



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



Primeros esfuerzos para el establecimiento de IHRF en Brasil

Denizar Blitzkow^(1,2)

Ana Cristina Oliveira Cancoro de Matos ^(1,2)

Sonia Maria Alves Costa⁽³⁾

(1) Laboratório de Topografia e Geodesia (LTG-EPUSP)

(2) Centro de Estudos de Geodesia (CENEGEO)

(3) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Simposio SIRGAS 2018

Aguascalientes, México

9 y el 12 de octubre del 2018

INTRODUCCIÓN

- ✓ Para implementar el *International Height Reference Frame* (IHRF) en Brasil, el *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE) seleccionó 6 estaciones de la Red Brasileña de Monitoreo Continuo de los Sistemas GNSS (RBMC).
- ✓ Recientemente se han observado valores de gravedad absolutos con el gravímetro A-10/032 (3 estaciones); una atención similar se abordará en el futuro en las estaciones restantes. El gravímetro utilizado para las encuestas pertenece a *Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo* (IGC) y los esfuerzos para la recopilación de datos están siendo promovidos por *Centro de Estudos de Geodesia* (CENEGEO).

INTRODUCCIÓN

- ✓ Para el establecimiento del IHRF, el IBGE ha realizado una densificación de gravedad terrestre alrededor de las 6 estaciones desde 2017.
- ✓ Cinco estaciones ya están conectadas con la red de nivelación.
- ✓ El potencial perturbador se calculó mediante el método de Hotine utilizando el procedimiento de integración numérica.
- ✓ El modelo geopotencial GOCO05s ($n=m=200$ and 100) fue adoptado como un campo gravedad de referencia.

Gravedad terrestre (puntos rojos) y seis estaciones de RBMC.

Estaciones IHRF:

Fortaleza (CEFT)

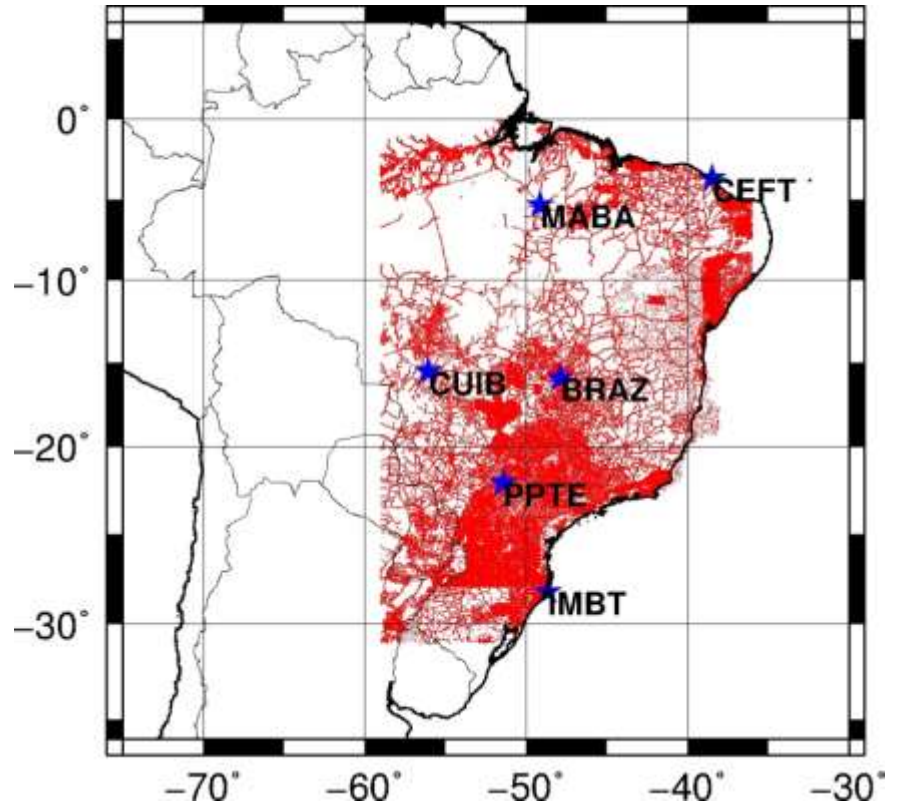
Marabá (MABA)

Cuiabá (CUIB)*

Brasília (BRAZ)*

Presidente Prudente (PPTE)*

Imbituba (IMBT)



* g absoluto

- ✓ Actualmente, un total de 385.649 puntos de los datos de gravedad se extienden en una región situada entre 0°S a 31°S en latitud y 59°W a 36°W en longitud.

DATOS USADOS

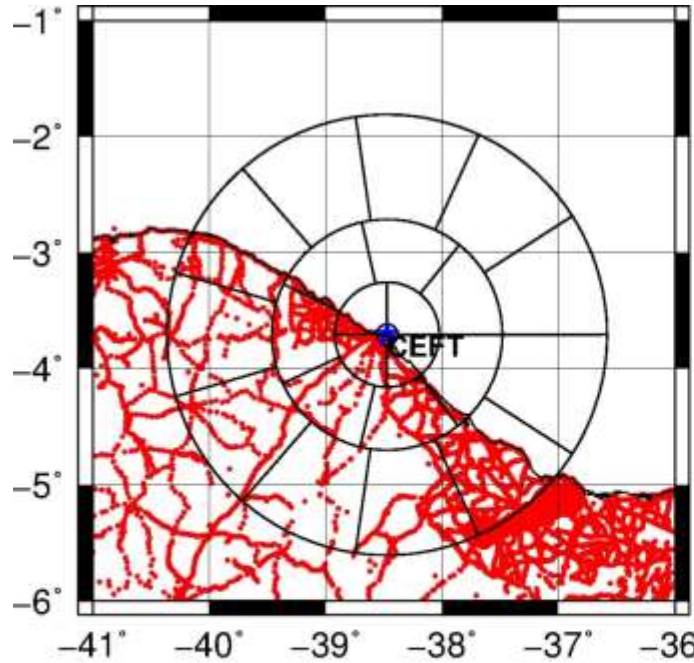
Datos de gravedad terrestre

La adquisición de la gravedad terrestre en la región en curso fue soportada por varias organizaciones, universidades e institutos de investigación, tales como:

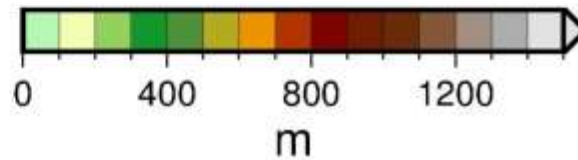
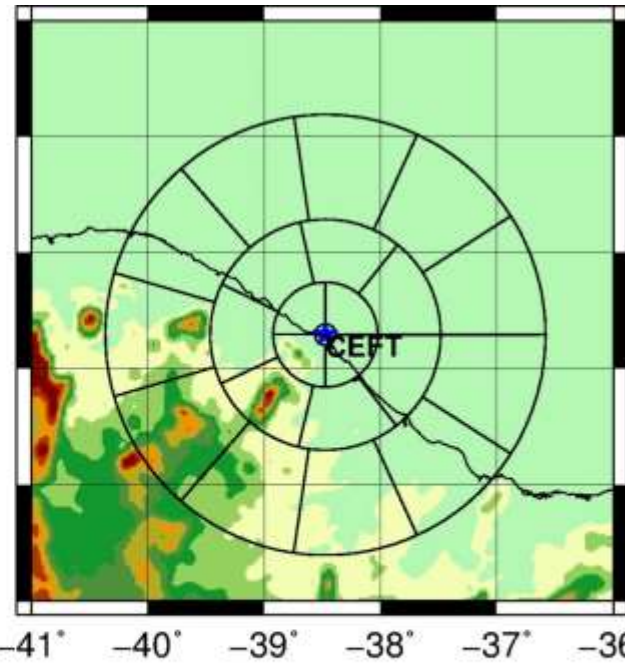
- ✓ *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);*
- ✓ *Laboratório de Topografia e Geodesia (LTG/EPUSP);*
- ✓ *Centro de Estudos de Geodesia (CENEGEO);*
- ✓ South America Gravity Studies (SAGS);
- ✓ National Observatory (ON);
- ✓ Petrobras;
- ✓ National Petroleum Agency (ANP);
- ✓ National Universities.

Fortaleza (CEFT)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



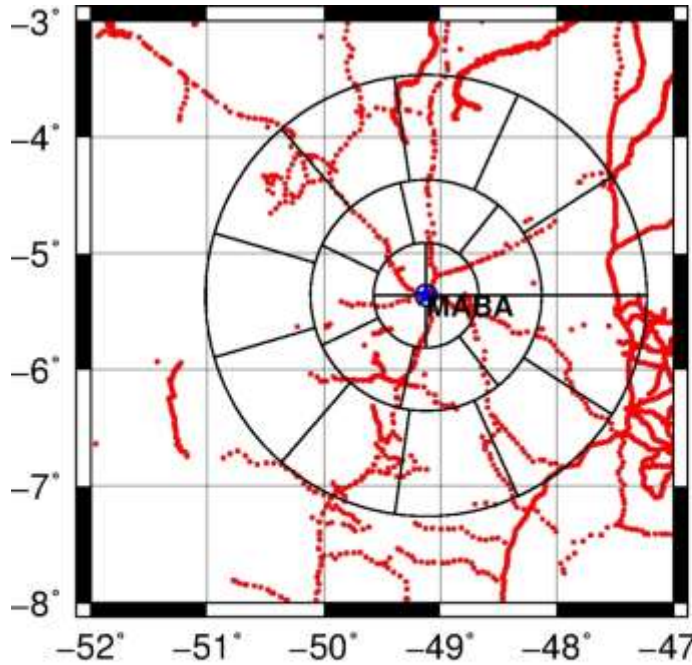
TOPOGRAFÍA



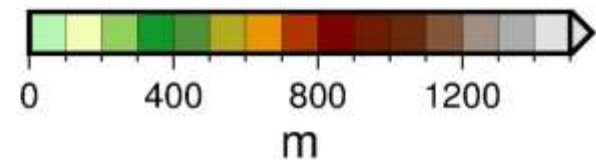
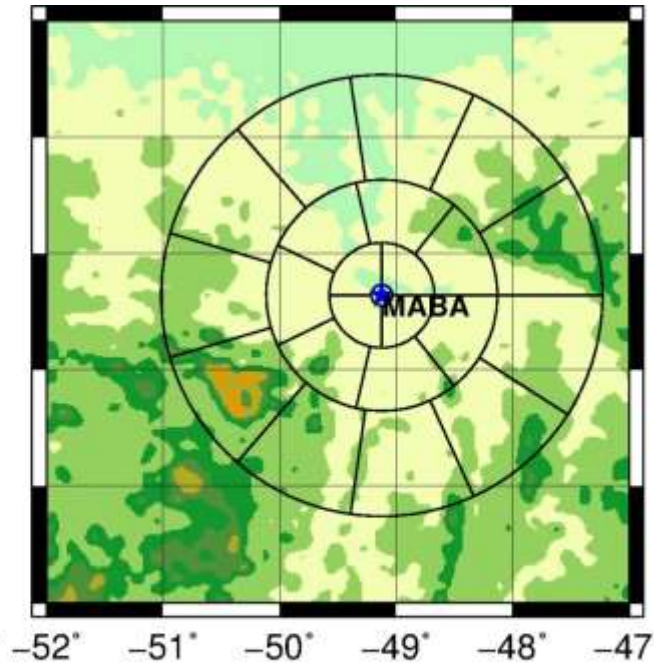
ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	18,00	39
	10 km a 50 km	26,49	571
	50 km a 110 km	49,33	1069
	110 km a 210 km	72,93	4397
TOTAL DE PUNTOS			6076

Marabá (MABA)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



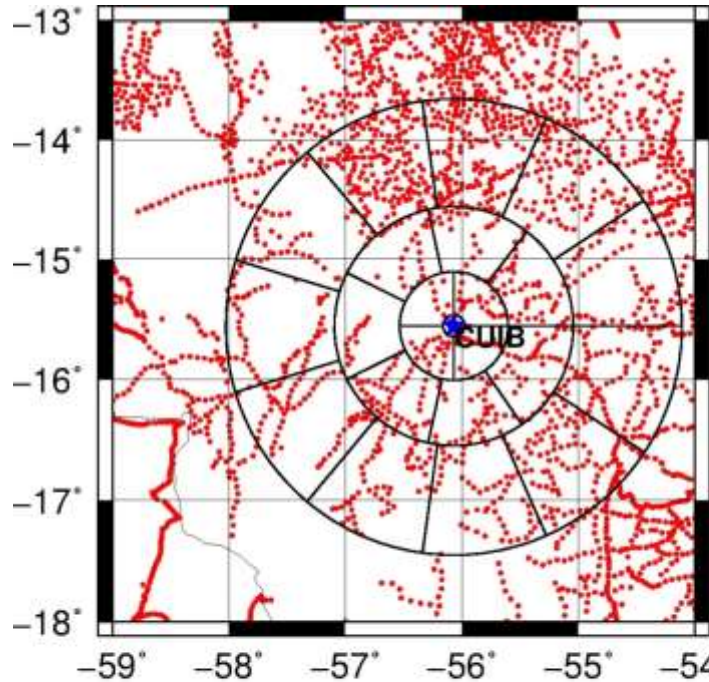
TOPOGRAFÍA



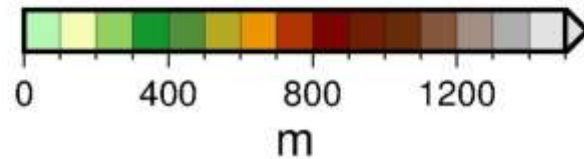
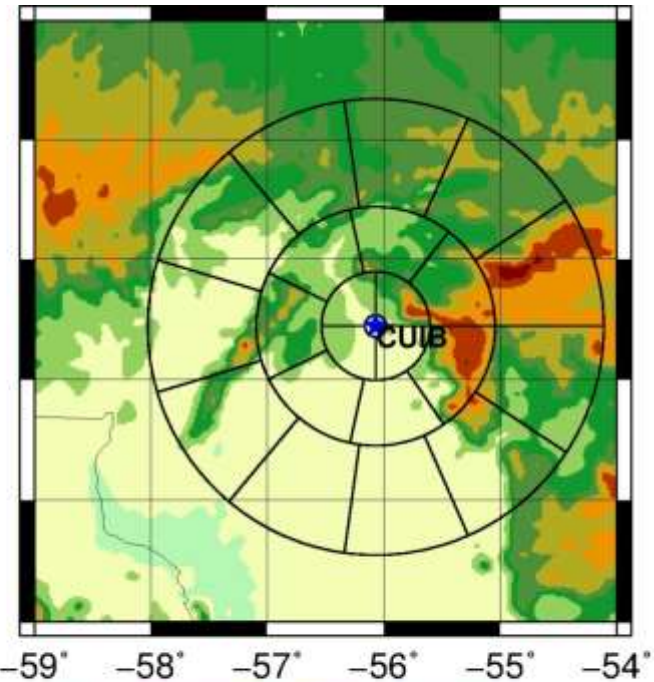
ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	107,36	18
	10 km a 50 km	116,85	109
	50 km a 110 km	155,31	192
	110 km a 210 km	151,91	1015
TOTAL DE PUNTOS			1334

Cuiabá (CUIB)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



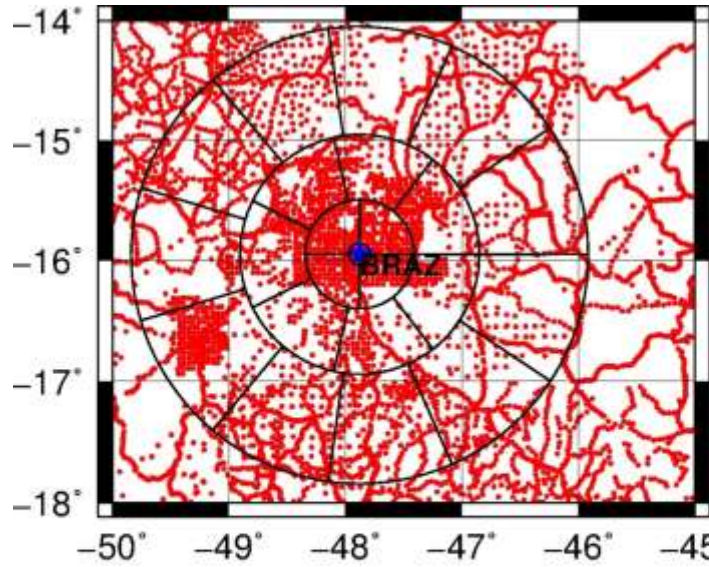
TOPOGRAFÍA



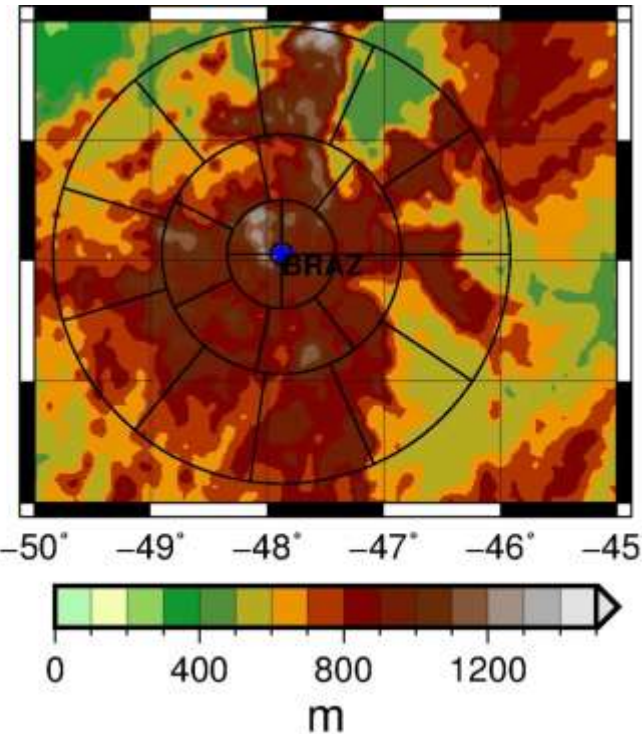
ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	172,61	8
	10 km a 50 km	274,64	69
	50 km a 110 km	324,03	236
	110 km a 210 km	361,45	974
TOTAL DE PUNTOS			1287

Brasília (BRAZ)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



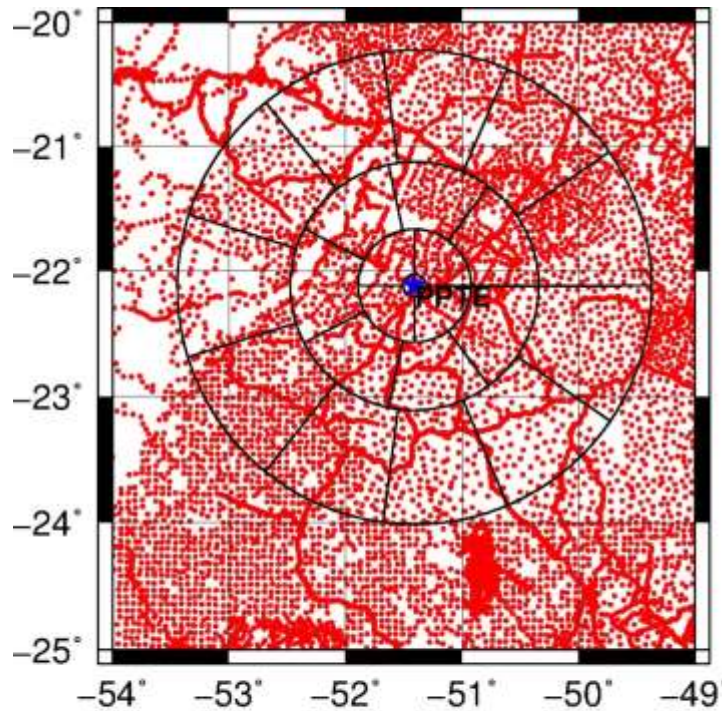
TOPOGRAFÍA



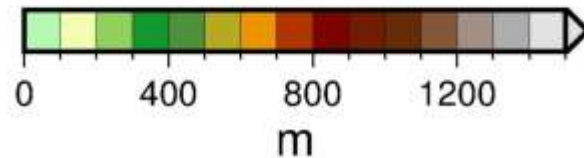
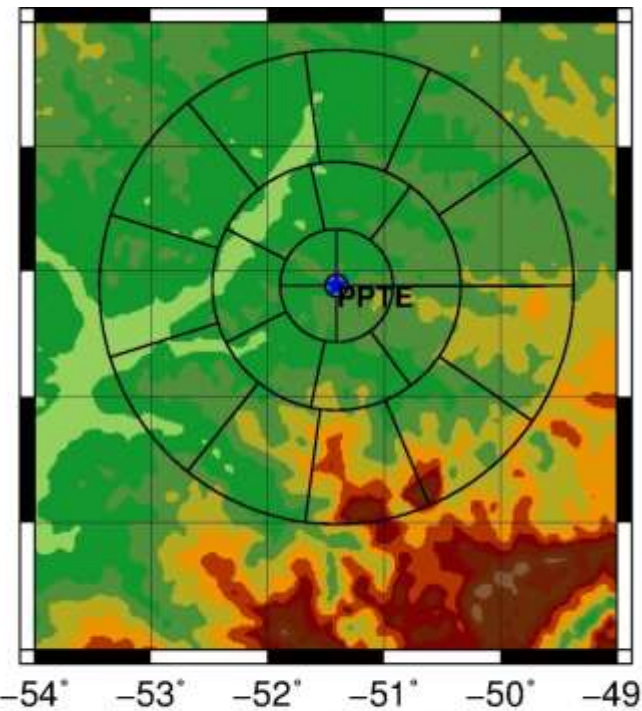
ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	1109,04	53
	10 km a 50 km	1023,14	440
	50 km a 110 km	899,38	872
	110 km a 210 km	721,75	2123
TOTAL DE PUNTOS			3488

Presidente Prudente (PPTE)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



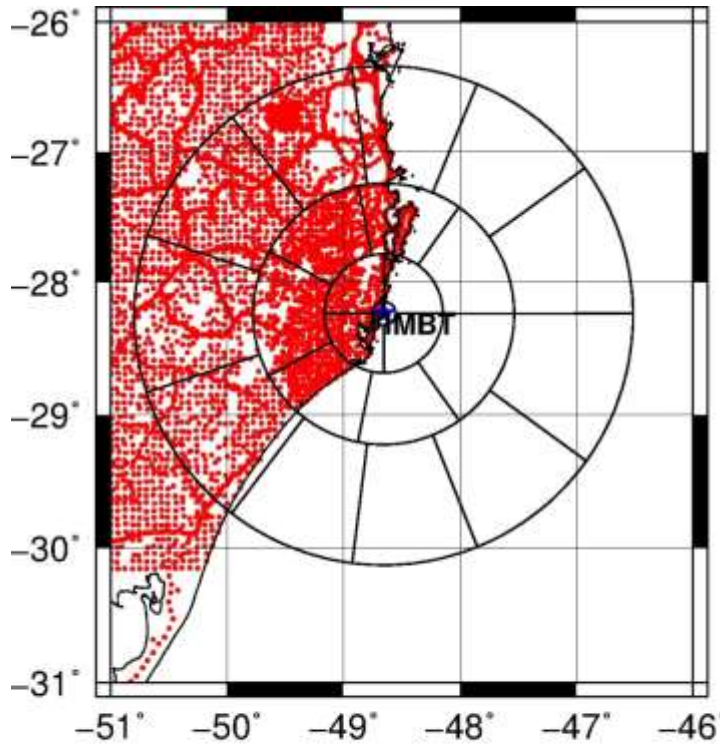
TOPOGRAFÍA



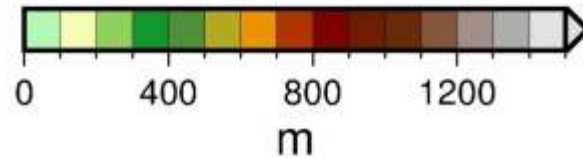
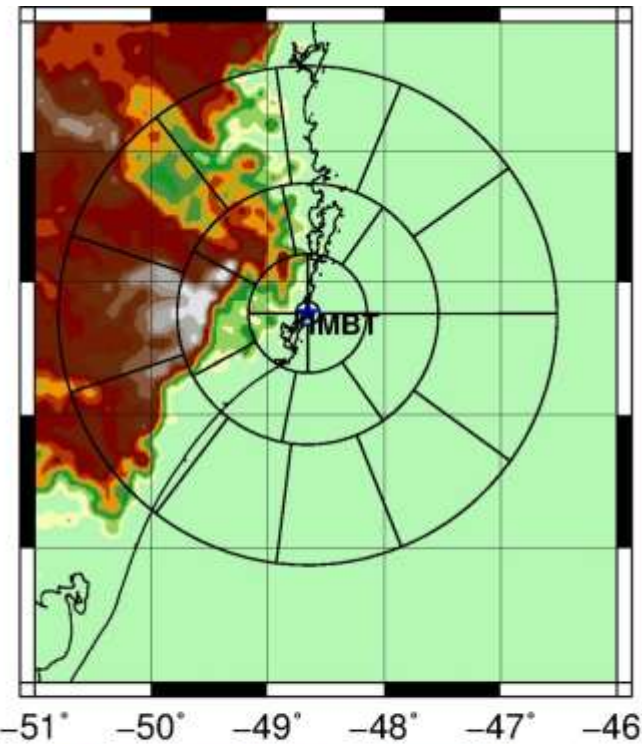
ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	445,67	59
	10 km a 50 km	433,56	418
	50 km a 110 km	408,85	1447
	110 km a 210 km	442,52	3903
TOTAL DE PUNTOS			5827

Imbituba (IMBT)

DISTRIBUCIÓN GRAVIMÉTRICA



TOPOGRAFÍA



ESTACIONES	DISTANCIA	H MEDIA	N. DE PUNTOS
CEFT	10 km	15,57	49
	10 km a 50 km	102,23	278
	50 km a 110 km	386,62	1038
	110 km a 210 km	590,64	2261
TOTAL DE PUNTOS			3626

DATOS USADOS

Modelo Geopotencial Global (MGG)

Se utilizan dos MGGs para la evaluación:

- ✓ **XGM16 (Pail et al., 2016)**: se usó para obtener la altura elispoidal en los datos de gravedad terrestre donde solo estaba disponible la altura ortométrica.
- ✓ **GOCO05s (Torsten Mayer-Guerr and the GOCO Team, 2015)**: proporcionó el componente de longitud de onda larga en la técnica de Remover/Restaurar bien conocida.

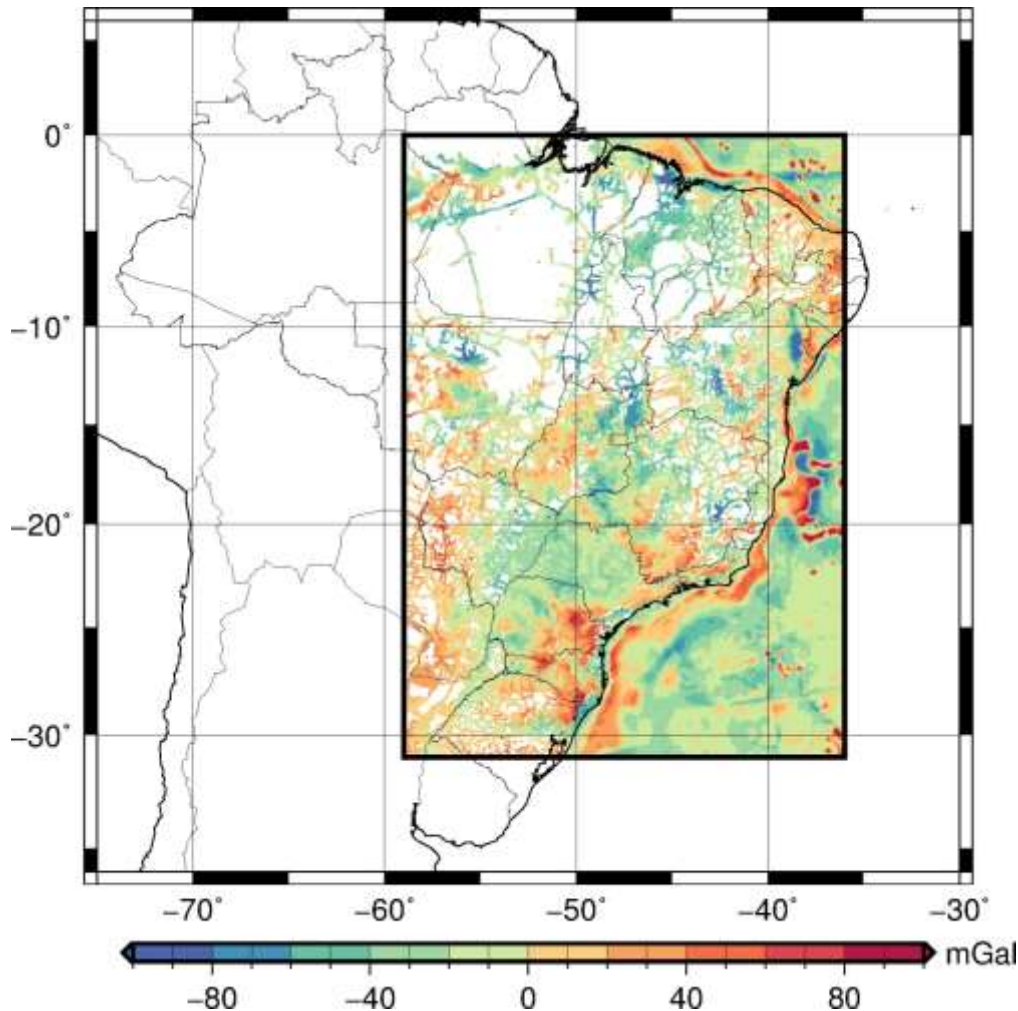
DATOS USADOS

ÁREA DEL OCÉANO

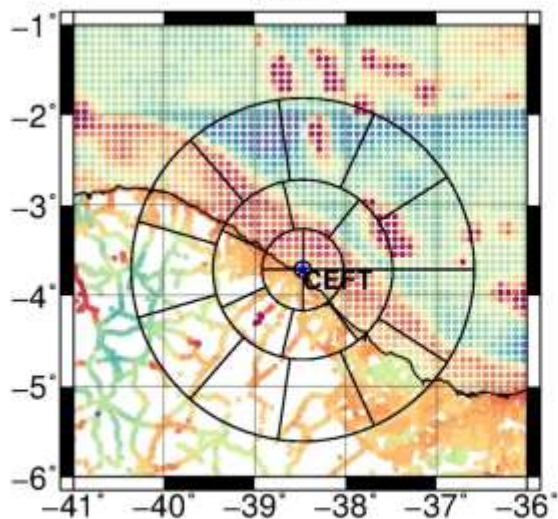
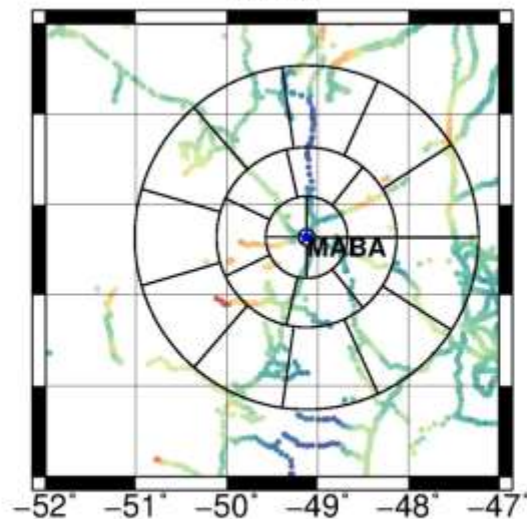
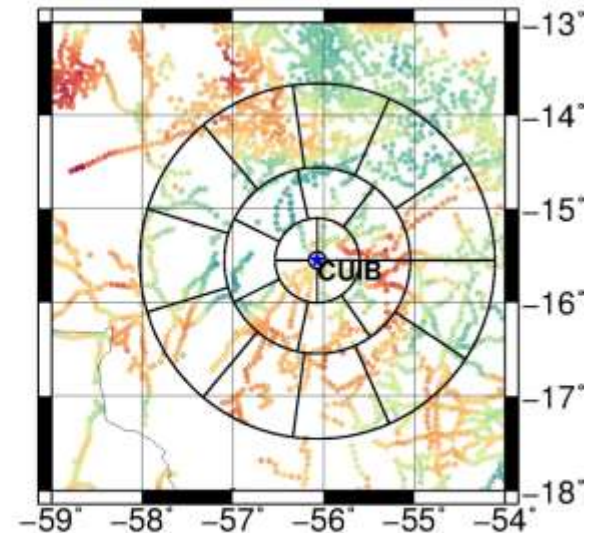
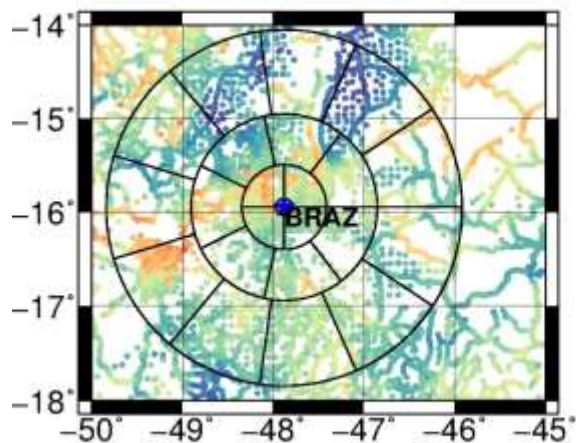
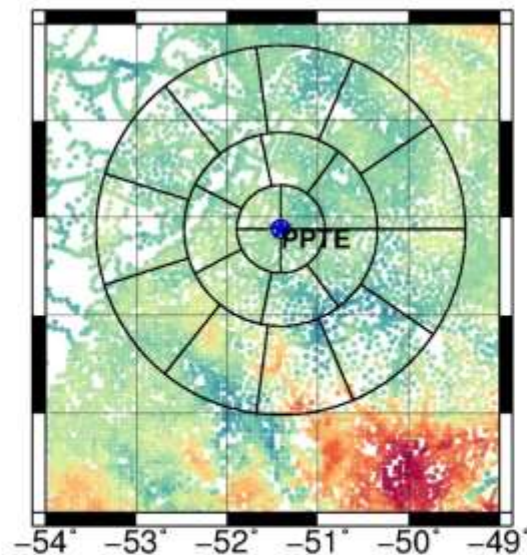
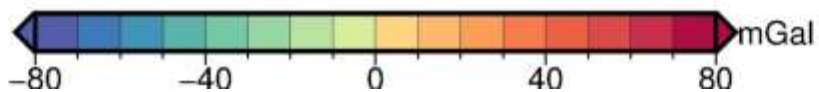
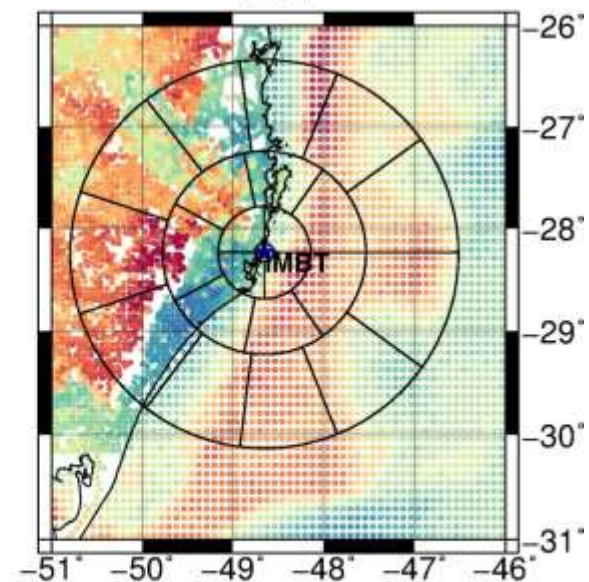
- ✓ Para completar la grilla en el área oceánica, se utilizó la grilla de anomalía de gravedad derivada de la altimetría satelital de resolución de 1 minuto de arco (versión 24.1) (Sandwell et al., 2014).
- ✓ Los datos de anomalías de aire libre generalmente tienen una precisión de aproximadamente 1,5 mGal en mar abierto.
- ✓ Cerca de la costa, el error estimado frecuentemente excede los 20 mGal.

METODOLOGÍA COMPUTACIONAL

- a. La perturbación de la gravedad se estimó en la superficie de la Tierra (g y la altura elipsoidal).

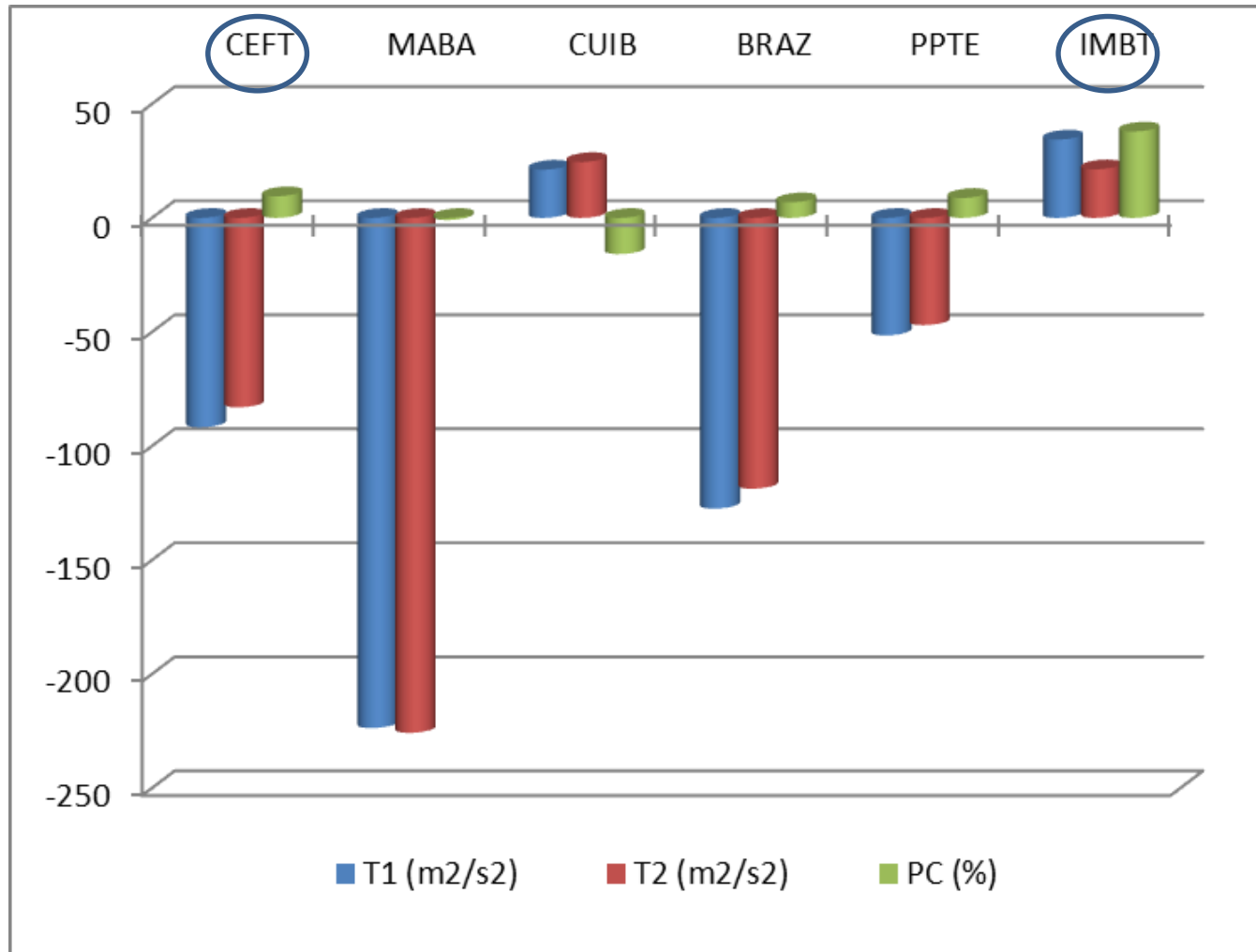


Perturbación de la gravedad en la grilla del océano es Sandwell et al. (2014).

CEFT**MABA****CUIB****PERTURBACIÓN DE LA GRAVEDAD****BRAZ****PPTE****IMBT**

- b. El componente de longitud de onda larga se eliminó de la perturbación de la gravedad. El modelo GOCO05s se ha utilizado con dos opciones, grado 100 y 200.
- c. Se obtuvo la grilla de 5' de la perturbación de la gravedad residual media (componente de longitud de onda corta).
- d. Se estimó la componente de longitud de onda corta del potencial perturbador de las 6 estaciones RBMC. La integral de Hotine se resolvió mediante integración numérica.
- e. Finalmente, el potencial perturbador se calculó sumando los componentes de longitud de onda corta y larga para las 6 estaciones RBMC. GOCO05s fue utilizado en grado 100 y 200.

Histograma del potencial perturbador (m^2/s^2) derivado del grado 100 ($T1$) y 200 ($T2$) y cambio porcentual (PC) de las 6 estaciones RBMC.



Las estaciones de CEFT e IMBT están ubicadas en la costa.

RESULTADO DEL POTENCIAL PERTURBADOR

Estaciones RBMC	LONGITUDE	LATITUDE	$T1$ (m ² /s ²)	$T2$ (m ² /s ²)	$T1-T2$	PC (%)
CEFT	-38,472918	-3,71081	-91,772	-83,048	-8,724	9,51
MABA	-49,122298	-5,36238	-223,684	-225,772	2,088	-0,93
CUIB	-56,069867	-15,5553	21,164	24,516	-3,351	-15,84
BRAZ	-47,877869	-15,9475	-127,447	-118,732	-8,715	6,84
PPTTE	-51,408534	-22,1199	-51,515	-46,982	-4,534	8,8
IMBT	-48,655721	-28,2348	34,349	21,331	13,018	37,9
Media					-1,703	
Desviacion estandar					8,250	
MAX DIF +					13,018	
MAX DIF -					-8,724	

CONCLUSIONES

- ✓ La idea principal de este estudio fue observar la distribución hasta 210 km y la calidad de los puntos gravimétricos, así como el MGG es representativo alrededor de las 6 estaciones de IHRF.
- ✓ Fue utilizado el MGG GOCO05s de grado 100 y 200 para remover y restaurar los componentes de longitud de onda larga.
- ✓ El potencial perturbador debería dar resultados similares .

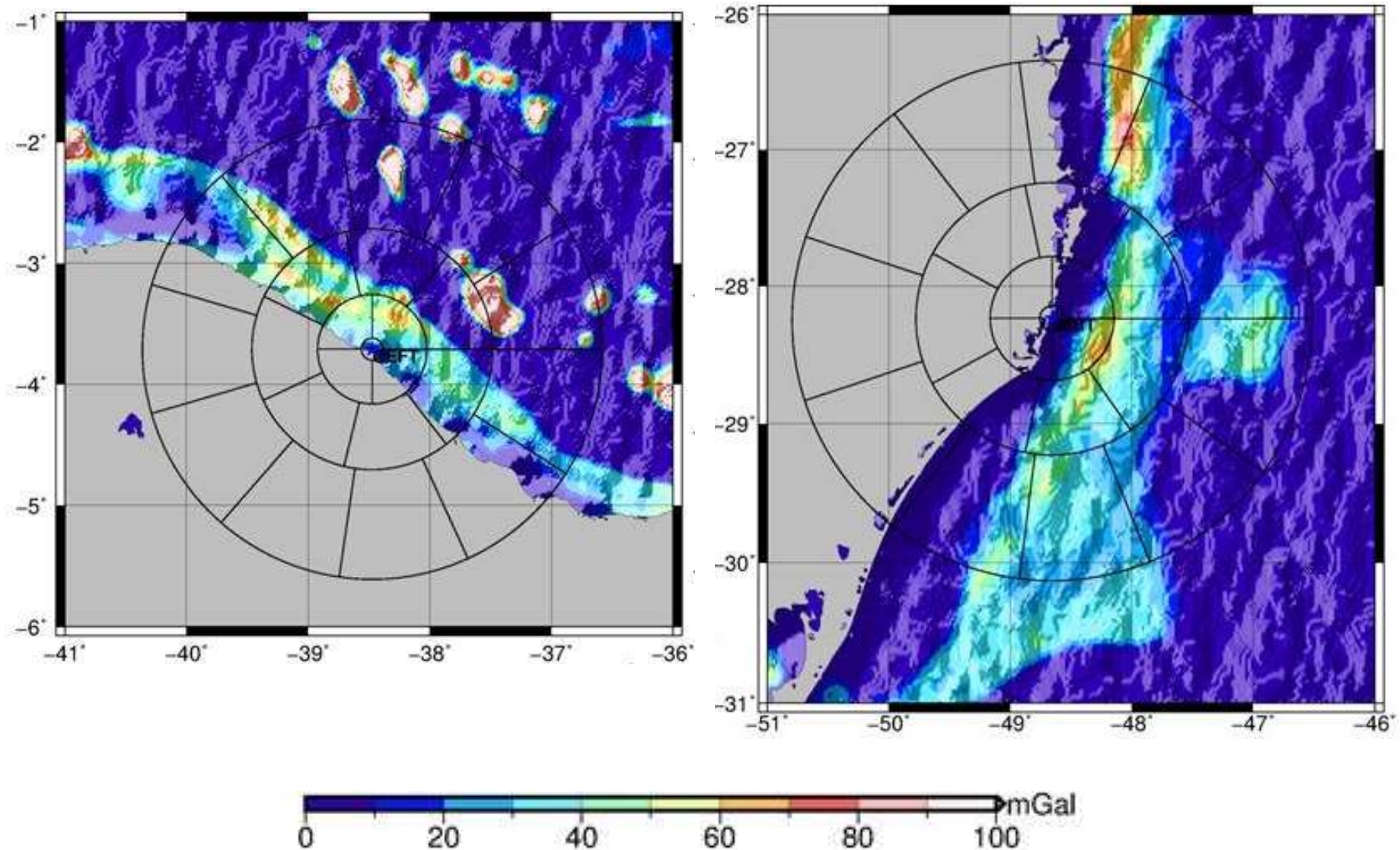
CONCLUSIONES

- ✓ Comparando la diferencia y el cambio porcentual entre $T1$ y $T2$, se verifica que la única estación que presentó un excelente cambio porcentual fue el MABA.
- ✓ Pero los datos de gravedad alrededor de la estación MABA presentan muchos vacíos y la topografía es suave.

CONCLUSIONES

- ✓ Las estaciones de CEFT e IMBT están ubicadas en la costa. Están muy influenciados por el modelo de altimetría satelital adoptado.
- ✓ Vignudelli et al. (2011) explicaron que los errores más grandes en la costa del modelo de altimetría satelital se deben a observaciones altimétricas no confiables que se han utilizado para determinar las anomalías gravimétricas.
- ✓ Lo ideal sería utilizar datos de aerogravimetría en la zona costera, pero no ha sido hecho.

Estimaciones de error de gravedad para Sandwell et al. (2014) alrededor de CEFT y IMBT



CONCLUSIONES

- ✓ La estación IMBT también muestra el peor cambio porcentual, porque tiene las mayores variaciones en la topografía con respecto a las otras estaciones y la perturbación de la gravedad también es variable en la región. Pero esta estación está ubicada en el Datum Vertical del Sistema Geodésico Brasileño (SGB), comúnmente llamado Datum Imbituba. Por lo tanto, será muy importante calcular el potencial perturbador con gran precisión en esta estación.

Gracias por su atención