



EPUSP

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



Primeros esfuerzos para el establecimiento del IHRF en Brasil

D. Blitzkow

A. C. O. C. de Matos

S. M. A. Costa

Laboratório de Topografia e Geodesia, Escola Politécnica,
Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

Centro de Estudos de Geodesia (CENEGEO), Brasil.
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Brasil

Simposio SIRGAS 2017
27 al 30 de noviembre
Mendoza - Argentina

Resumen

1. Estado actual de la distribución gravimétrica de las futuras estaciones IHRF;
2. Calculo preliminar del potencial perturbador.

El trabajo coordinado por el *GGOS Focus Area Unified Height System* pretende establecer una referencia vertical unificada global.

Con este fin, la Resolución IAG nº 1, divulgada durante la Asamblea General de la IUGG 2015, describe las cinco convenciones para la definición del *International Height Reference System (IHRIS)*.

Para el establecimiento de las mismas se hace necesario la implantación del *International Height Reference Frame (IHRF)*.

El mismo resultará en un conjunto de estaciones con sus números geopotenciales calculados, esto es, el conocimiento de la diferencia entre el valor potencial de gravedad W_p de estas estaciones y el valor de potencial de gravedad

$$W_0 (62.636.853,4 \text{ m}^2\text{s}^{-2})$$

de la superficie de referencia vertical.

Estas estaciones necesitan tener un vector de coordenadas $\mathbf{X}(P)(X_p, Y_p, Z_p)$ y el potencial de gravedad $W(P)$ (el número del geopotencial $C(P)$), sobre la superficie física, altamente preciso ($C(P) \sim 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$). Debido a esta necesidad, se hace inevitable el estudio de las variaciones temporales de estas estaciones, o sea, $\dot{\mathbf{X}}(P)$, $\dot{W}(P)$ (o $\dot{C}(P)$).

Con el objetivo de la implantación de las mismas en Brasil, el *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE) ha seleccionado 6 estaciones de la *Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS* (RBMC) bien distribuidas en el territorio nacional, siendo ellas en las ciudades de:

- ✓ Brasilia (BRAZ), Distrito Federal;
- ✓ Fortaleza (CEFT), en el Estado de Ceará;
- ✓ Cuiabá (CUIB), en el Estado Mato Grosso;
- ✓ Imbituba (IMBT), en el Estado de Santa Catarina;
- ✓ Marabá (MABA), en el Estado de Pará;
- ✓ Presidente Prudente (PPTE), en el Estado de São Paulo.

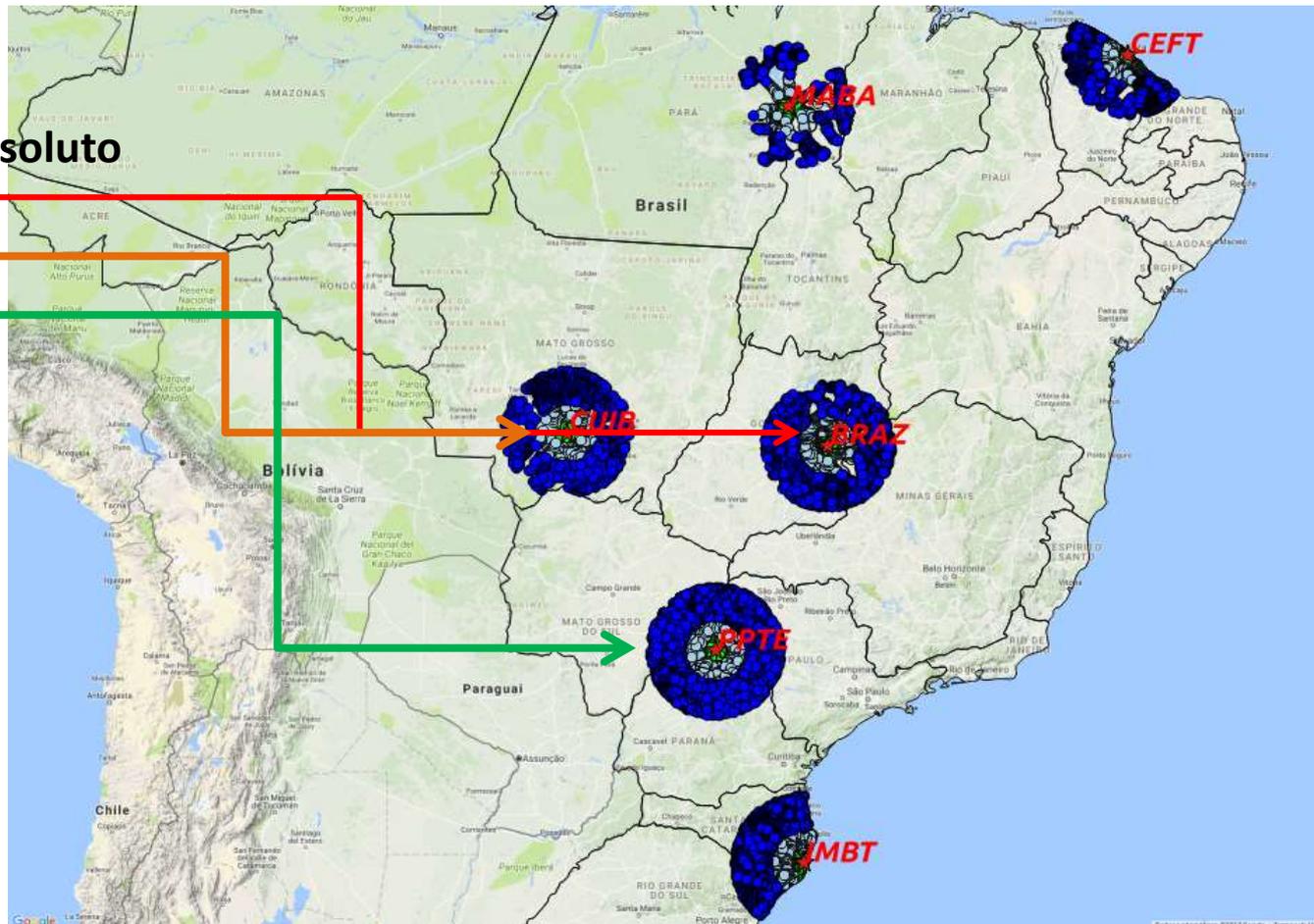
Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) - IHRF

Valor g absoluto

BRAZ

CUIB

PPTE



Requisitos sobre los datos de gravedad terrestre

Puntos de gravedad distribuidos homogéneamente alrededor de las estaciones de referencia IHRF hasta 210 km ($\sim 2^\circ$).

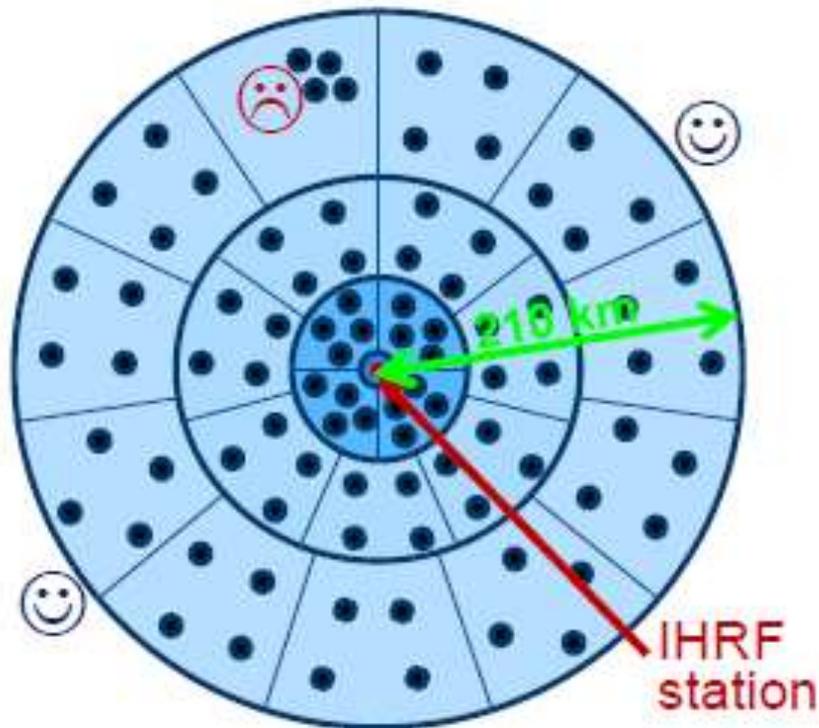
- ✓ Los datos de gravedad pueden existir o tienen que ser observados.
- ✓ Precisión mínima de los valores de gravedad: $\pm 20 \mu\text{Gal}$.
¡ Lo posible y realista es $50 \mu\text{Gal}$!
- ✓ Posiciones de punto de gravedad con GPS.
- ✓ En las zonas de montaña $\sim 50\%$ más de puntos de gravedad.
- ✓ Se deben agregar incertidumbres de MGG y MDT.

Towards a first realization of the International Height Reference System (IHRF)

Laura Sánchez, Johannes Ihde, Roland Pail, Thomas Gruber, Riccardo Barzaghi, Urs Marti, Jonas Ågren, Michael Sideris, Pavel Novák

European Geosciences Union General Assembly 2017

Vienna, Austria. April 25, 2017

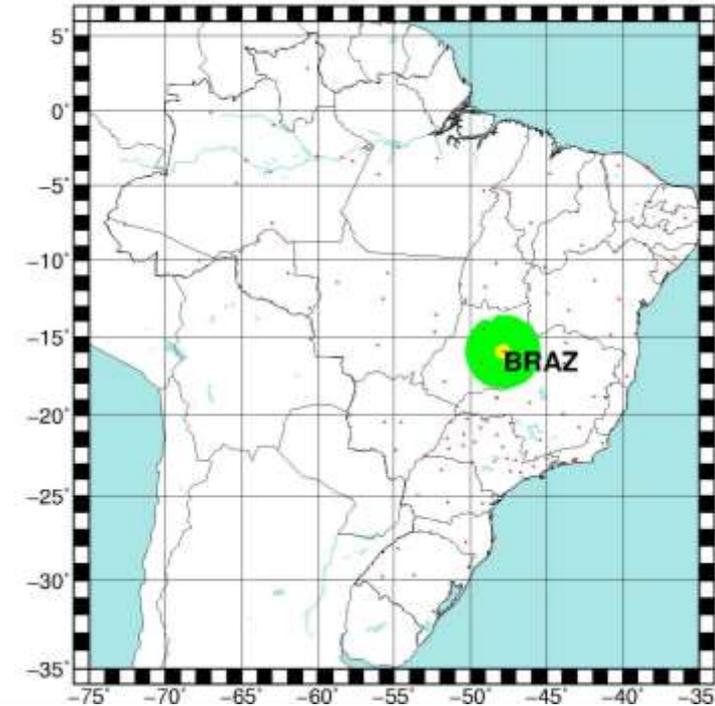
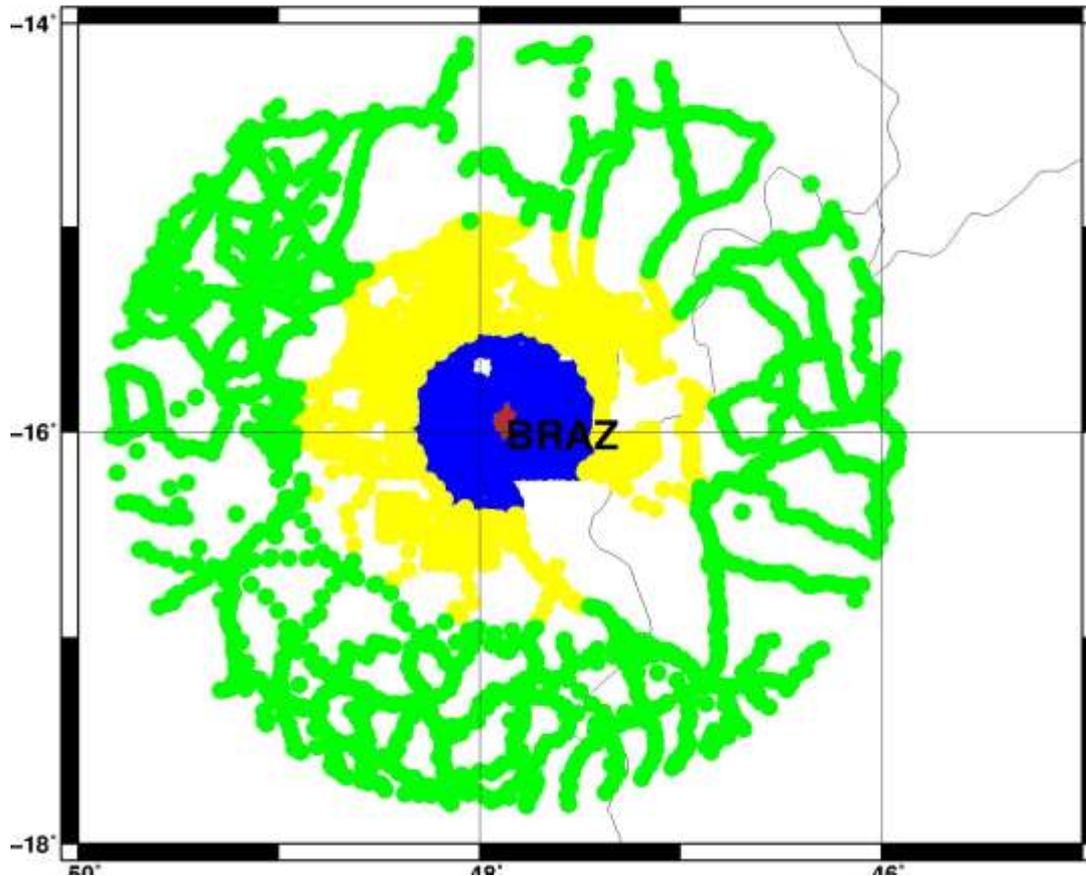


Template according to the gravity effect on the geoid ($\Delta g = 1 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-2} \rightarrow 1 \text{ mm}$)

Distance	Compartments	# of points flat/mountain
10 km	1	4/8
50 km	4	20/30
110 km	7	30/45
210 km	11	50/75
Sum	23	104/158

Distribución de puntos alrededor del RBMC - BRAZ

BRAZ – Brasília

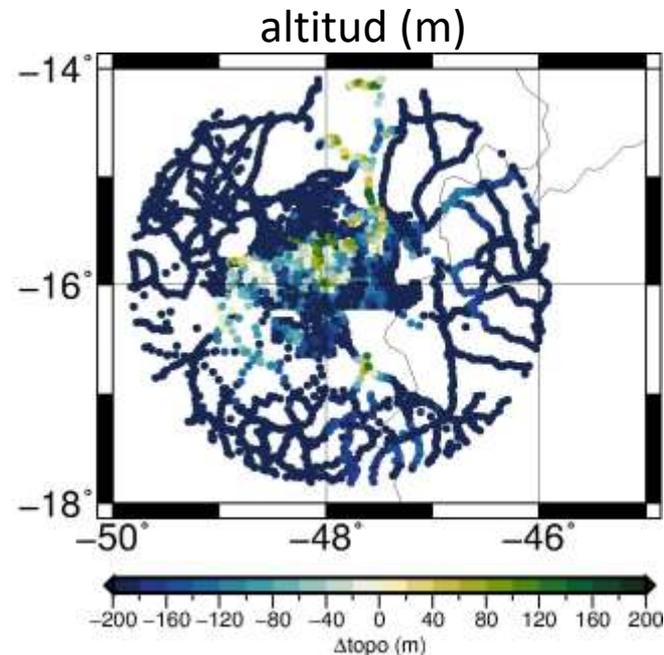
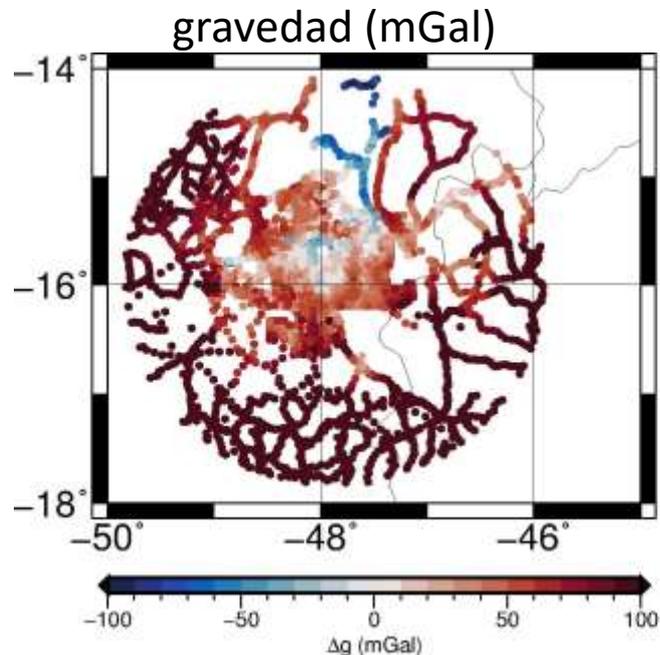


Distribución de puntos alrededor del RBMC - BRAZ

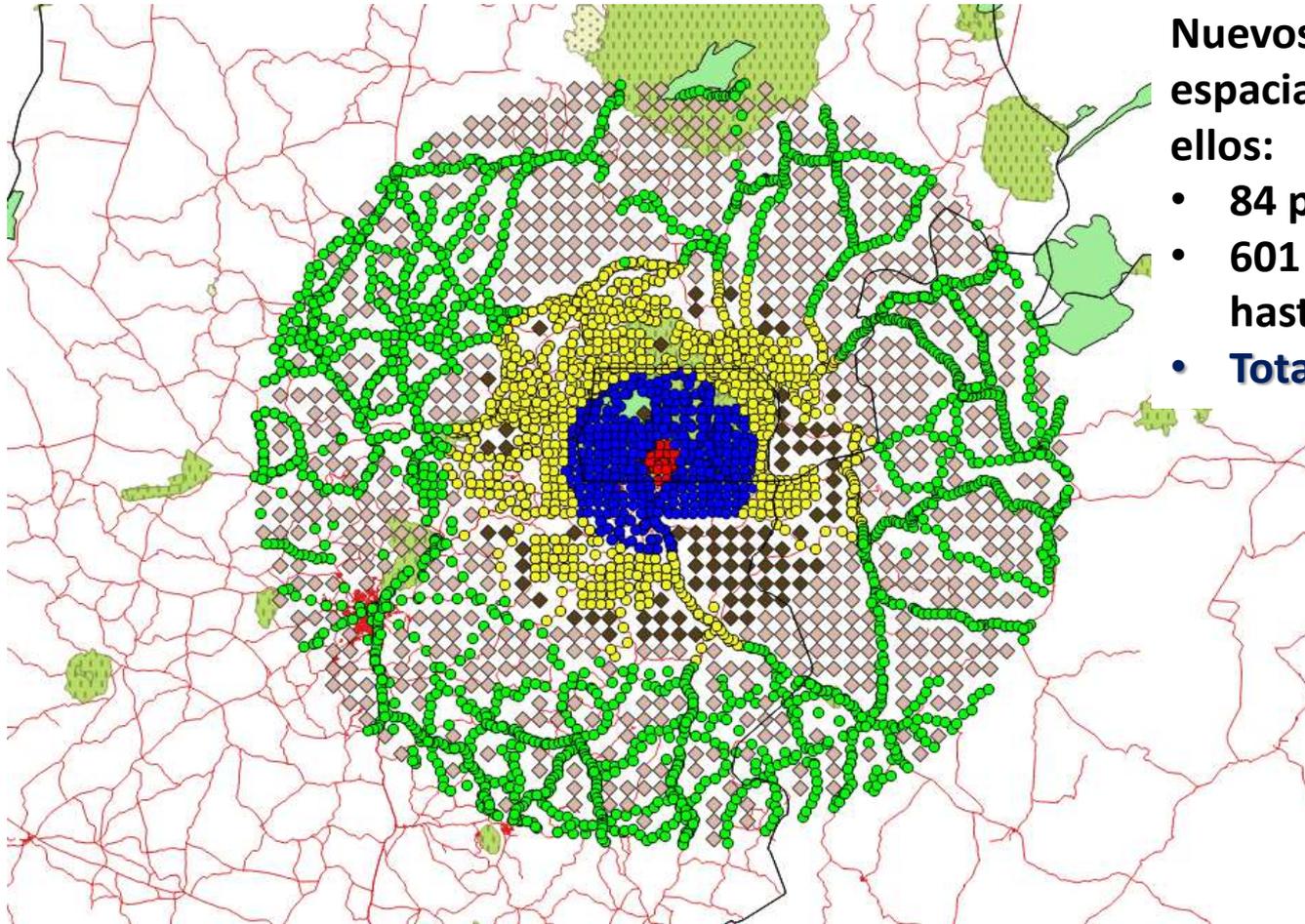
Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	53
10km to 50km (20/30)	469
50km to 110km (30/45)	1138
110km to 210km (50/75)	2188
TOTAL(104/158)	3848

LONG GMS	- 47 52 40.3283
LAT GMS	- 15 56 50.9112
ALT GEOM (metro)	1106.018

Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.



Necesidad de nuevas campañas gravimétricas BRAZ

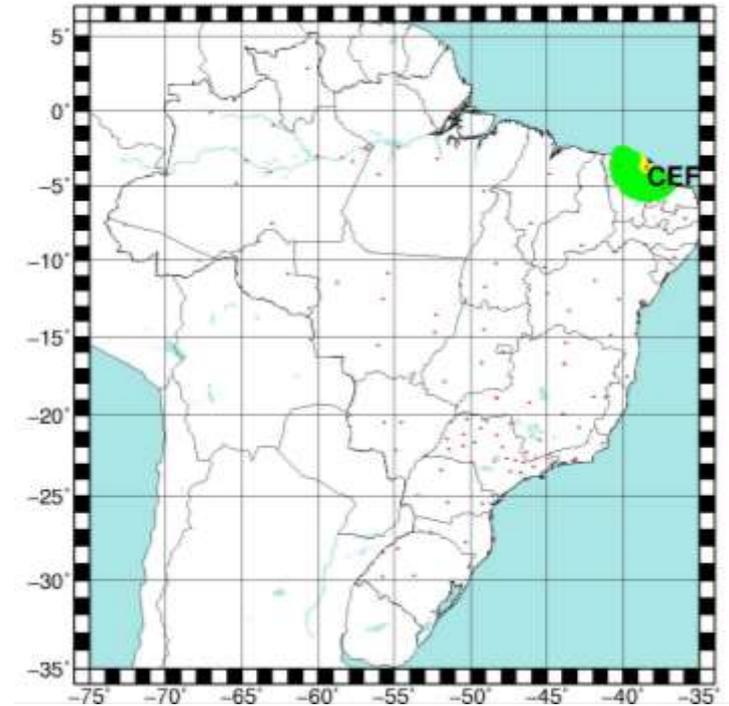
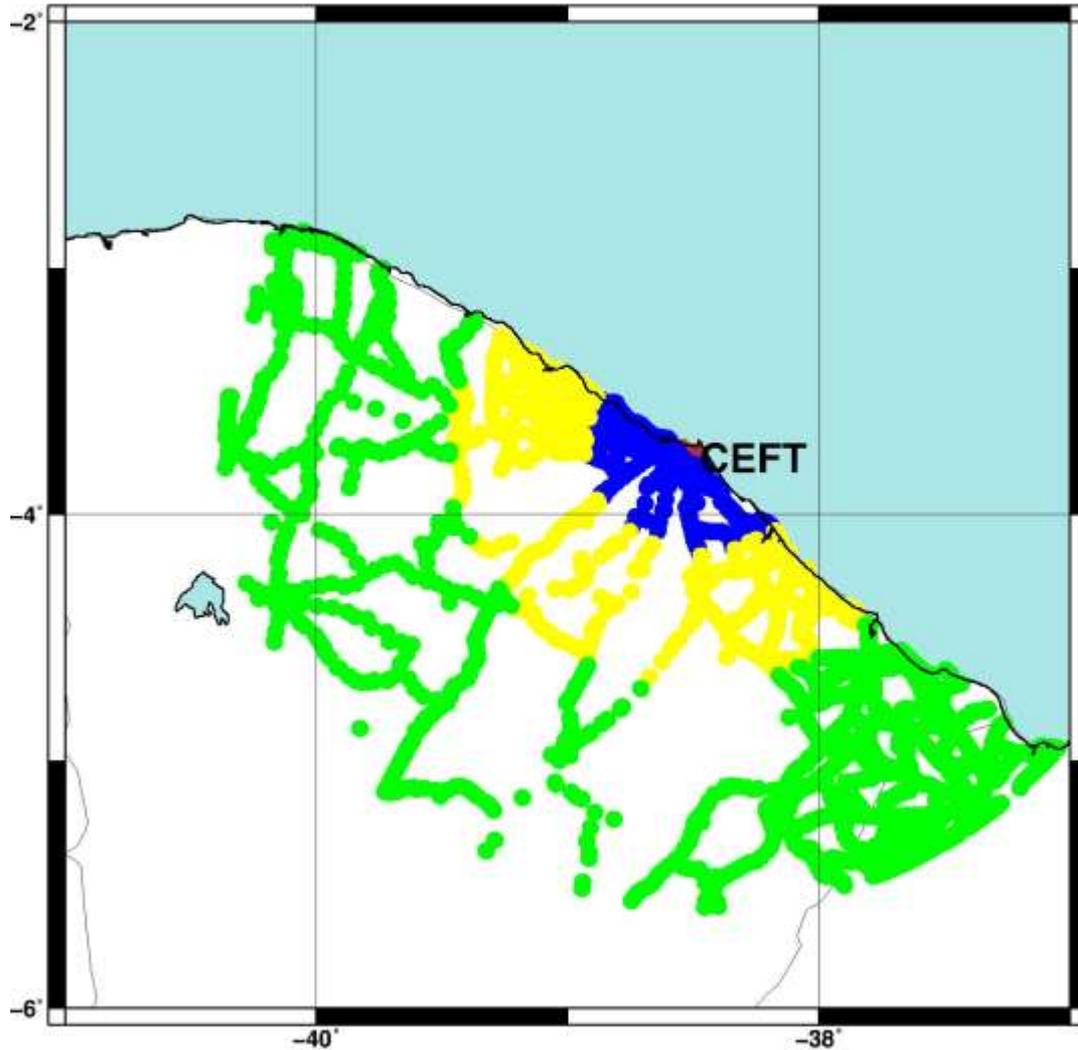


Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 84 puntos hasta 100 km;
- 601 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 685 nuevos puntos.**

Distribución de puntos alrededor del RBMC - CEFT

CEFT – Fortaleza

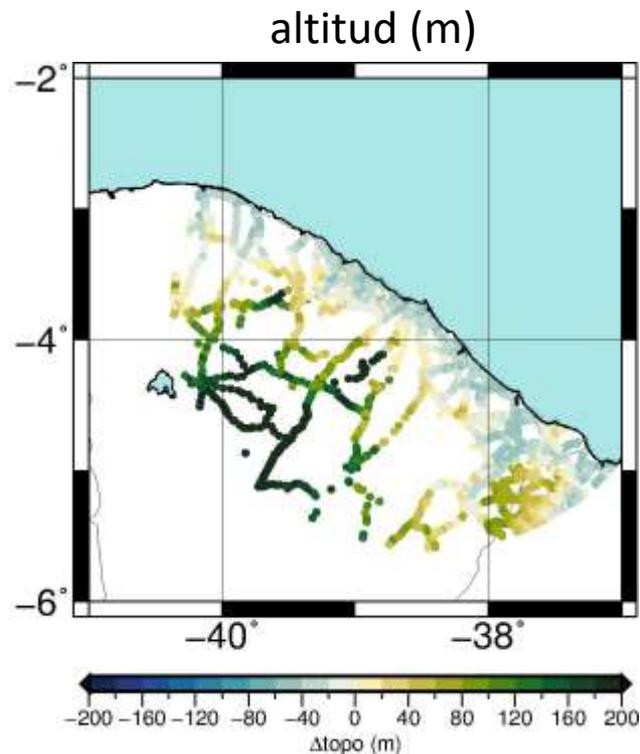
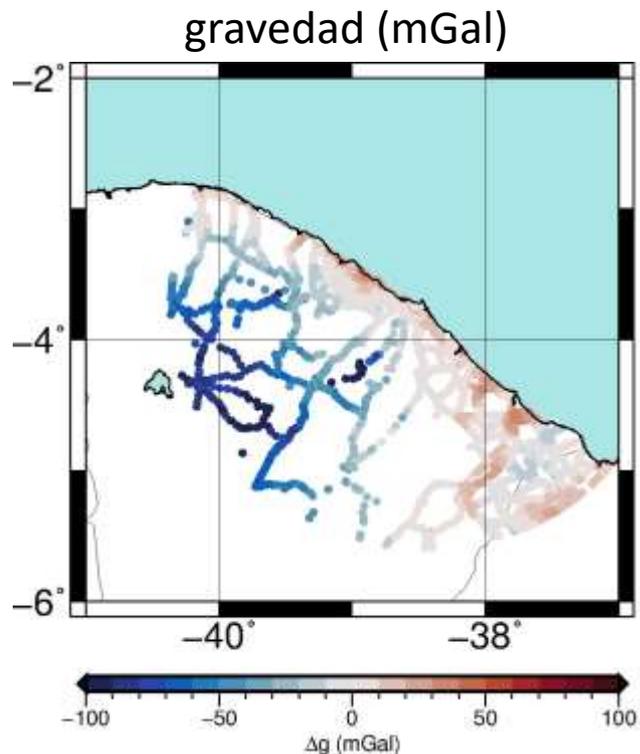


Distribución de puntos alrededor del RBMC - CEFT

Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	40
10km to 50km (20/30)	568
50km to 110km (30/45)	1060
110km to 210km (50/75)	4196
TOTAL(104/158)	5864

LONG GMS	- 38 28 22.5043
LAT GMS	- 03 42 38.9222
ALT GEOM (metro)	4.911

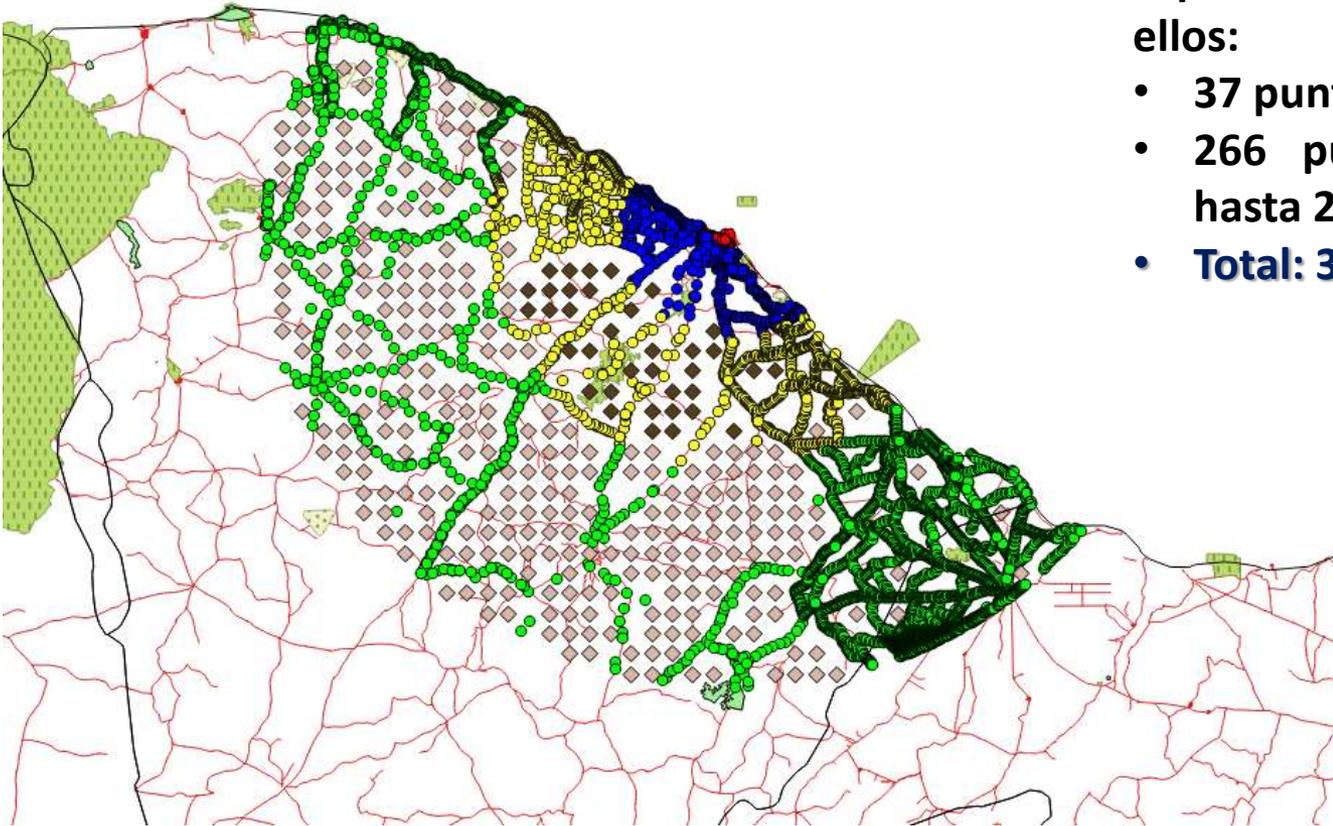
Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.



Necesidad de nuevas campañas gravimétricas CEFT

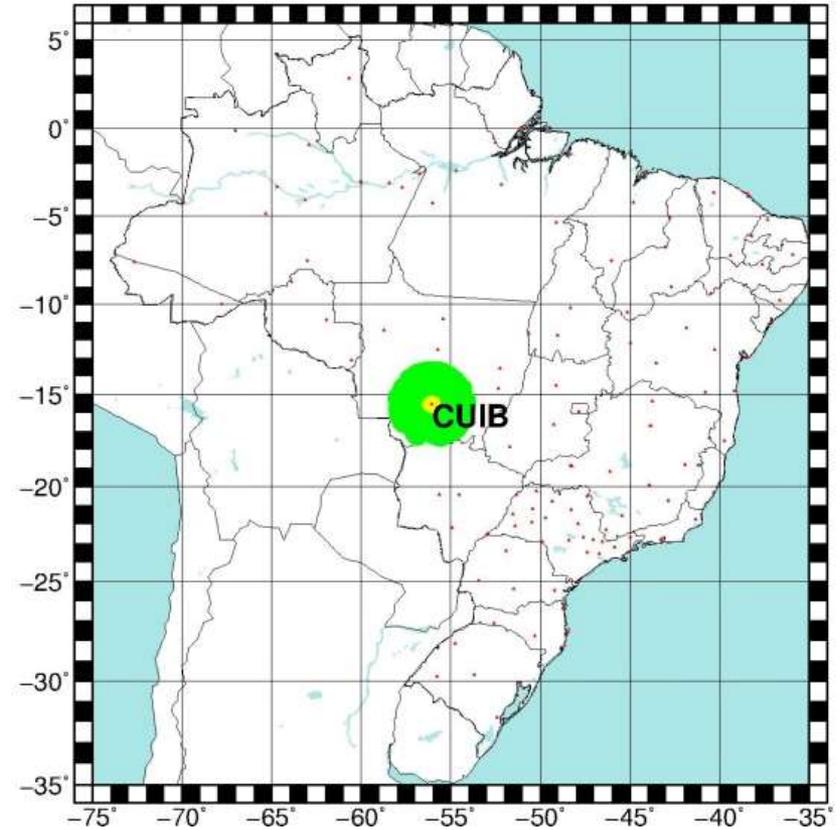
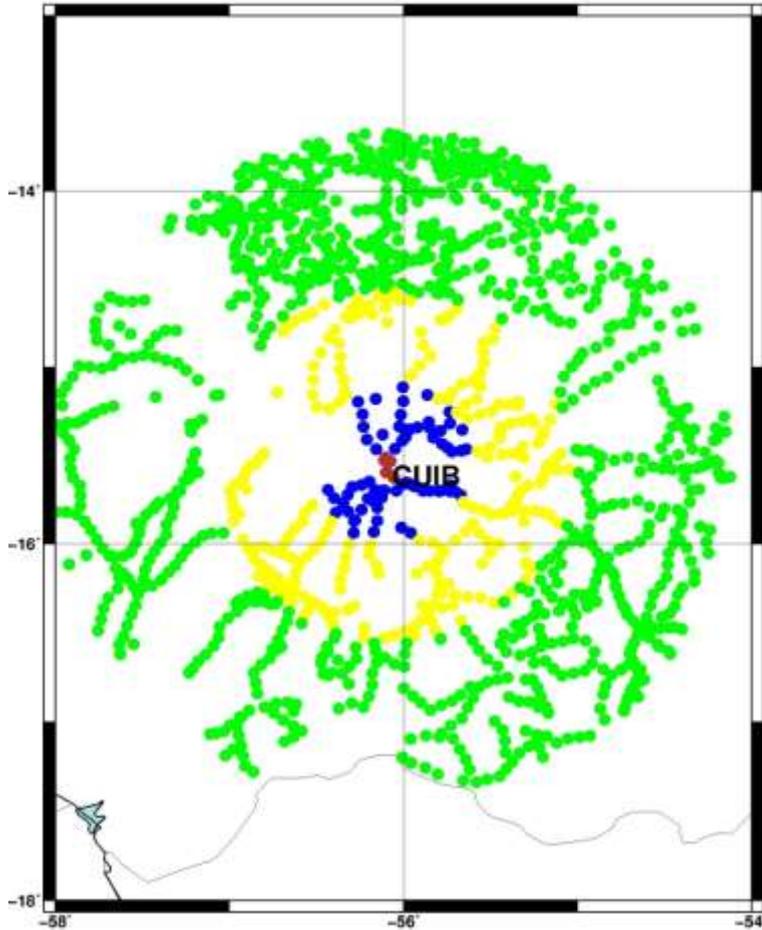
Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 37 puntos hasta 100 km;
- 266 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 303 nuevos puntos.**



Distribución de puntos alrededor del RBMC - CUIB

CUIB – Cuiabá



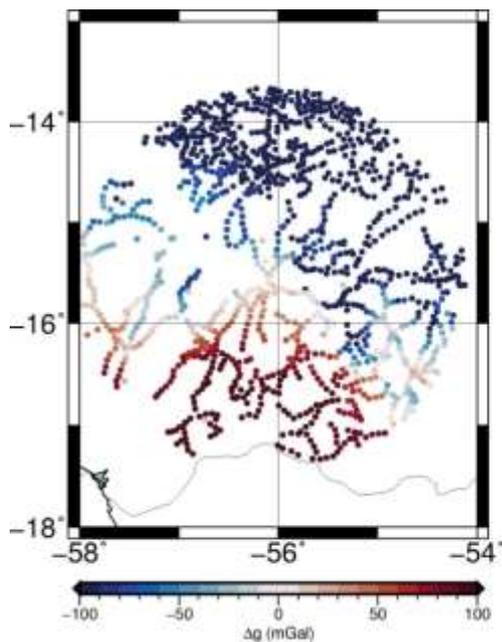
Distribución de puntos alrededor del RBMC - CUIB

Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	8
10km to 50km (20/30)	71
50km to 110km (30/45)	243
110km to 210km (50/75)	982
TOTAL(104/158)	1305

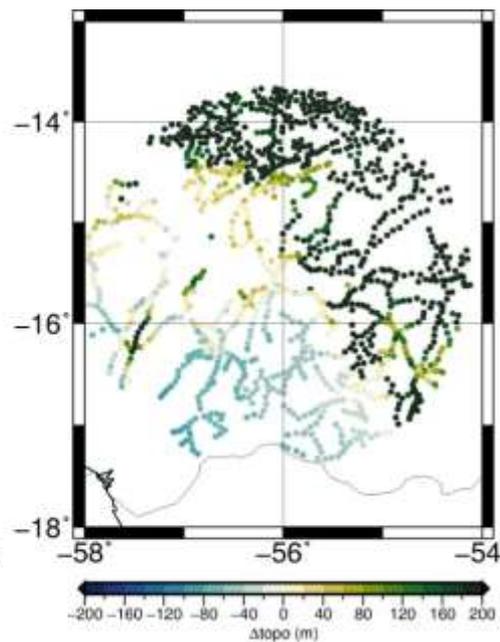
LONG GMS	- 56 04 11.5196
LAT GMS	- 15 33 18.9468
ALT GEOM (metro)	237.443

Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.

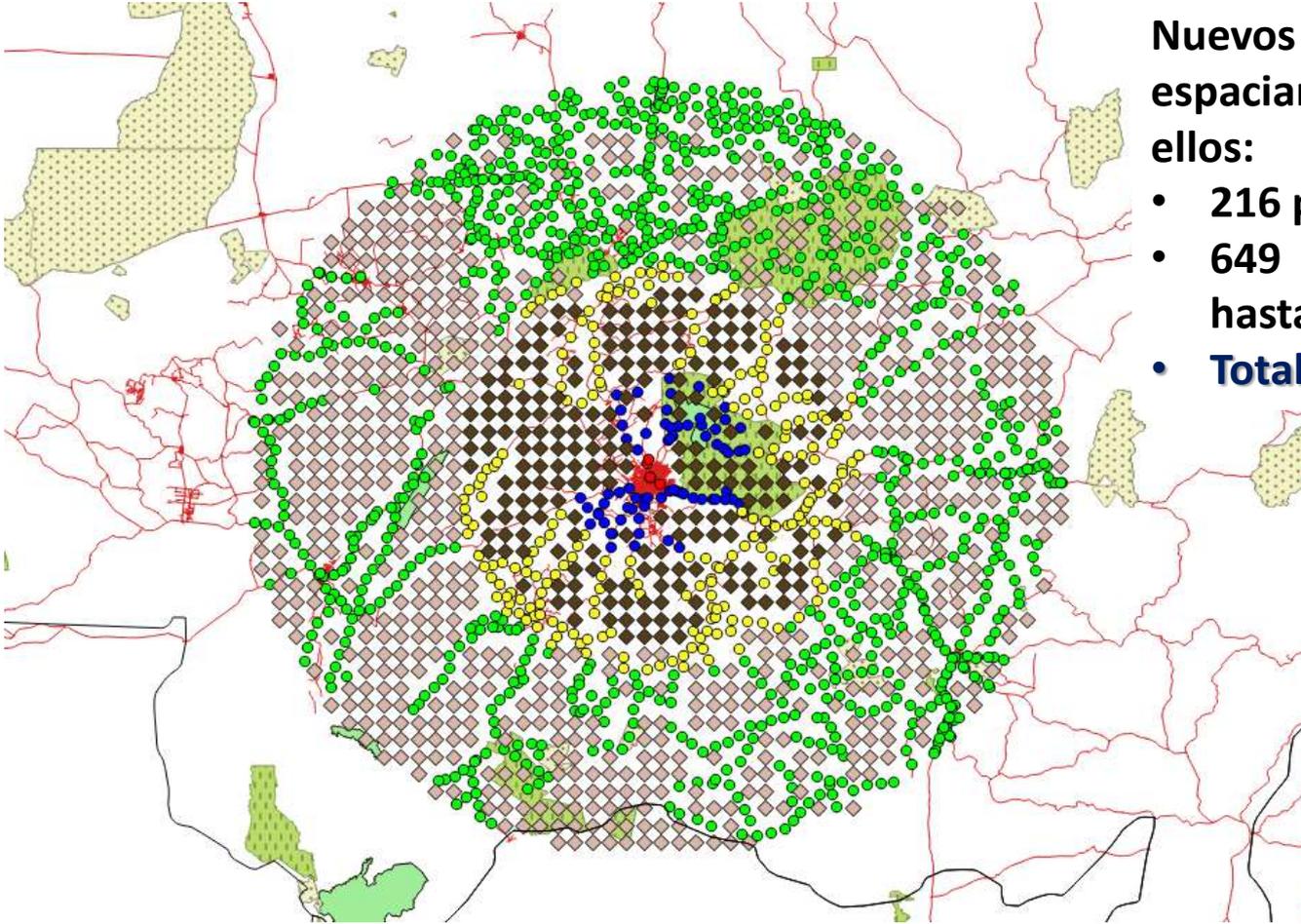
gravedad (mGal)



altitud (m)



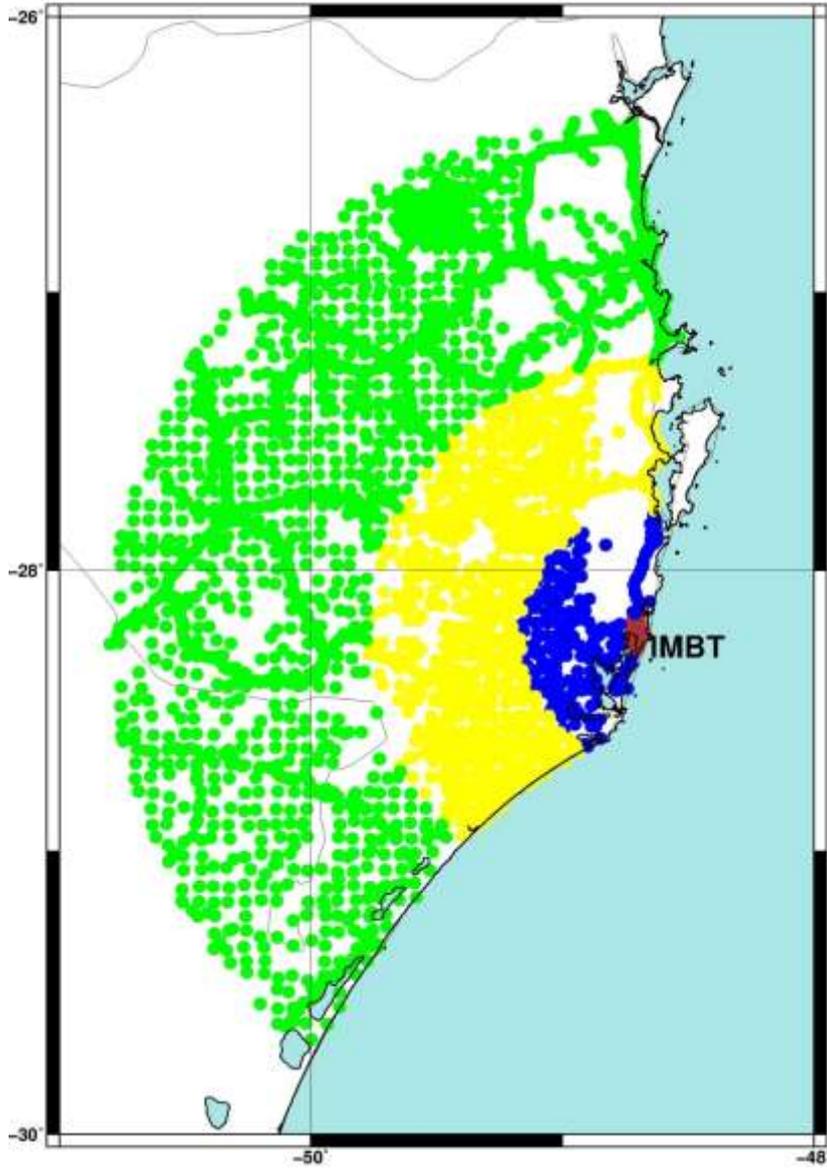
Necesidad de nuevas campañas gravimétricas CUIB



Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 216 puntos hasta 100 km;
- 649 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 865 nuevos puntos.**

Distribución de puntos alrededor del RBMC - IMBT

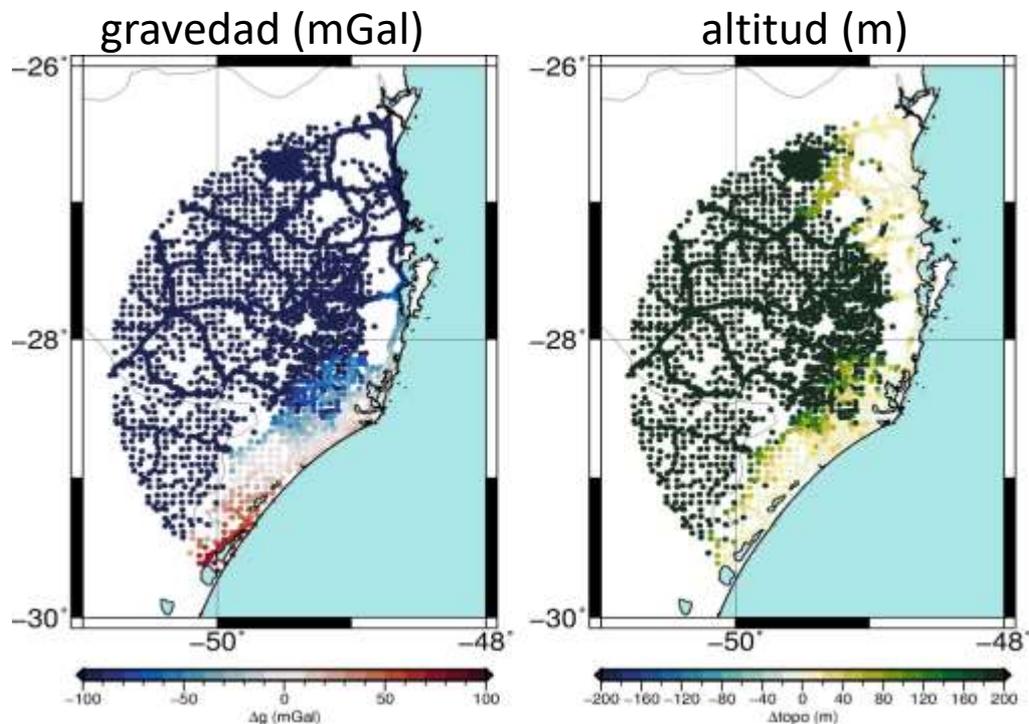


Distribución de puntos alrededor del RBMC - IMBT

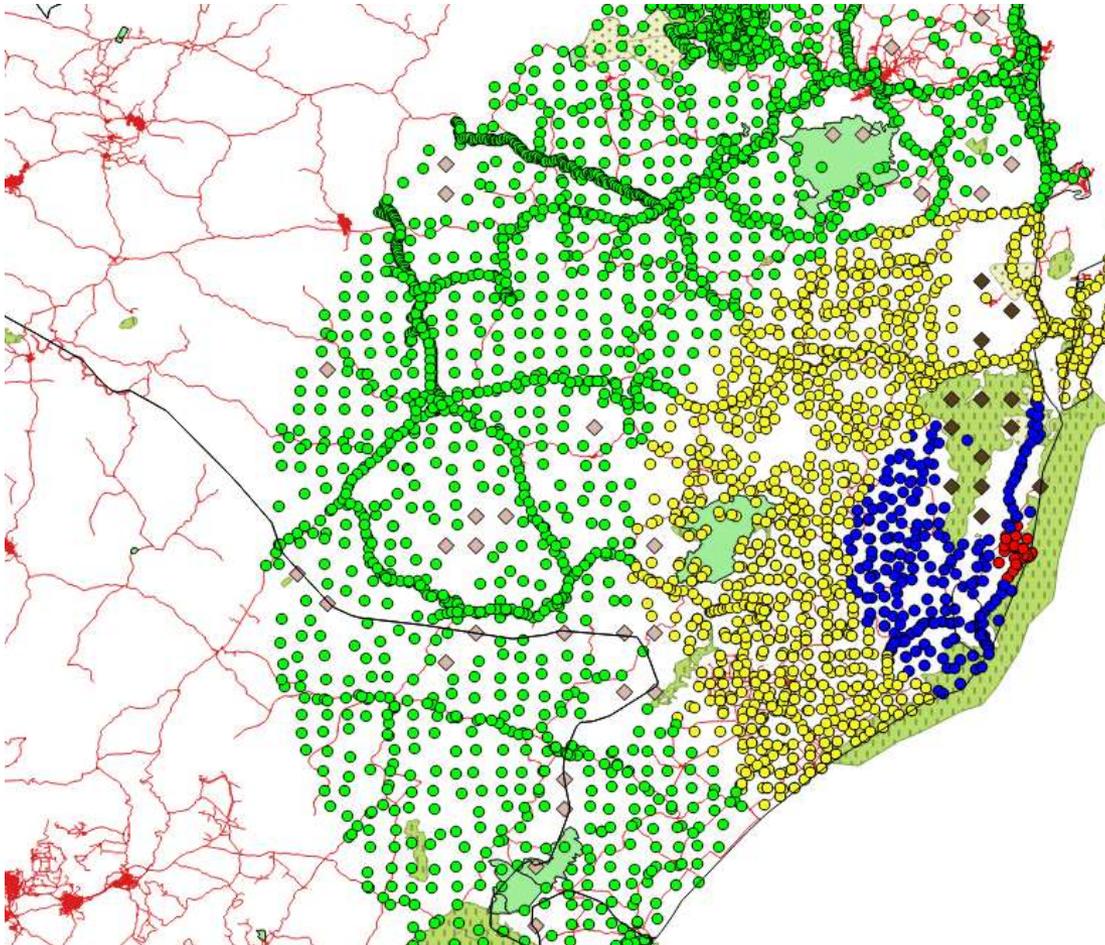
Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	43
10km to 50km (20/30)	322
50km to 110km (30/45)	1251
110km to 210km (50/75)	2322
TOTAL(104/158)	3938

LONG GMS	- 48 39 20.5970
LAT GMS	- 28 14 05.4220
ALT GEOM (metro)	31.406

Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.



Necesidad de nuevas campañas gravimétricas IMBT

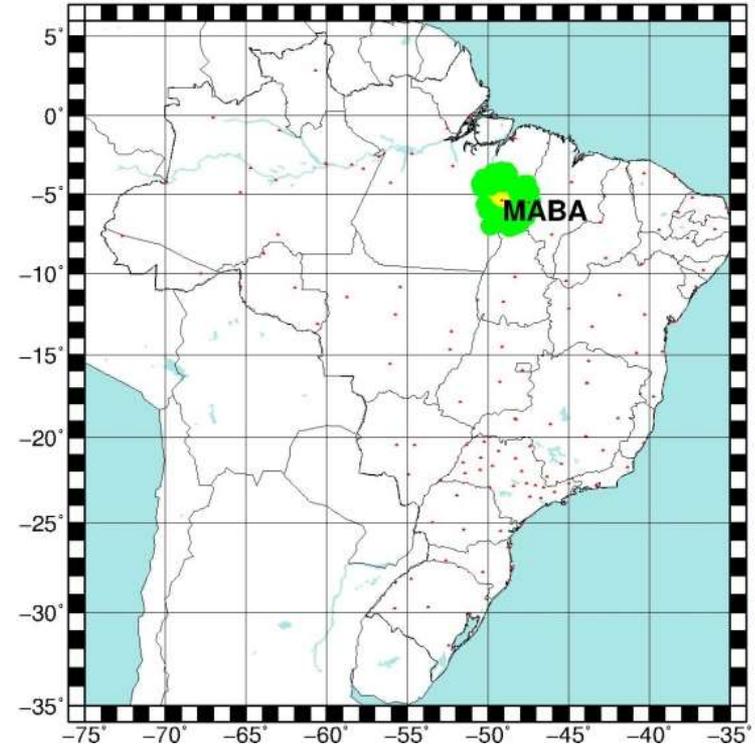
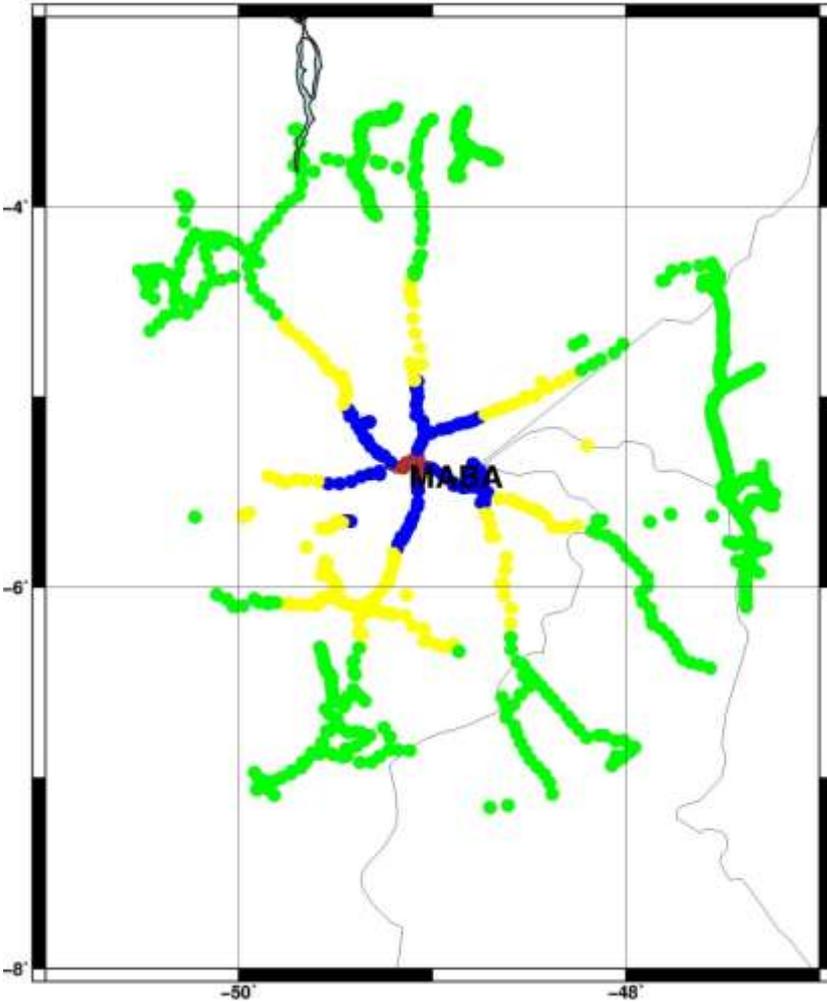


Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 14 puntos hasta 100 km;
- 38 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 52 nuevos puntos.**

Distribución de puntos alrededor del RBMC - MABA

MABA – Marabá

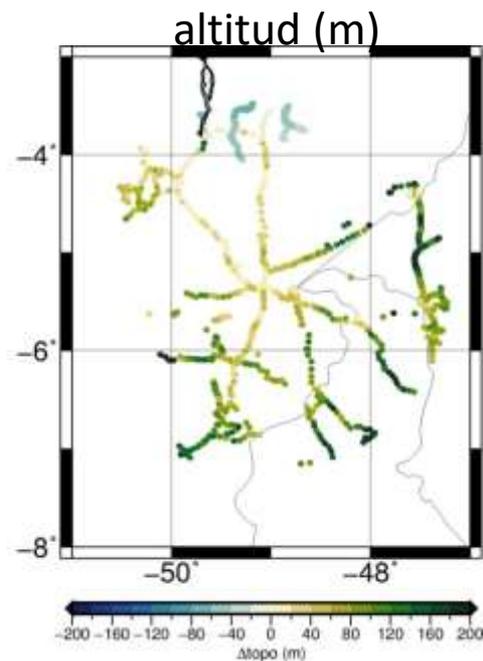
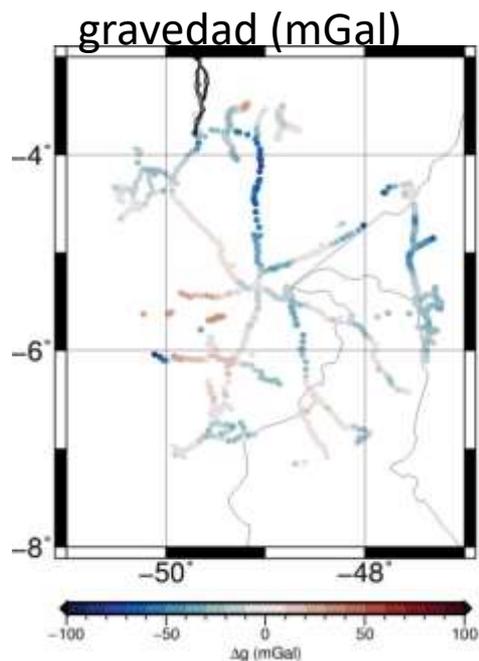


Distribución de puntos alrededor del RBMC - MABA

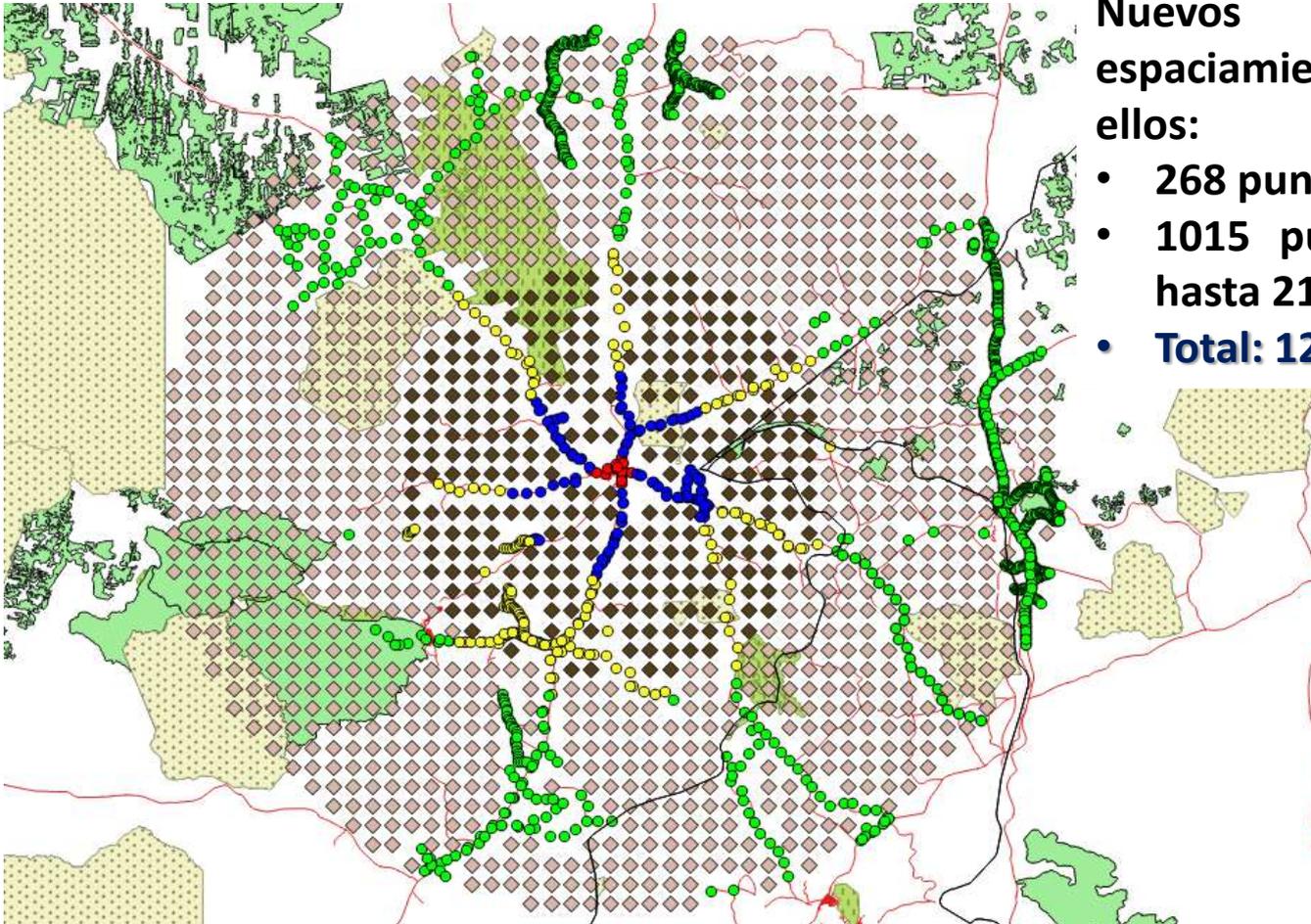
Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	18
10km to 50km (20/30)	113
50km to 110km (30/45)	203
110km to 210km (50/75)	1103
TOTAL(104/158)	1437

LONG GMS	- 49 07 20.2716
LAT GMS	- 05 21 44.5632
ALT GEOM (metro)	79.817

Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.



Necesidad de nuevas campañas gravimétricas MABA

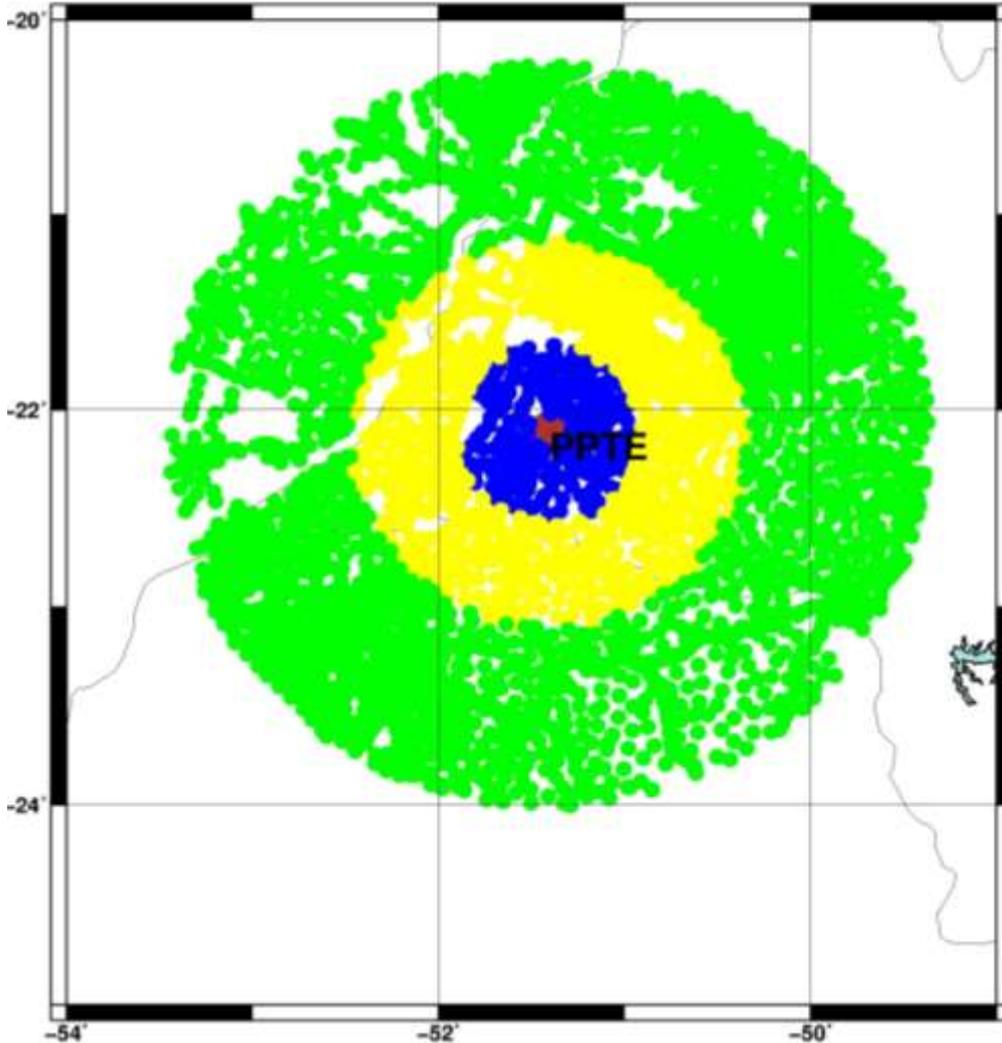


Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 268 puntos hasta 100 km;
- 1015 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 1283 nuevos puntos.**

Distribución de puntos alrededor del RBMC - PPTe

PPTe – Presidente Prudente

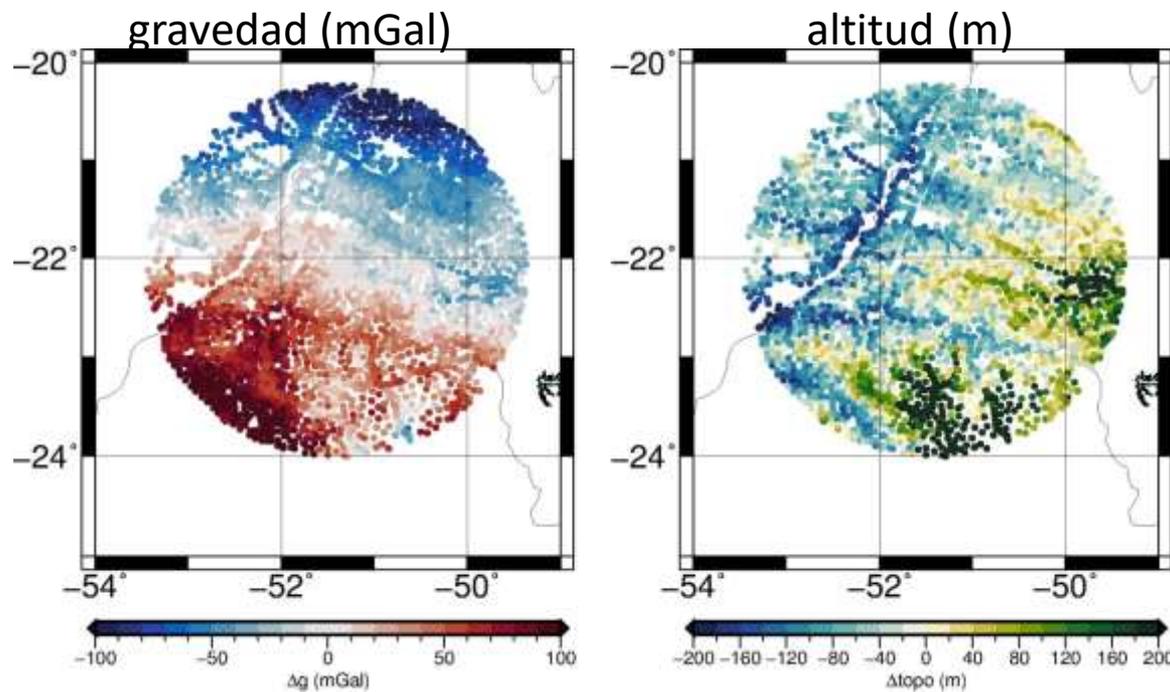


Distribución de puntos alrededor del RBMC – PPTE

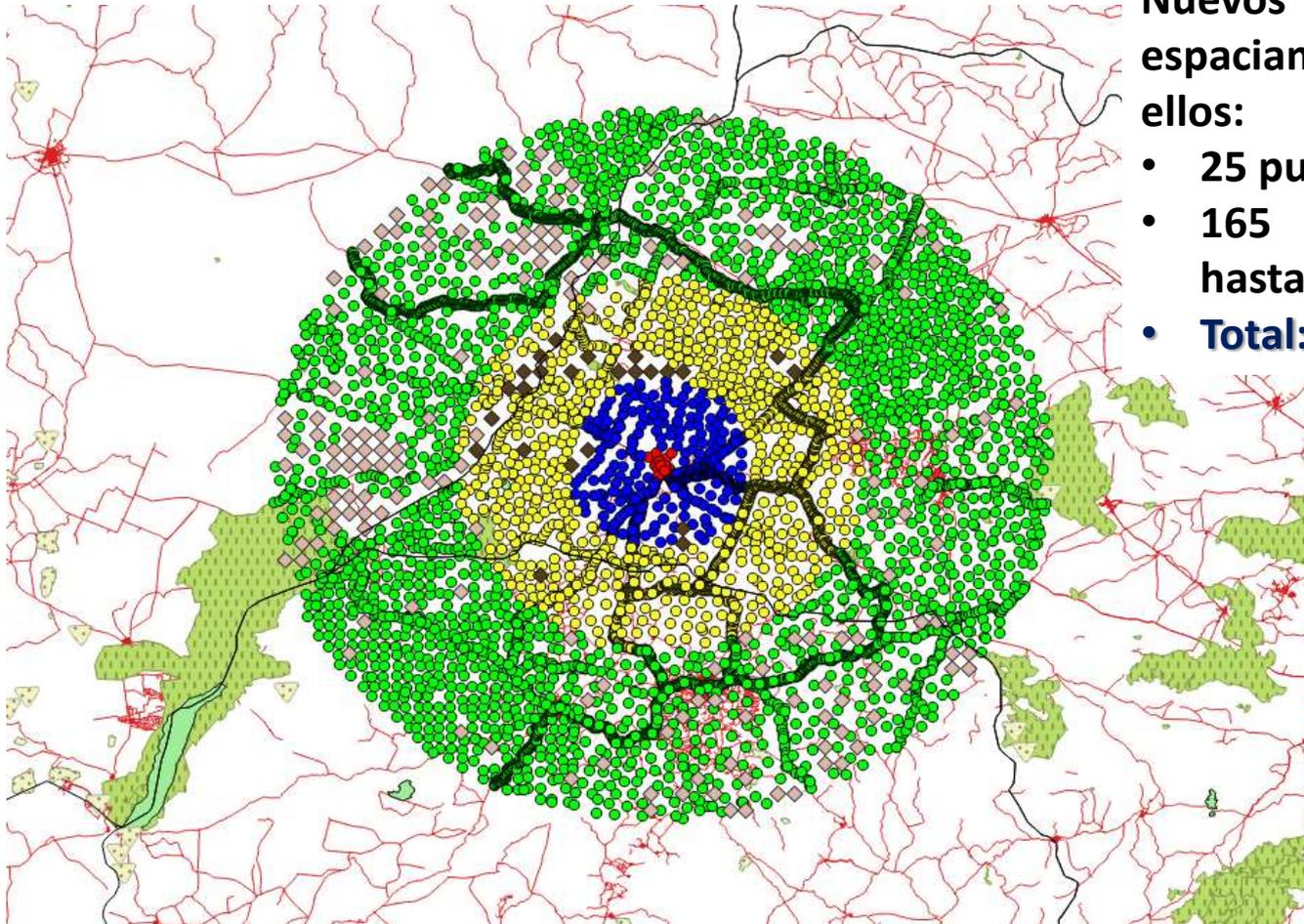
Distancia	Num de puntos
10km (4/8)	64
10km to 50km (20/30)	429
50km to 110km (30/45)	1449
110km to 210km (50/75)	3943
TOTAL(104/158)	5885

LONG GMS	- 51 24 30.7225
LAT GMS	- 22 07 11.6571
ALT GEOM (metro)	431.049

Diferencia entre los puntos gravimétricos hasta 210 km con relación al valor del punto más cercano a la RMBC.



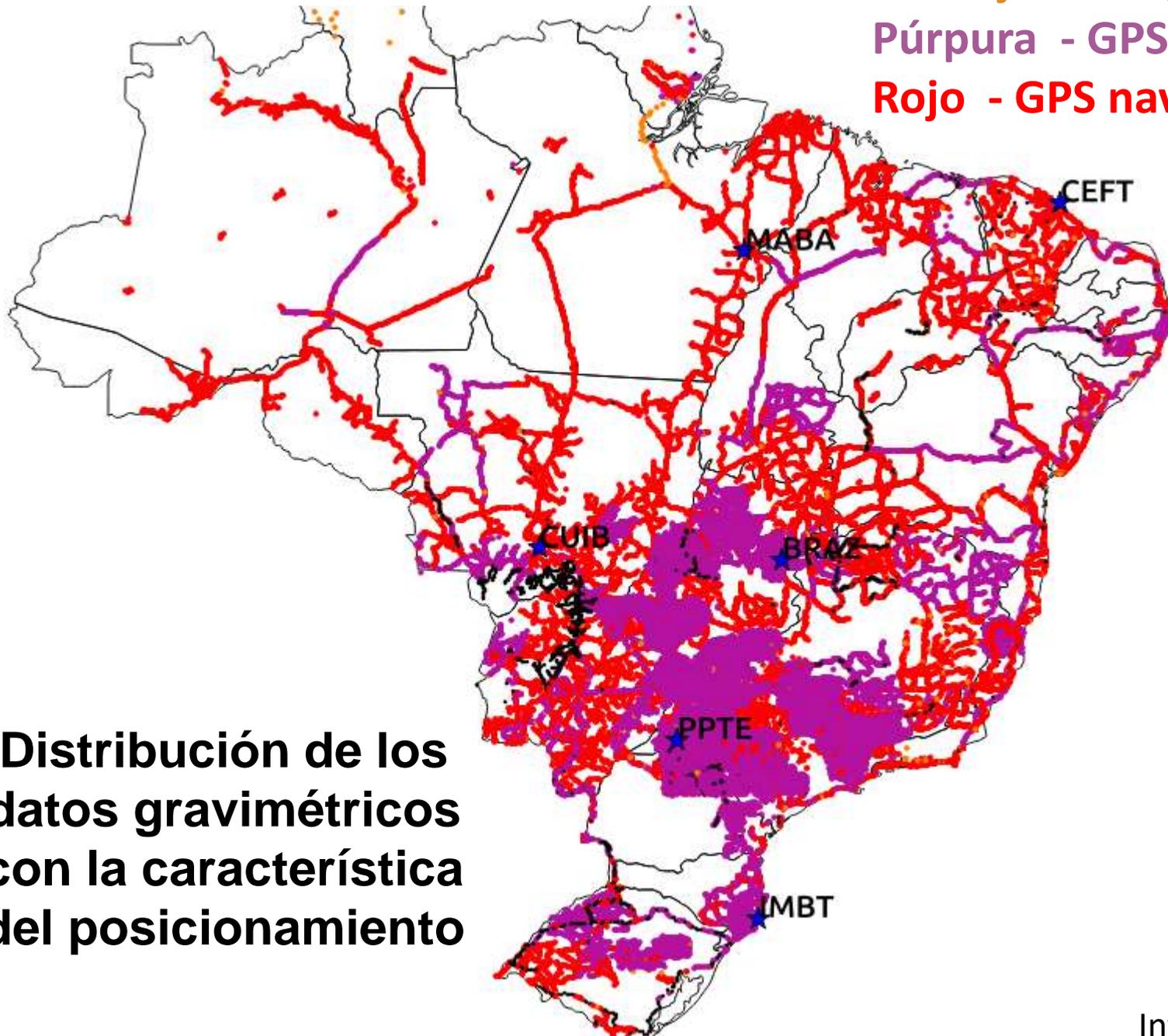
Necesidad de nuevas campañas gravimétricas PPTe



Nuevos puntos con espaciamentos de 5' entre ellos:

- 25 puntos hasta 100 km;
- 165 puntos de 100 km hasta 210 km;
- **Total: 190 nuevos puntos.**

Naranja - GPS geodésico
Púrpura - GPS topográfico
Rojo - GPS navegación



**Distribución de los
datos gravimétricos
con la característica
del posicionamiento**

W(P) de estaciones IHRF

En la segunda etapa de este trabajo se presentan los primeros esfuerzos **del cálculo del W(P)** por el **método de Stokes y de Hotine**, en los dos casos se usó la integración numérica.

Se adoptó el **modelo geopotencial EIGEN6C4 (n=m=200)** para obtener **los valores residuales de la anomalía de gravedad y del disturbio de gravedad** para su uso en las respectivas integrales.

En ese estudio, el **radio de integración fue de 100 km**, debido a **la deficiencia de levantamientos gravimétricos en el entorno de algunas estaciones** y , mas importante, siendo que los **modelos recientes del geopotencial con informaciones de satélites sólo son bastante confiables hasta grado y orden 200 (pequeno erro de comissão).**

Primeros resultados del potencial perturbador sobre la superficie geoidal (m^2s^{-2})

	componente de corta longitud de onda oriunda gravimetría terrestre	componente de larga longitud de onda derivada del modelo EIGEN-6C4	potencial perturbador final sobre la superficie geoidal
MABA	-0,50	-225,76	-226,26
BRAZ	0,08	-119,35	-119,26
CEFT	-0,39	-82,48	-82,87
CUIB	0,65	24,74	25,39
IMBT	1,65	18,48	20,13
PPTE	-0,25	-46,04	-46,29

Método de Stokes

Primeros resultados del potencial perturbador sobre la superficie terrestre (m^2s^{-2})

	componente de corta longitud de onda oriunda gravimetría terrestre	componente de larga longitud de onda derivada del modelo EIGEN-6C4	potencial perturbador final sobre la superficie terrestre
MABA	-0,65	-225,79	-226,44
BRAZ	0,23	-119,43	-119,2
CEFT	-0,40	-82,45	-82,85
CUIB	0,89	24,60	25,49
IMBT	1,75	18,21	19,96
PPTE	-0,26	-46,76	-47,02

Método de Hotine



EPUSP

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



GRACIAS



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística