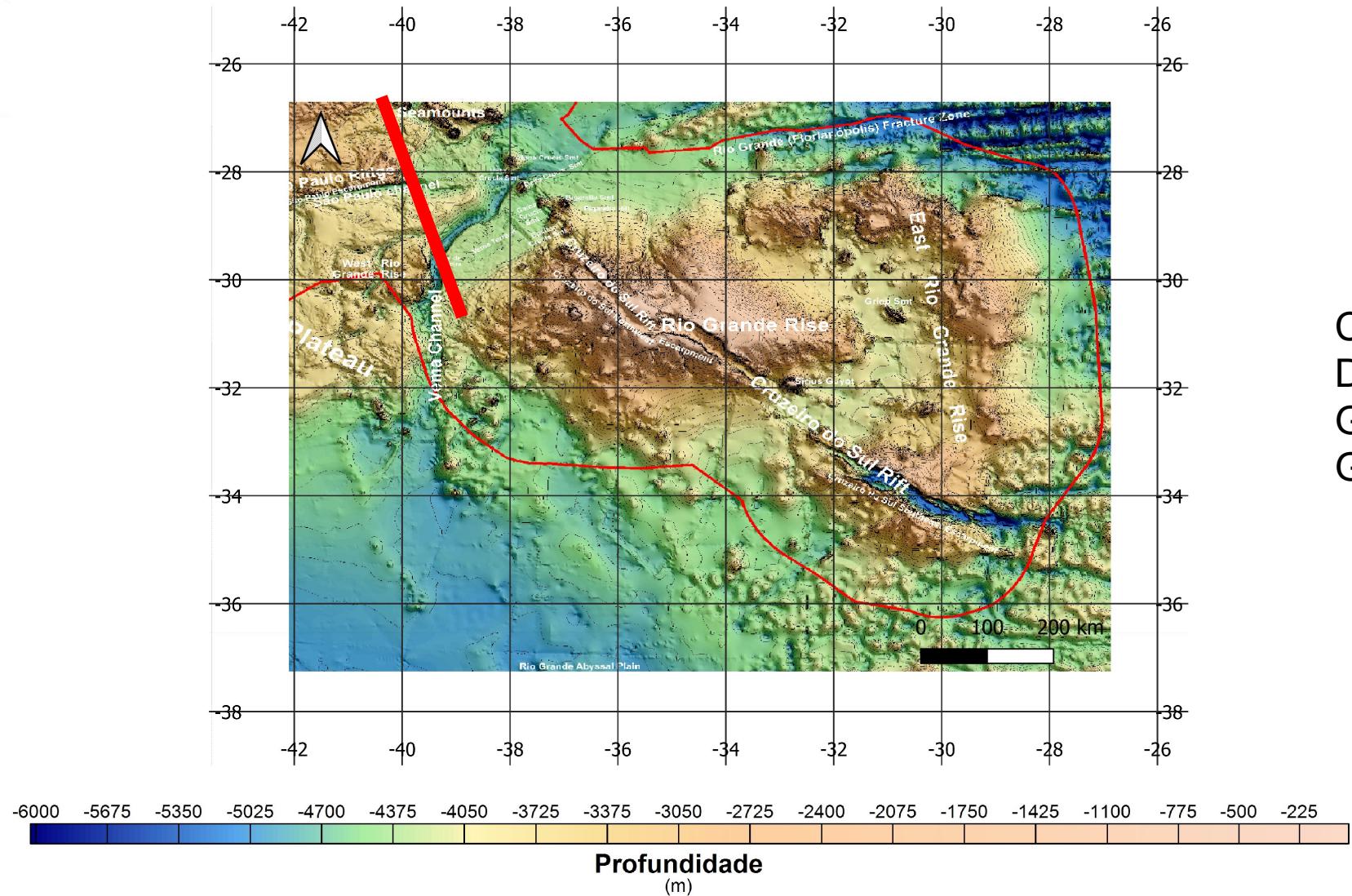


Figura 16 – Modificado de ALBERONI et. al., 2020.

ÁREA DE ESTUDO DO MODELO 2D

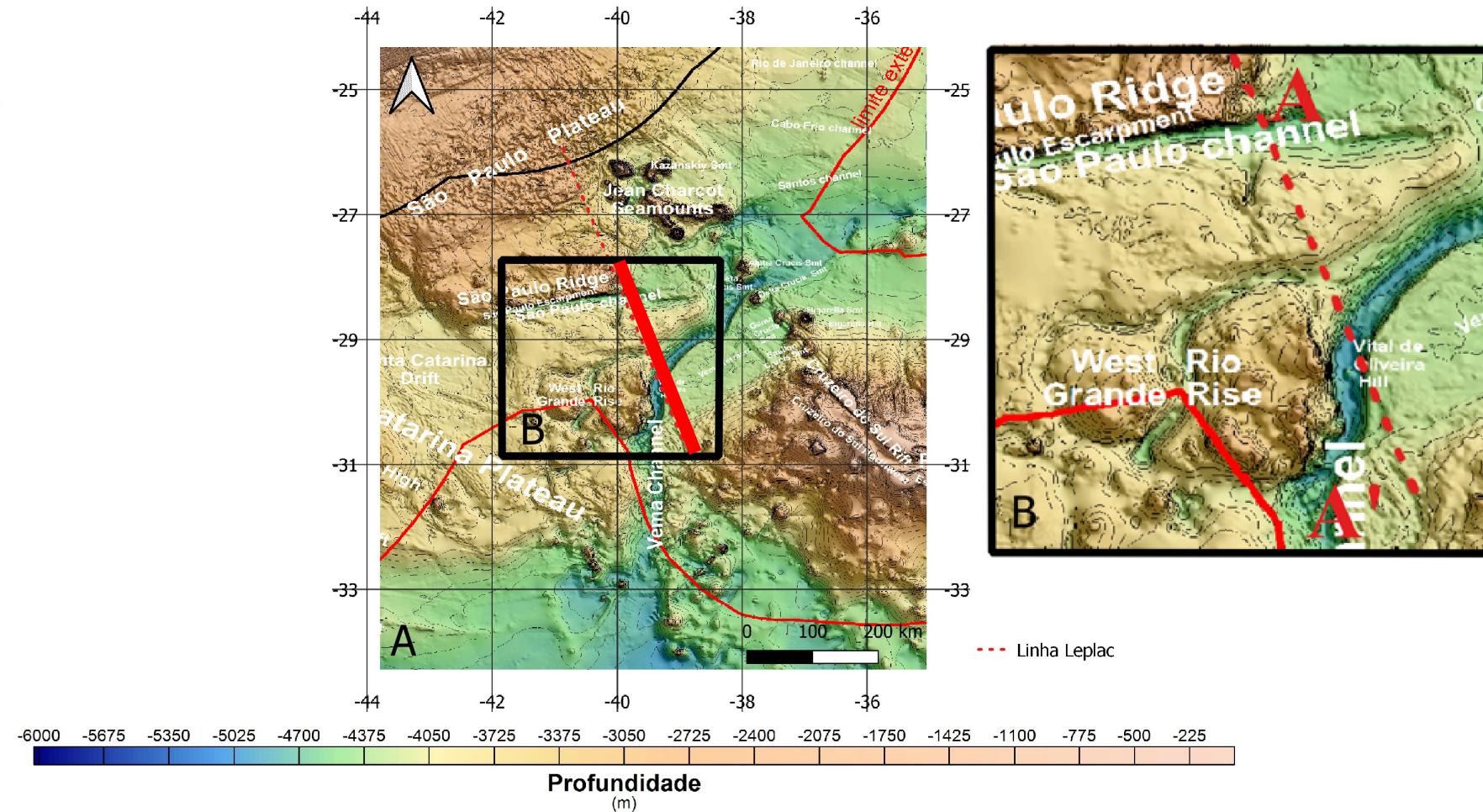


Figura 17 – Modificado de ALBERONI et. al., 2020.

DADOS UTILIZADOS:

DADOS	FONTE	APLICAÇÃO
Anomalia Bouguer Total	ICGEM	Distribuição de massa regional
Anomalia Ar-livre	ICGEM	Relevo regional
Sísmica 2d	Leplac	Definição da profundidade do fundo do mar e embasamento
Anomalia Bouguer Total	Leplac	Parâmetro para o ajuste do modelo 2D
Anomalia Ar-livre	Leplac	Analise do comportamento do relevo submarino

Tabela 1 – Dados Geofísicos

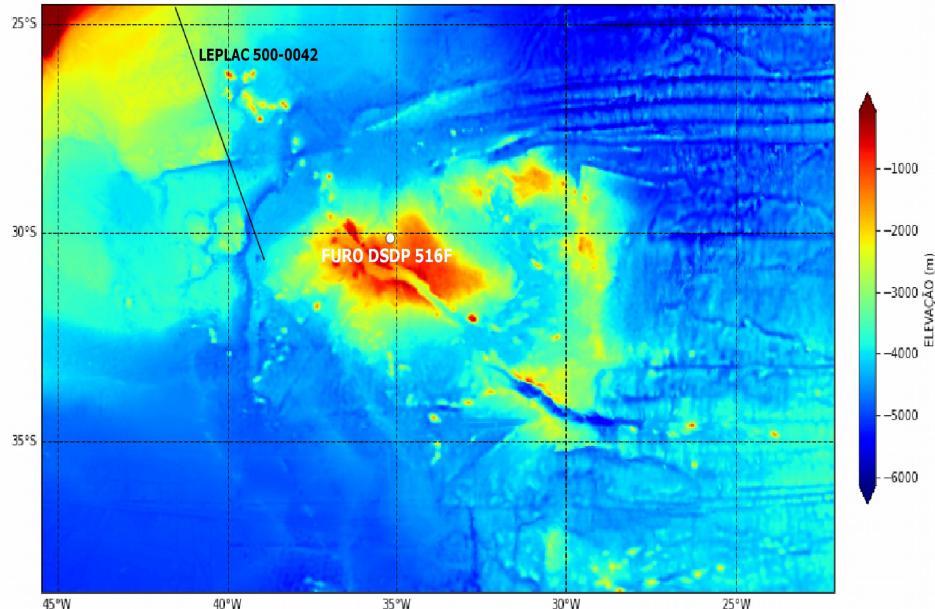


Figura 18 – GEBCO, 2021 (Detalhe para o furo DSDP 516F.)

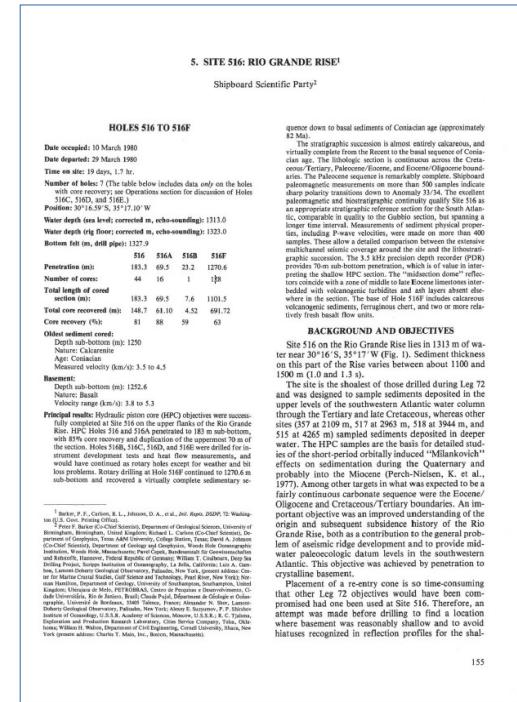
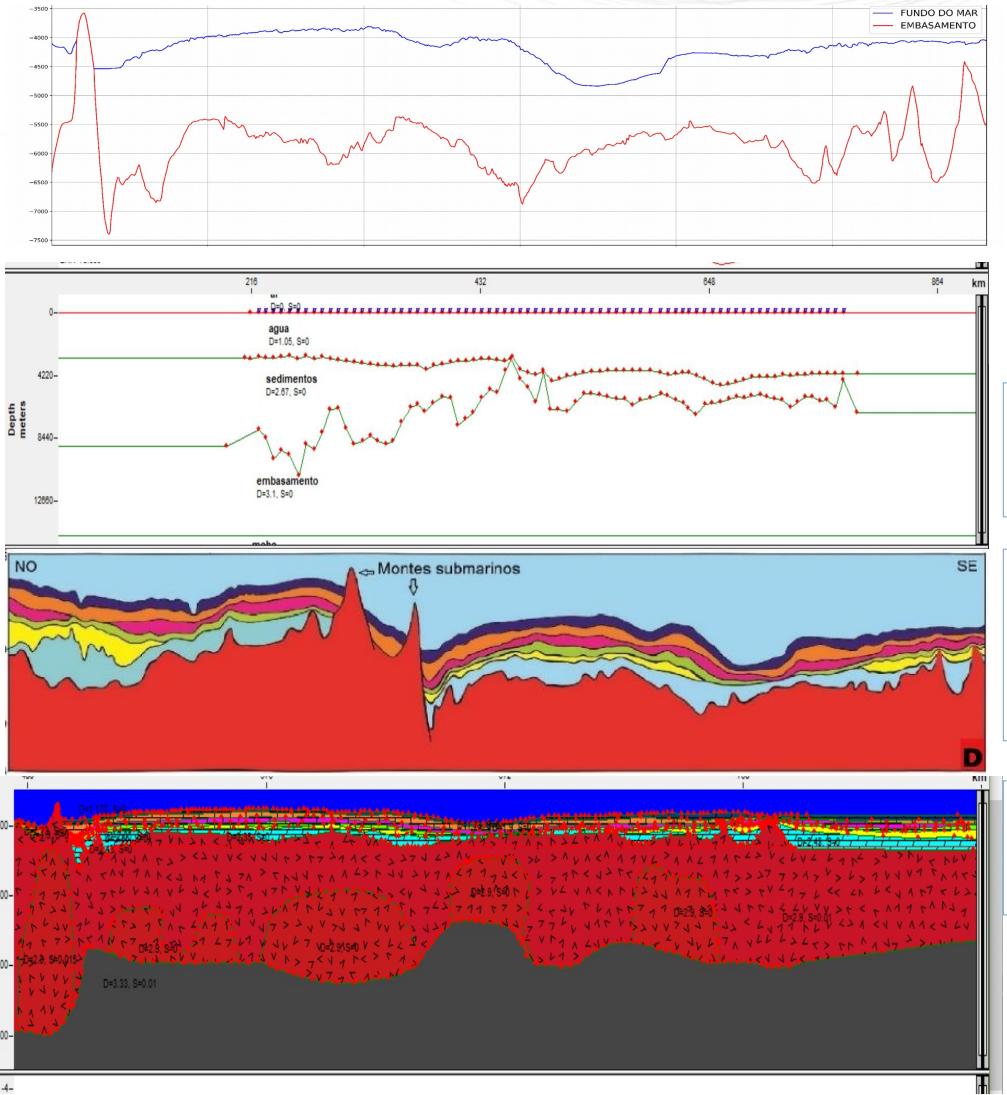


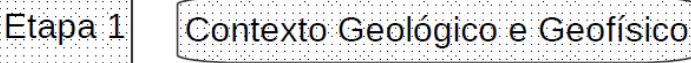
Figura 19 – BARKER, P. et al., 1983 (Relatório do furo DSDP 516F.)

METODOLOGIA

FLUXO DE TRABALHO:



BIBLIOGRAFIA GEOLÓGICA E GEOFÍSICA



DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO MODELO

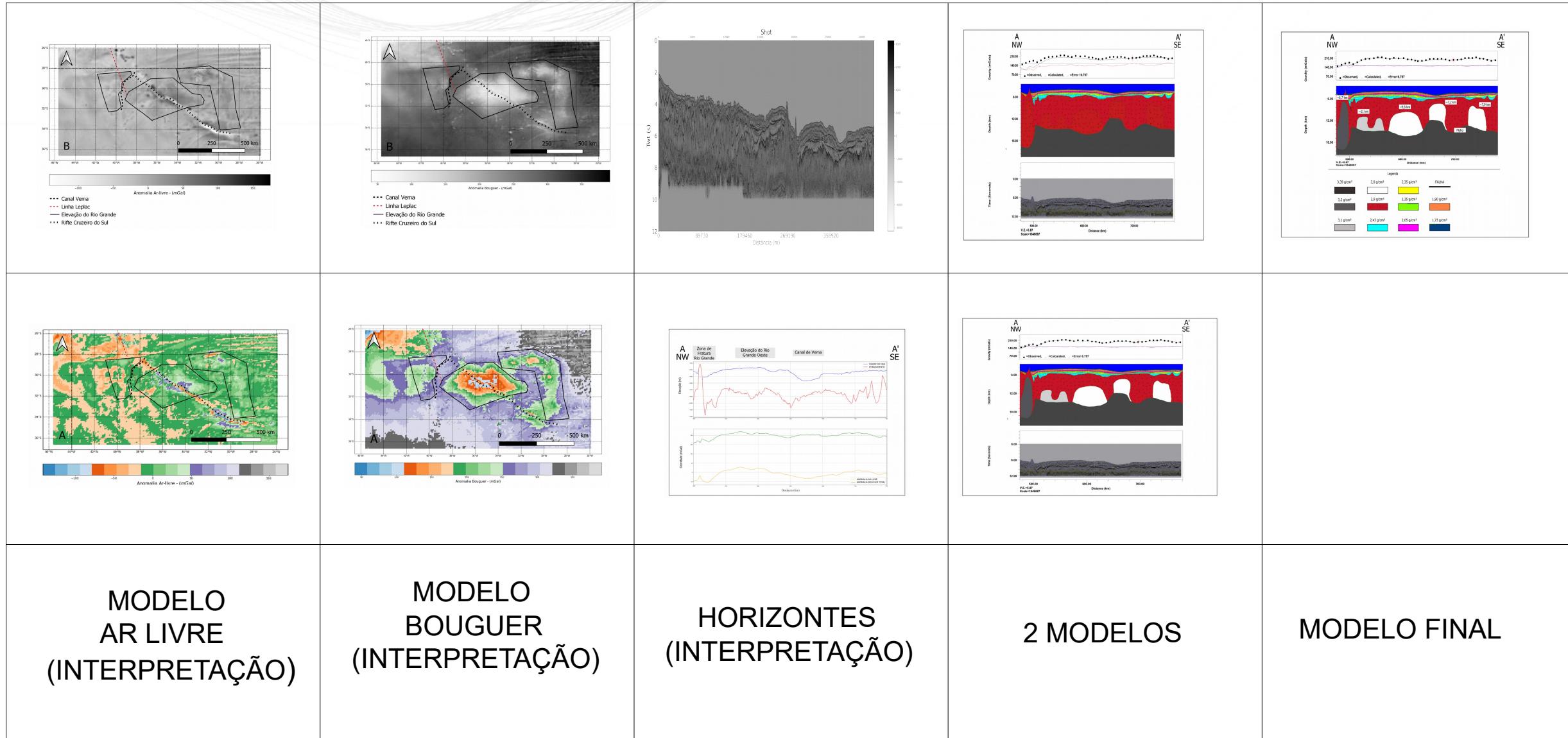
USO DO GMSYS2D (GEOSOFT): APLICA TALWANI

COERÊNCIA GEOLÓGICA & ERRO MÉDIO QUADRÁTICO (RMS)

MÍNIMO ERRO RMS

$$\text{Equação 3} - \text{Erro Médio Quadrático.}$$
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES



MODELO DE GRAVIDADE GLOBAL:

ANOMALIA AR LIVRE E BOUGUER DISTINÇÃO DAS GRANDES ESTRUTURAS

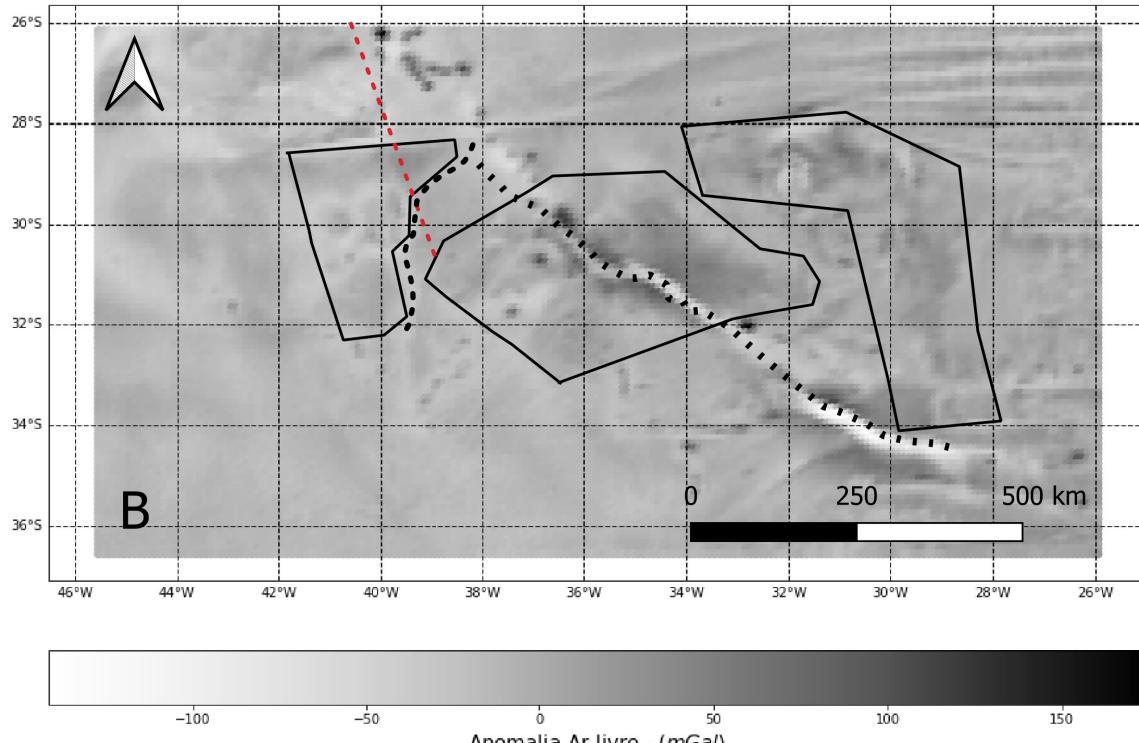


Figura 22 – Autor

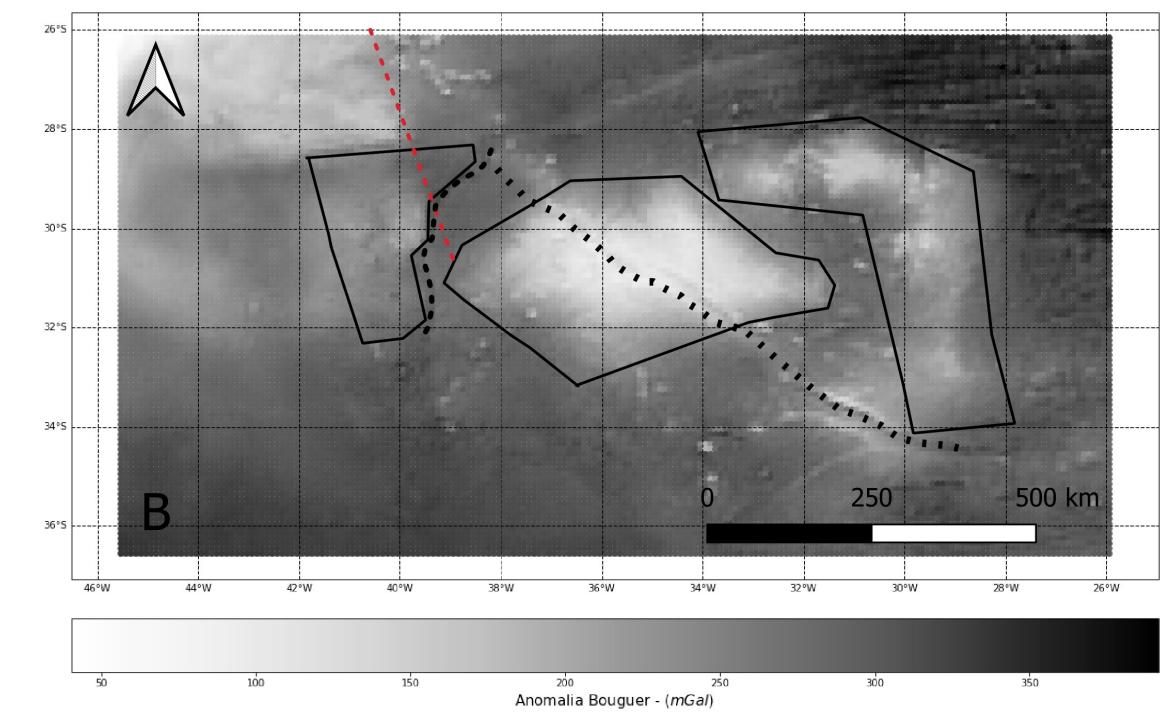


Figura 23 – Autor

MODELO DE GRAVIDADE GLOBAL:

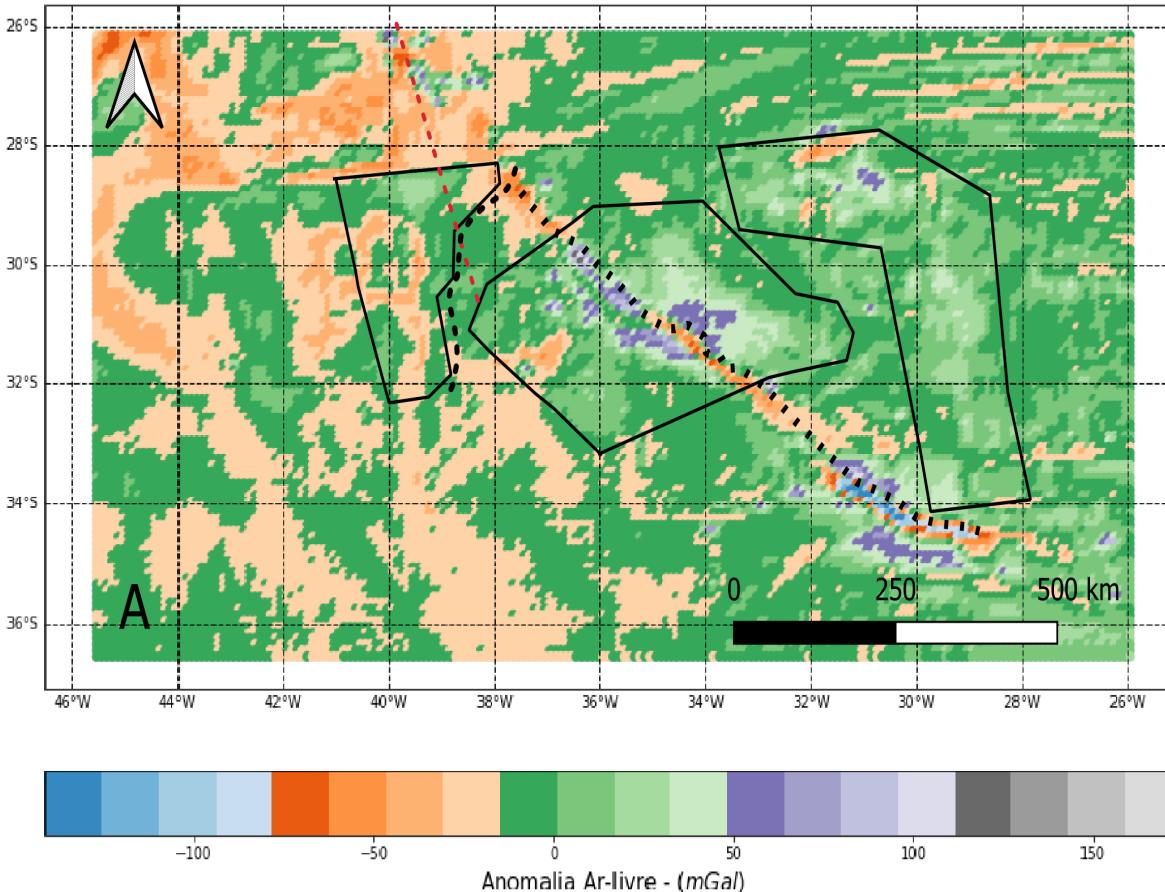


Figura 24 – Autor

ANOMALIA AR LIVRE E BOUGUER EM SUBDOMÍNIOS BOUGUER DEFINE O CONTORNO DA ERG

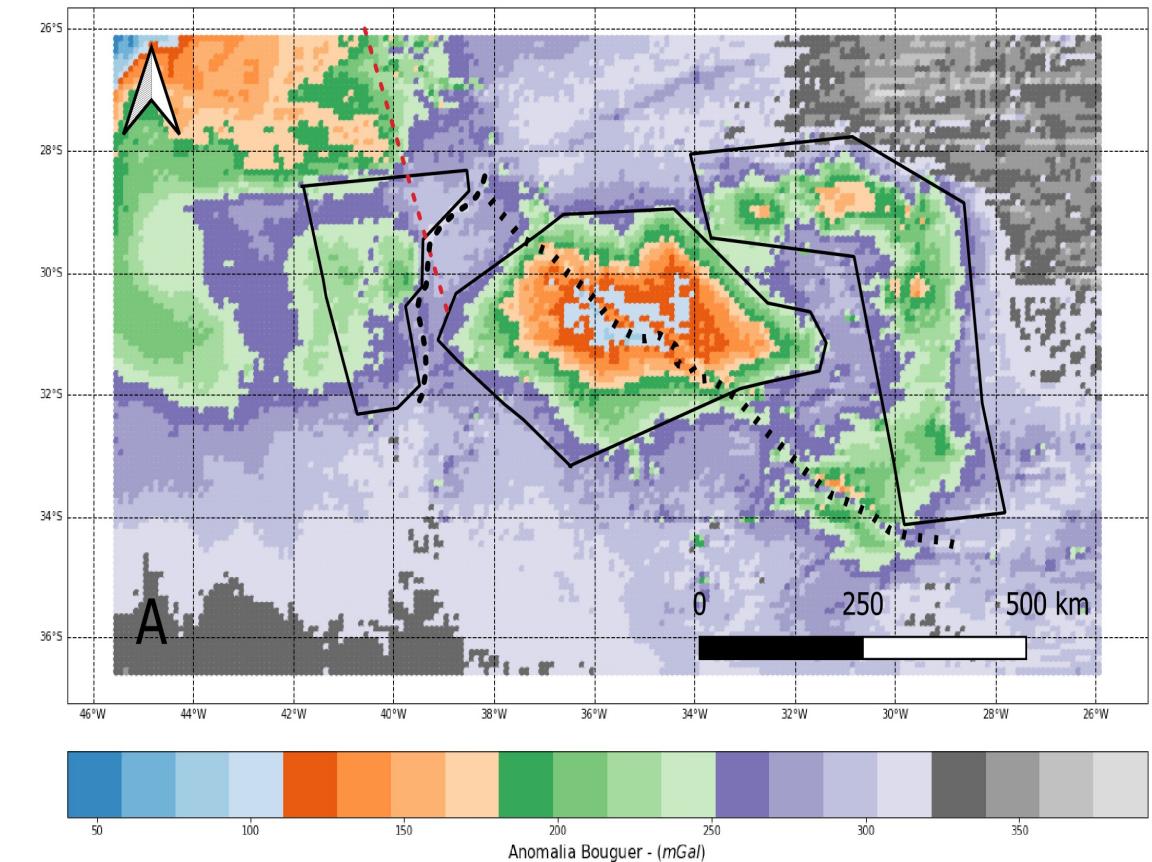


Figura 25 – Autor

GRAV MARINHA:

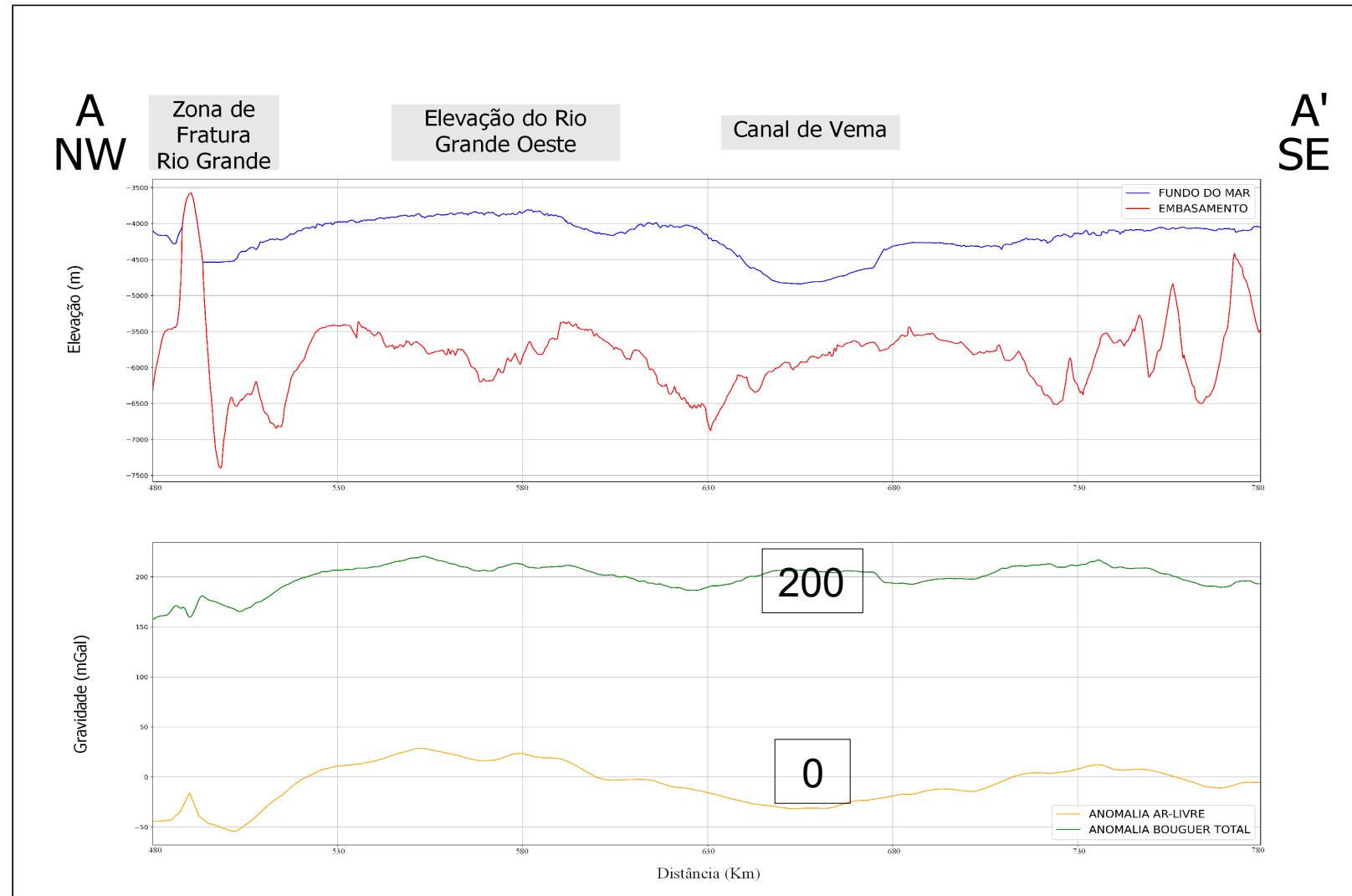


Figura 25 – Autor.

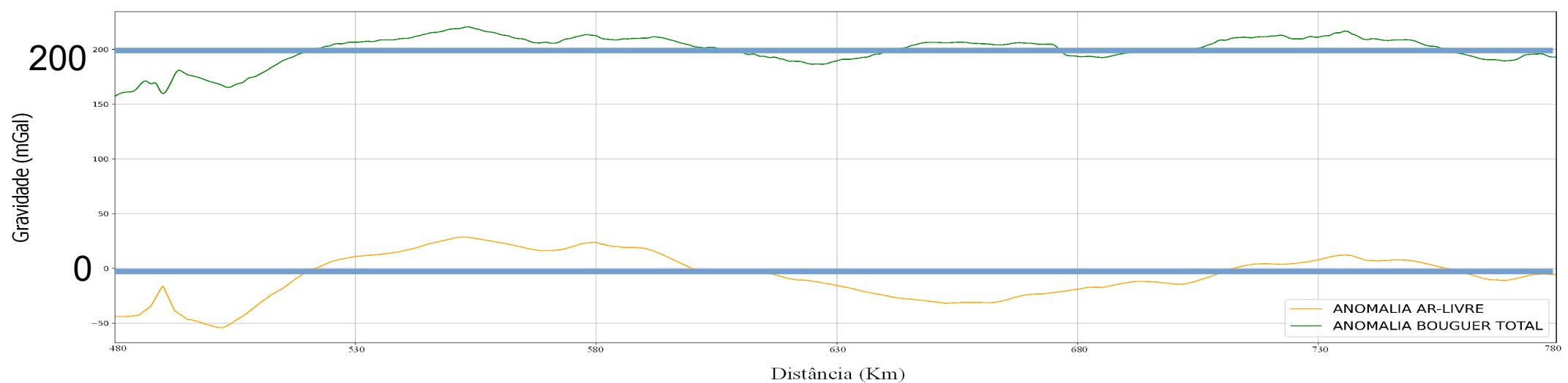
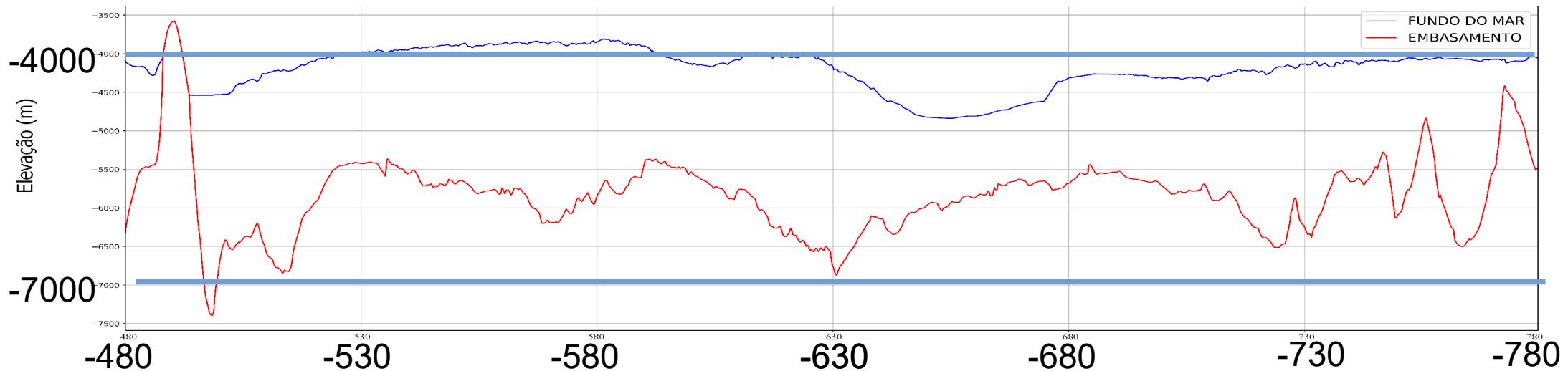
A
NW

Zona de
Fratura
Rio Grande

Elevação do Rio
Grande Oeste

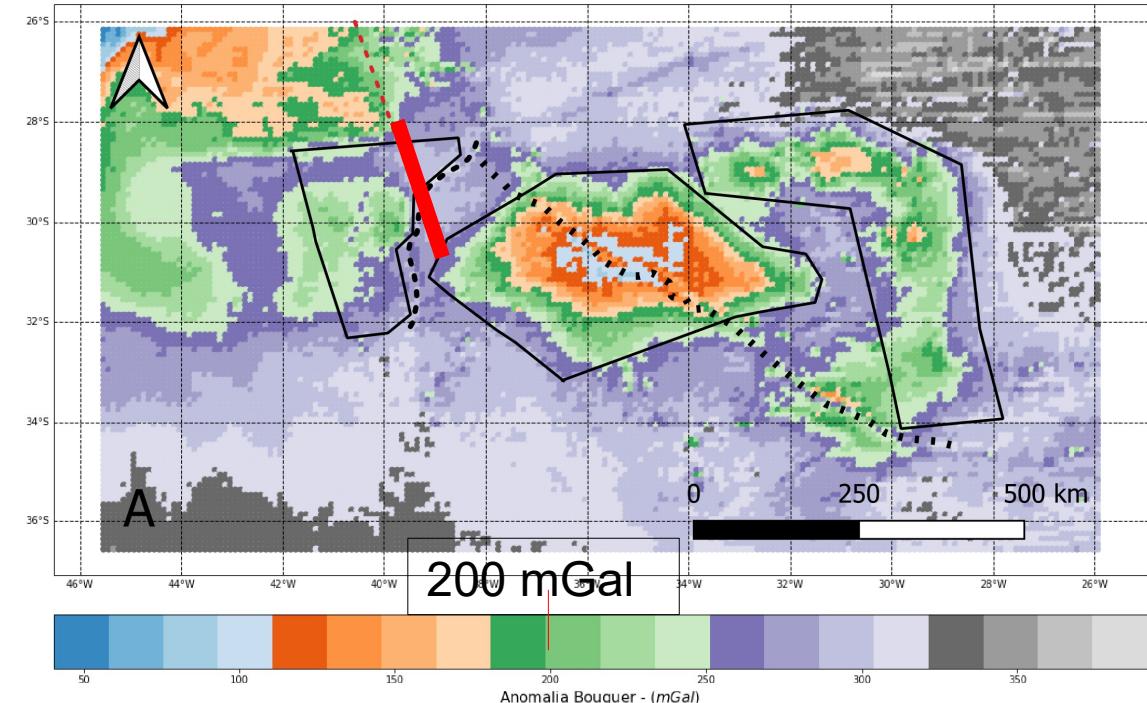
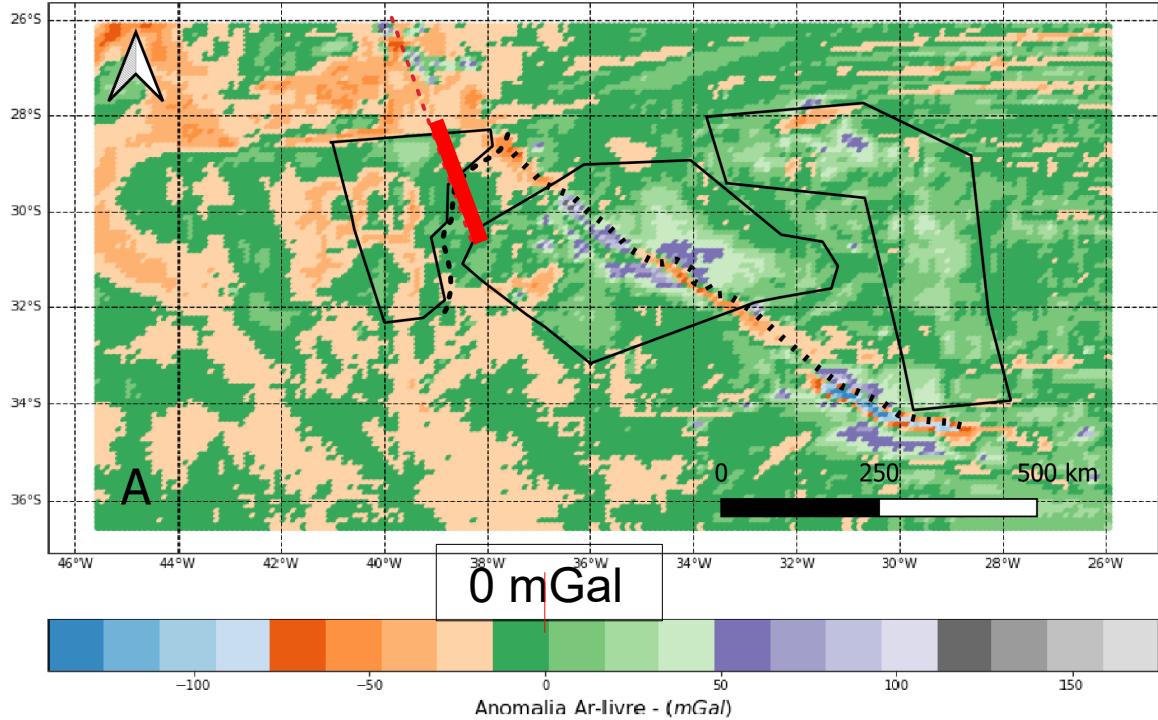
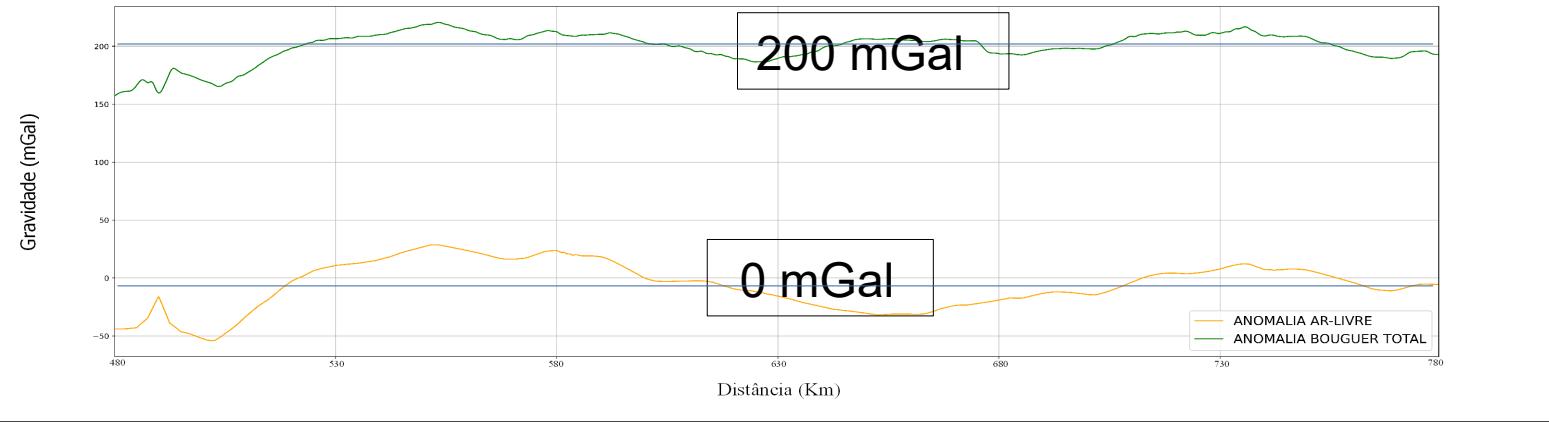
Canal de Vema

A'
SE



RESULTADOS E DISCUSSÕES

MGG X GRAV:



PROCESSO DE MODELAGEM:

- Foram criados 8 horizontes e
- Foram calculadas 41 estações de referência.

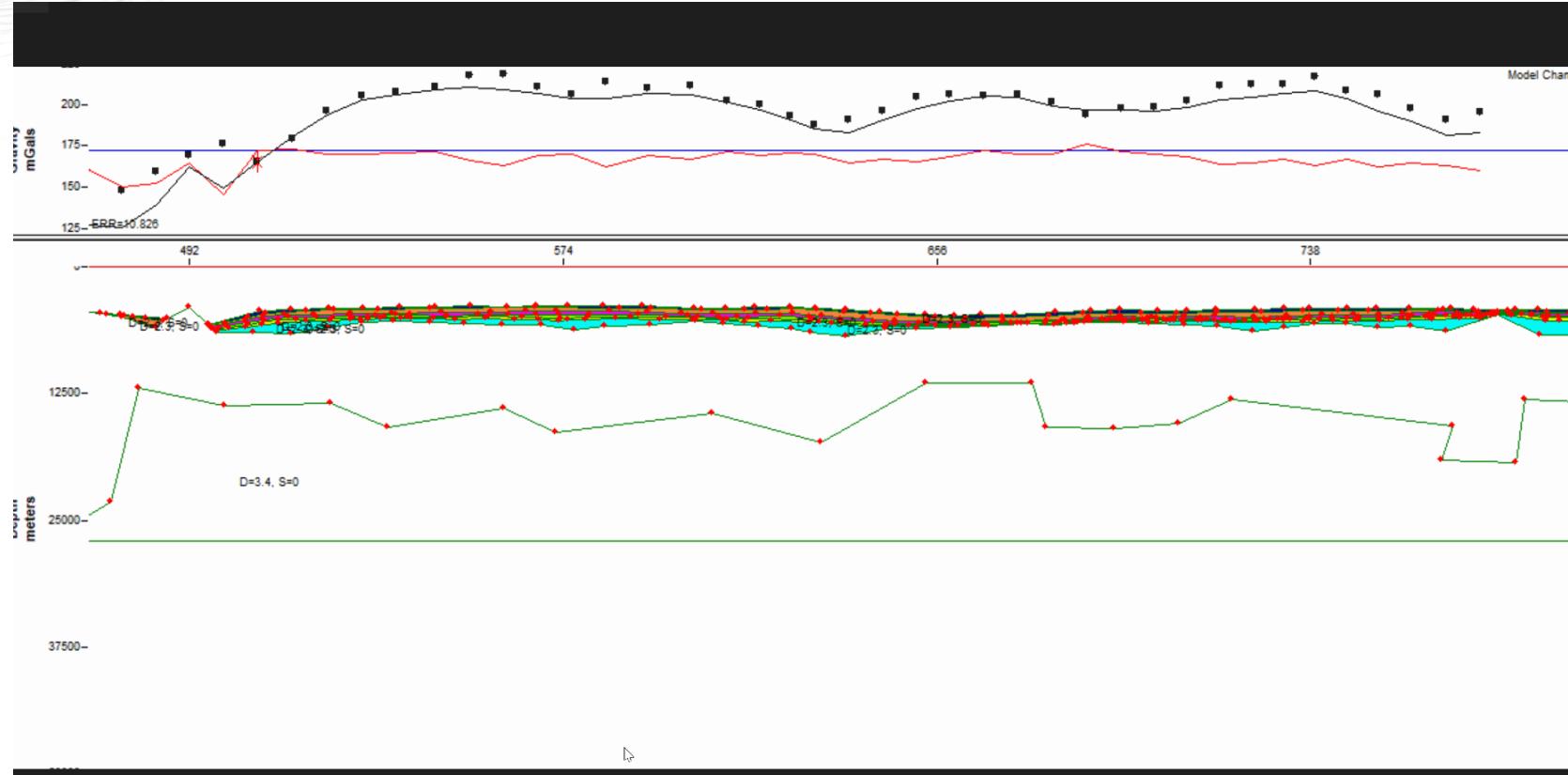


Figura 27 – Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MODELO 1

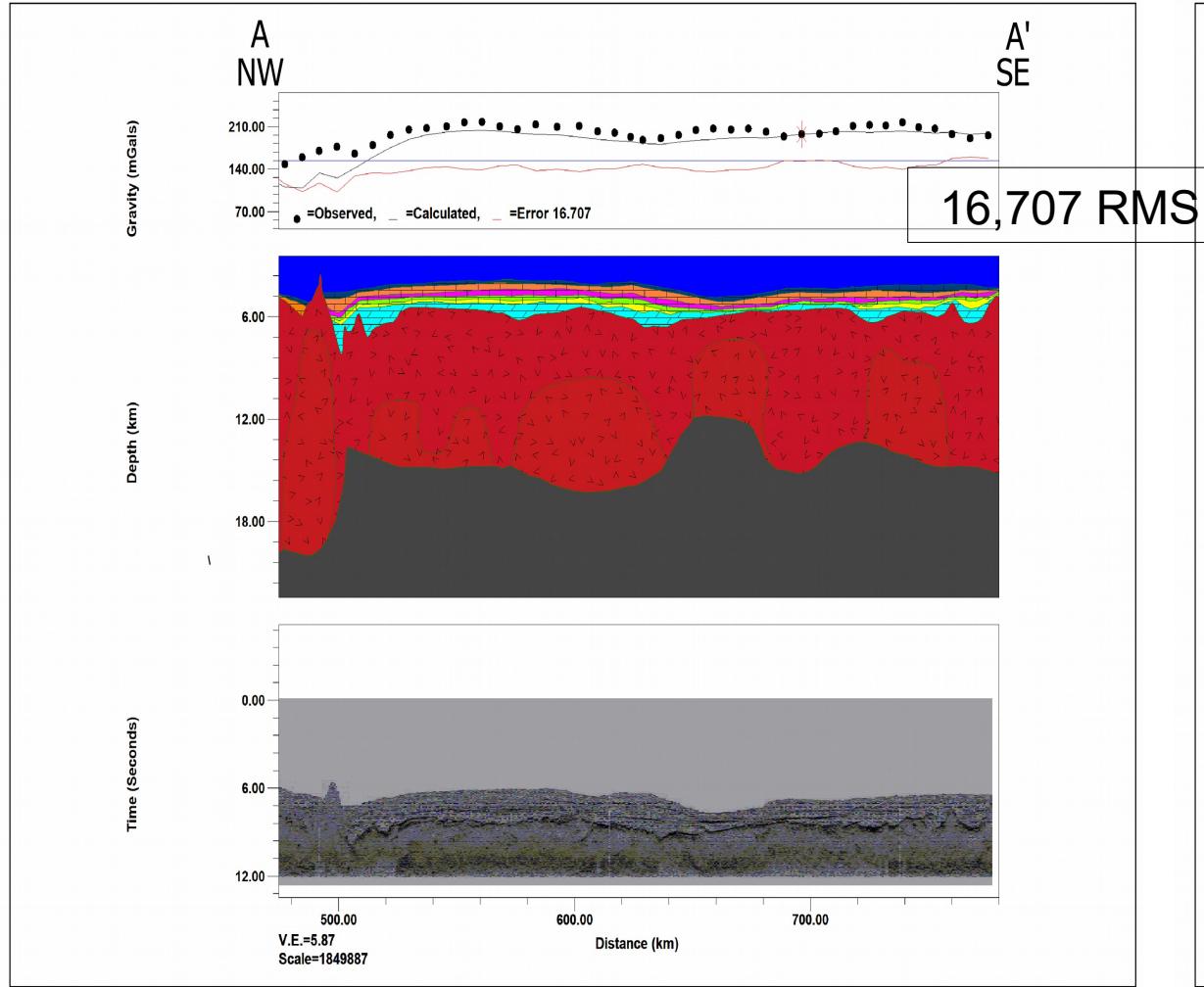


Figura 28 – Autor.

MODELO 2

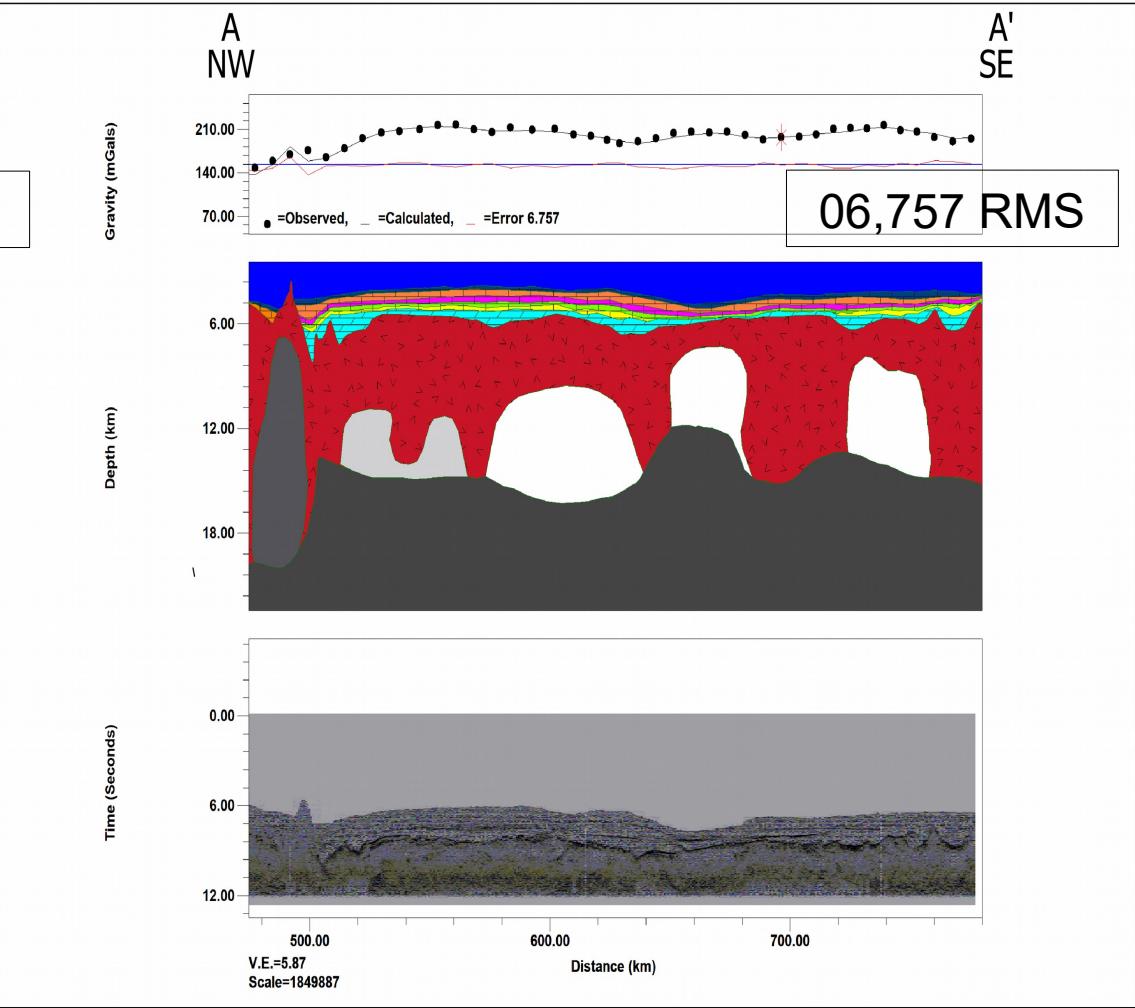


Figura 29 – Autor.

MODELO 2 INTERPRETADO:

A presença de cinco **corpos anômalos** no embasamento demonstram:

- 1) Embasamento complexo.
- 2) Manto superior soerguido.
- 3) Moho não comportada.

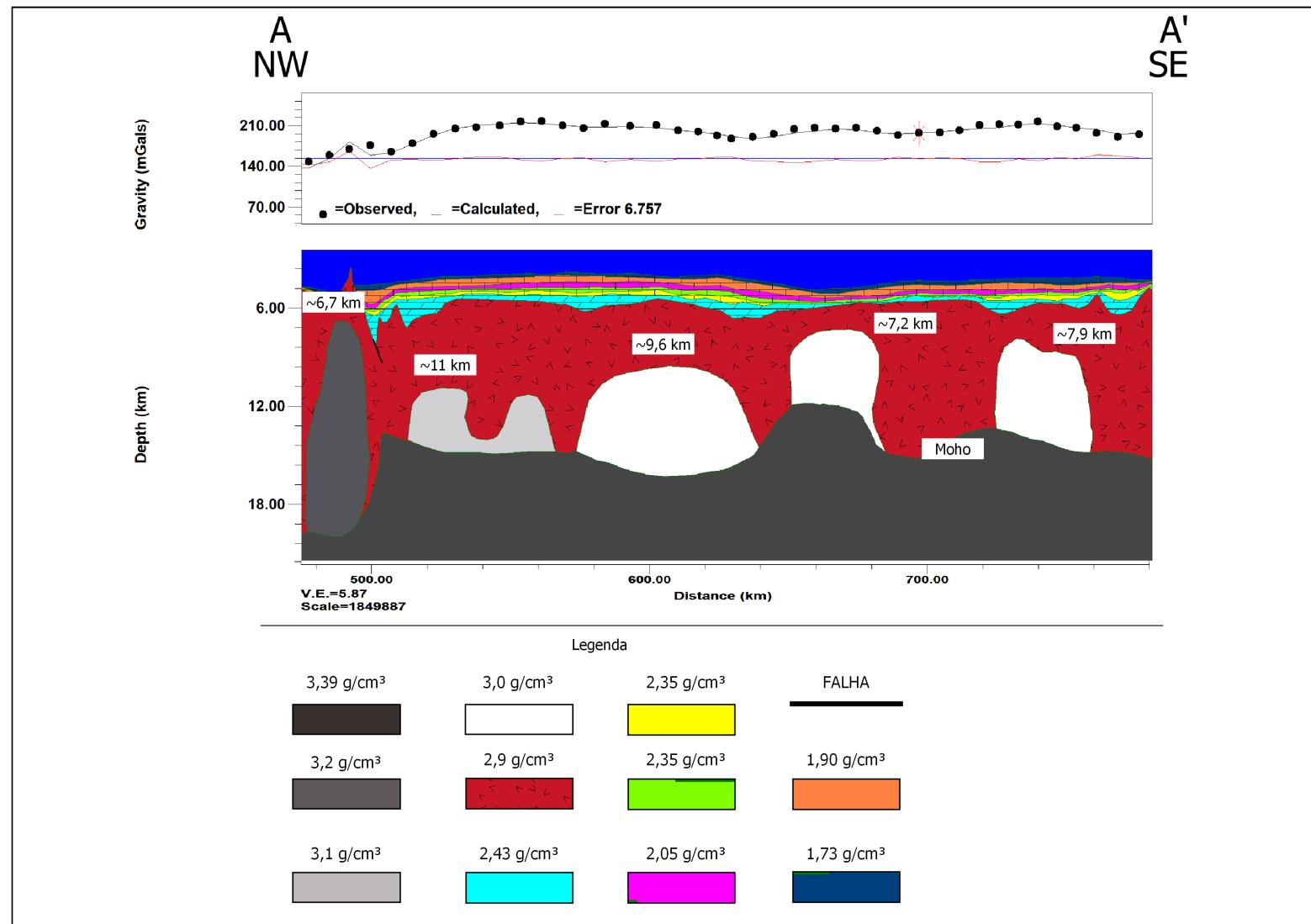
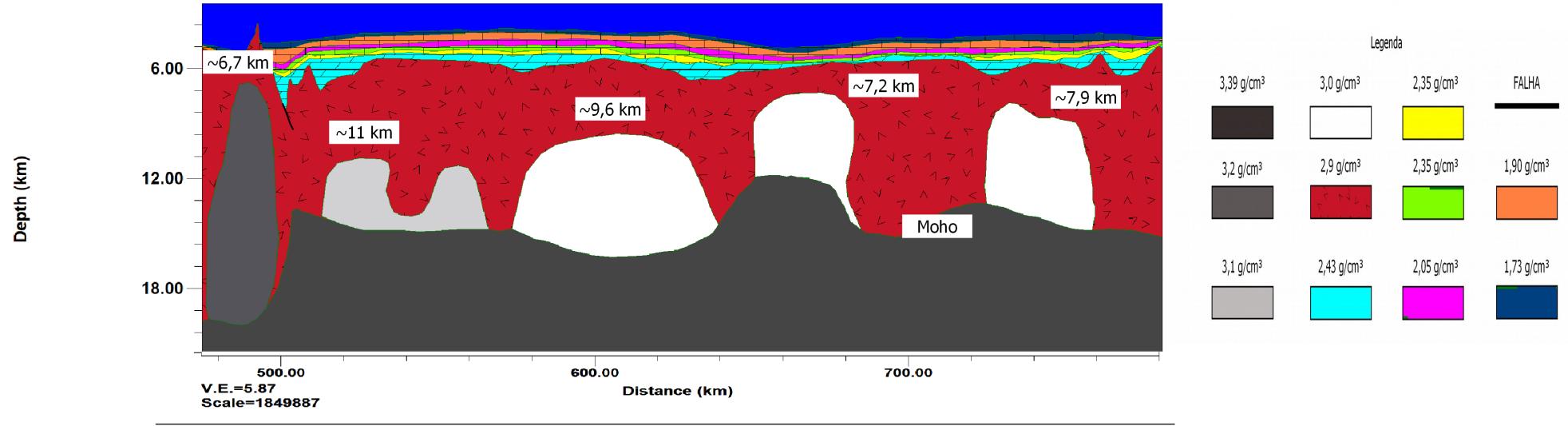


Figura 30 – Autor.



Segundo Anderson, 2016,
O manto pode apresentar
heterogeneidades que podem
causar alterações na sua
configuração.

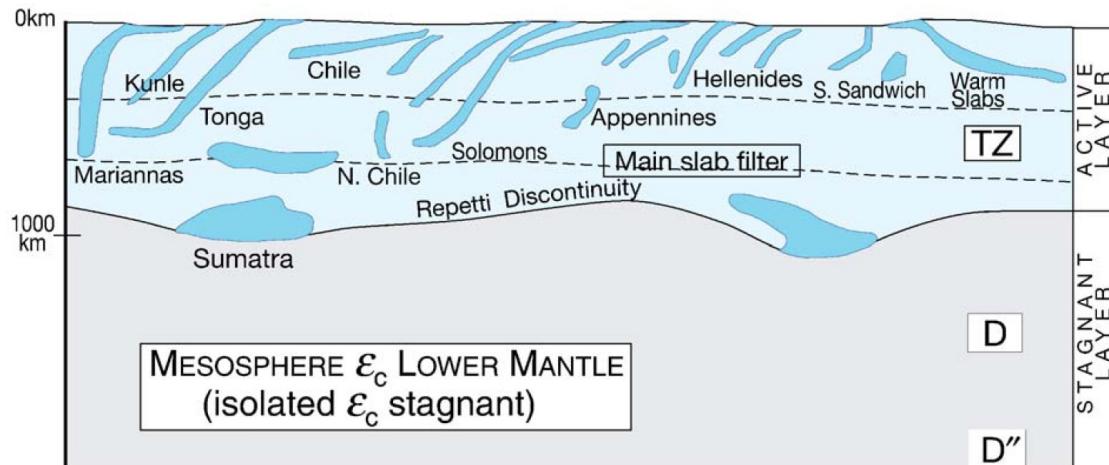


Figura 30 – ANDERSON, 2016

Linha na mesma região modelada por JECK, I. K. et al., 2020:

Demonstra que o embasamento da região carrega características de **crosta continental e crosta oceânica**.

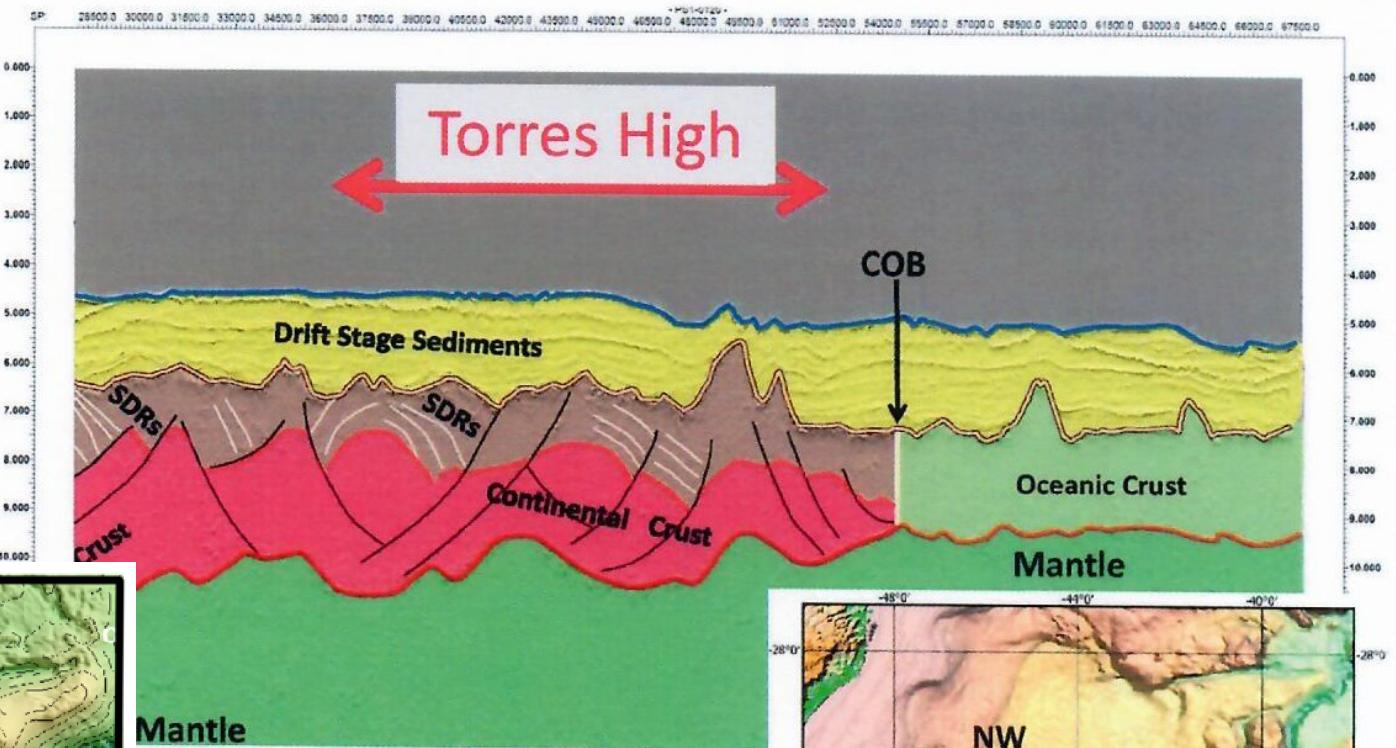
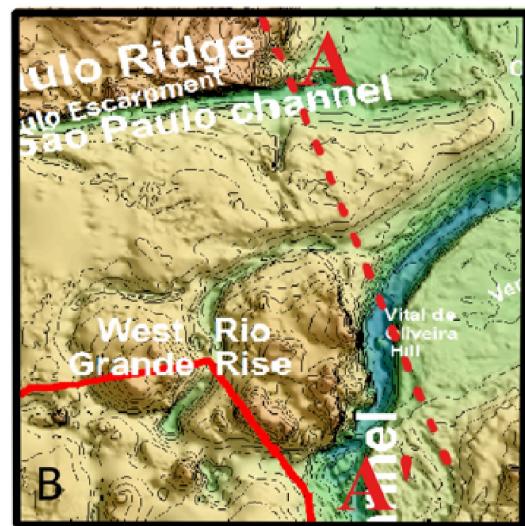
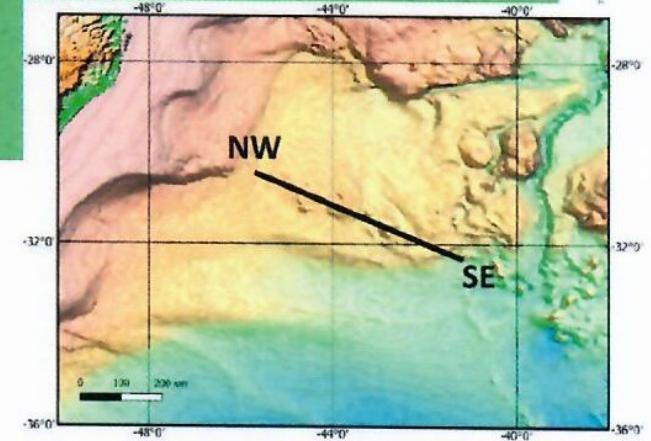


Figura 31 – JECK, I. K. et al., 2020



Pushcharovsky, Y. M. (2013), sugere a presença de **microcontinentes** no Atlântico.

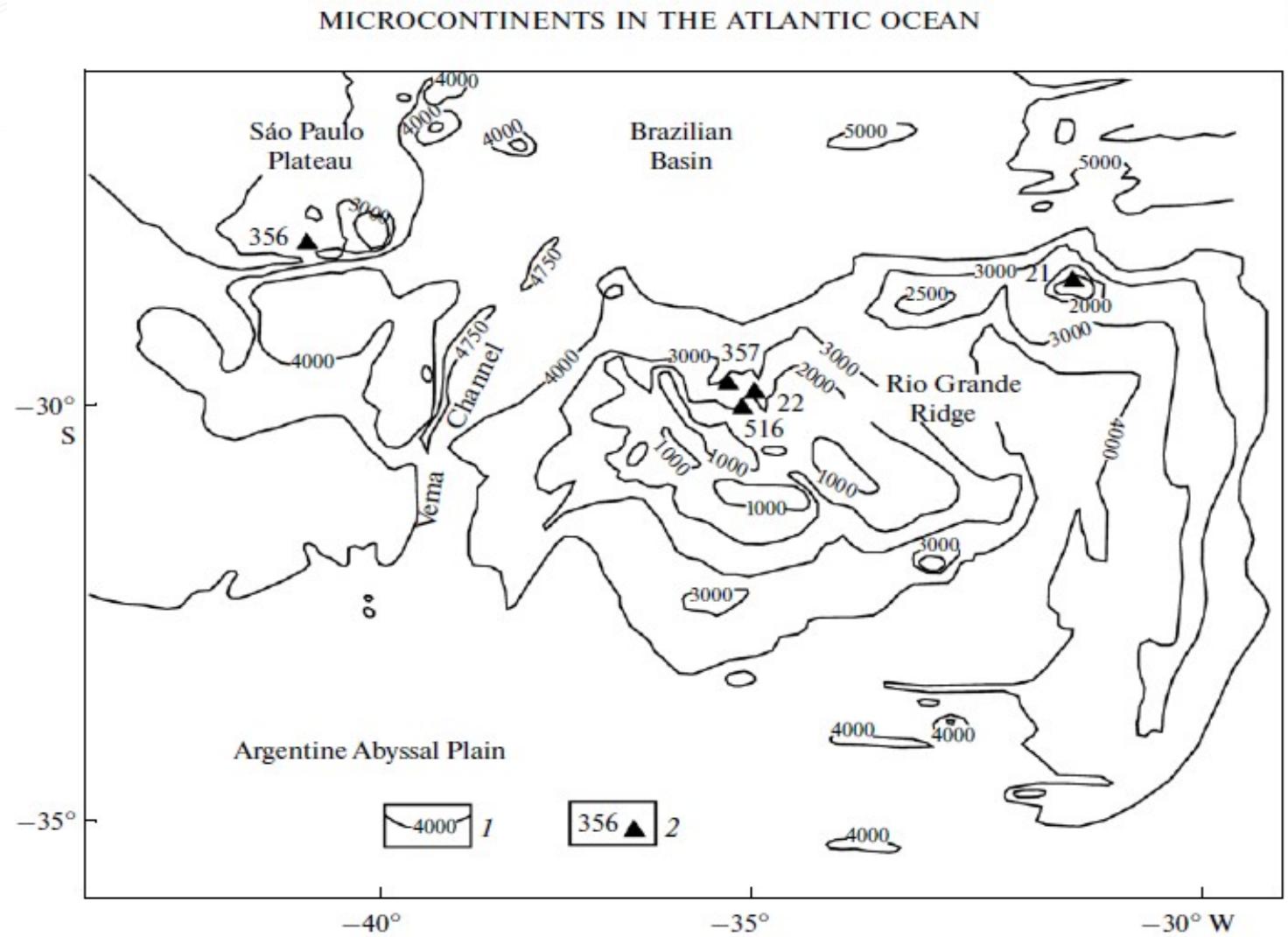
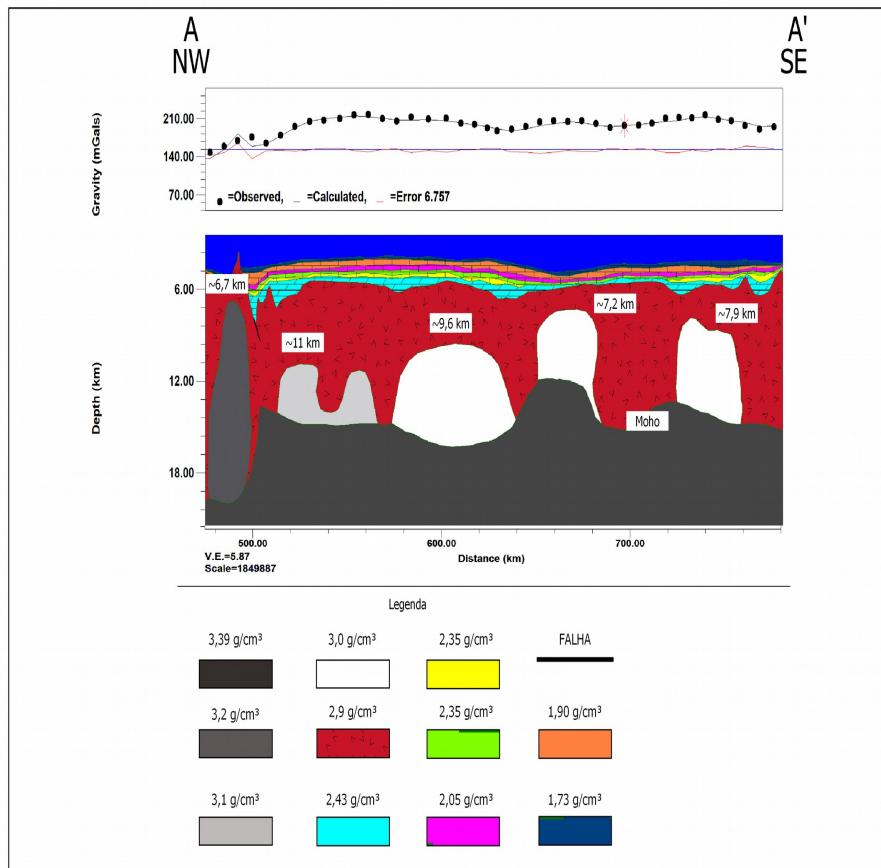


Figura 32 – Pushcharovsky, Y. M. 2013

- A Elevação do Rio Grande apresenta-se como a **maior feição fisiográfica do Atlântico do Sul**, região de interesse **estratégico e científico**.
- Com o objetivo de estudar a **natureza do embasamento da Elevação do Rio Grande Oeste** foi realizado um modelo 2d utilizando a técnica direta de modelagem gravimétrica.
- Esse **modelo** foi apoiado por **gravidade regional** de Modelo de Gravidade Global e **gravimetria local**.

- Foram construídos dois modelos utilizando esses critérios. Sendo o modelo 2d com o **menor erro** entre as **anomalias Bouguer observadas e calculadas** selecionado para **interpretação**.
- **O modelo interpretado** apresentou o embasamento não conformado e heterogêneo.
- **A gravidade por modelo** apresentou comportamento **semelhante** aos dados observados por **gravimetria**.

- **Dificuldade** de encontrar mapas descritivos da **geologia** da Elevação do Rio Grande apesar de alguns institutos de pesquisa já apresentarem estudos da região.
- **Propostas** para aprofundamento do tema: **Perfilagem geológica e geofísica** na Elevação do Rio Grande Oeste e adjacências. Modelagem direta e por inversão num **conjunto de linhas** na região.



Obrigado!



A

Link: Bibliografia e Laboratório