

Interpretação

Transformações do campo potencial

FFT

Yara Marangoni - 2022

Transformada de Fourier FT

Transformada Rápida de Fourier FFT

Veja também os arquivos – TF Blakely....pdf e Transformacoes do Campo.pdf

FFT

Transformada de Fourier

Função periódica: uma soma ponderada, infinita de senos e cossenos onde a ponderação é determinada pela análise da função periódica (Blakely, 1996). No campo gravimétrico e magnético as anomalias não se repetem de forma infinita, assumimos que elas são comportadas e variam dentro de um intervalo finito na área de interesse.

$$F(k_x, k_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp[-i(k_x x + k_y y)] dx dy \quad \textit{transformada direta}$$

$$f(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(k_x, k_y) e^{i(k_x x + k_y y)} dk_x dk_y \quad \textit{transformada inversa}$$

$$k_x = \frac{2\pi}{\lambda_x} \quad k_y = \frac{2\pi}{\lambda_y}$$

k é chamado de número de onda e tem unidade $[L]^{-1}$: $k = 2\pi/\lambda$.

Transformada de Fourier

$$F(k) = |F(k)| \exp(i\Theta(k))$$

$$|F(k)| = \left[(\operatorname{Re} F(k))^2 + (\operatorname{Im} F(k))^2 \right]^{1/2}$$

$$\Theta(k) = \arctan \frac{\operatorname{Im} F(k)}{\operatorname{Re} F(k)}$$

$|F(k)|$ é a amplitude e $\theta(k)$ é o espectro da fase

Energia total:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |F(k)|^2 dx$$

Transformações de campo

- Muitas transformações de campo são amplamente utilizadas, principalmente para os dados magnéticos.
- Os dados transformados são utilizados para prever algo diferente sobre o campo.
- Para isso são usados princípios de física ou de processamento de imagem ou ambos.

Filtros

- Filtragem é um procedimento matemático que realça alguns comprimentos de onda à custa de outros.
- Anomalias filtradas não podem ser modeladas como dados brutos (Sleep e Fujita, 1997), mas os parâmetros inferidos por elas servem como limites para os modelos direto e inversos.
- Filtros têm sido utilizados para remover os longos comprimentos de ondas, o regional; para reproduzir dados como se tivessem sido obtidos à altura diferentes daquelas em que foram realmente medidos; para inferir limites laterais das fontes que produzem anomalias; para inferir profundidade do topo das fontes; para reproduzir anomalias magnéticas para um campo magnético vertical ou horizontal; delimitar direções das principais tendências em fontes 2D; entre outras finalidades.

Filtragem

- Filtros não extraem informações que não estejam nos dados.
- Quando usamos FFT (Fast Fourier Transform) os limites da área utilizada são perdidos, pois sofrem distorção. Assim antes de utilizar a filtragem é necessário assegurar que a área do objeto de estudo está recoberta além das proximidades do mesmo.

Interpretação - 1



Separação regional-residual
Por polinômios

Yara Marangoni - 2022

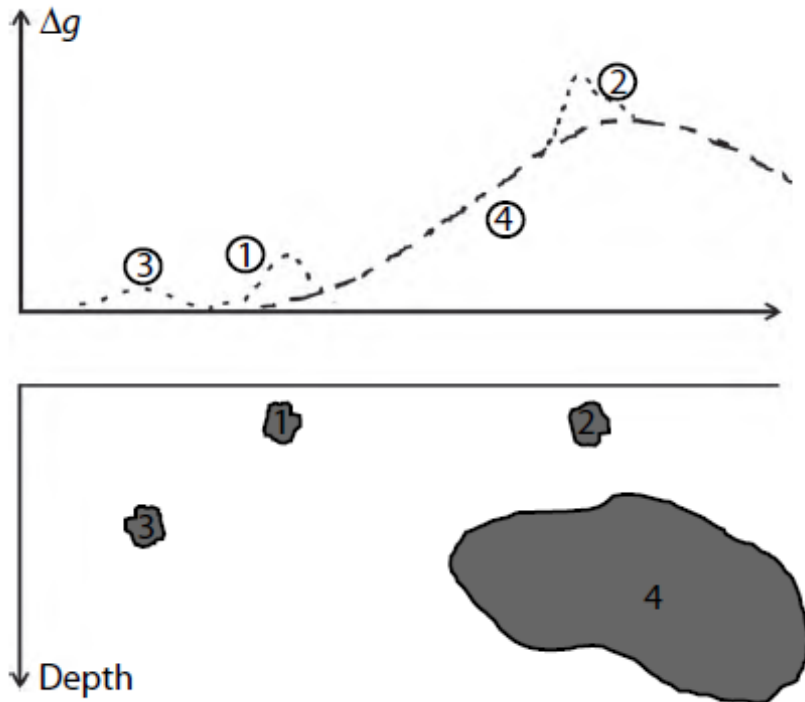
Separação regional-residual

- Objetivo: ressaltar as anomalias de interesse para prospecção, normalmente localizadas na crosta superior.
- Depende da escala de trabalho. O residual de um estudo tectônico de grande escala, pode ser o regional para um estudo de prospecção mineral.
- Importante ter noções da geologia do local e do alvo de interesse.
- Regional representa aquela feição que não nos interessa estudar no momento, usualmente uma feição mais profunda, mais suave, de comprimento de onda (largura) maior.

Separação regional-residual

- Cálculo do regional: técnicas das mais simples (visual) até as mais sofisticadas (análise de Fourier) e aplicação de um modelo de compensação isostática para o caso de campo de aceleração da gravidade.
- Residual = anomalia Bouguer – regional  no caso do campo de gravidade muitas vezes o maior desafio é encontrar o regional adequado
- Residual = campo magnético medido – IGRF  este resultado já pode ser um indicador inicial
- Residual enfatiza as anomalias de curto comprimento de onda, próximas à superfície. Usualmente este resultado é o mais fácil de ser modelado, de forma direta ou inversa.

Regional-residual



Observe a figura ao lado.
Nela notamos a superposição do
sinal gravimétrico de várias fontes.

FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual

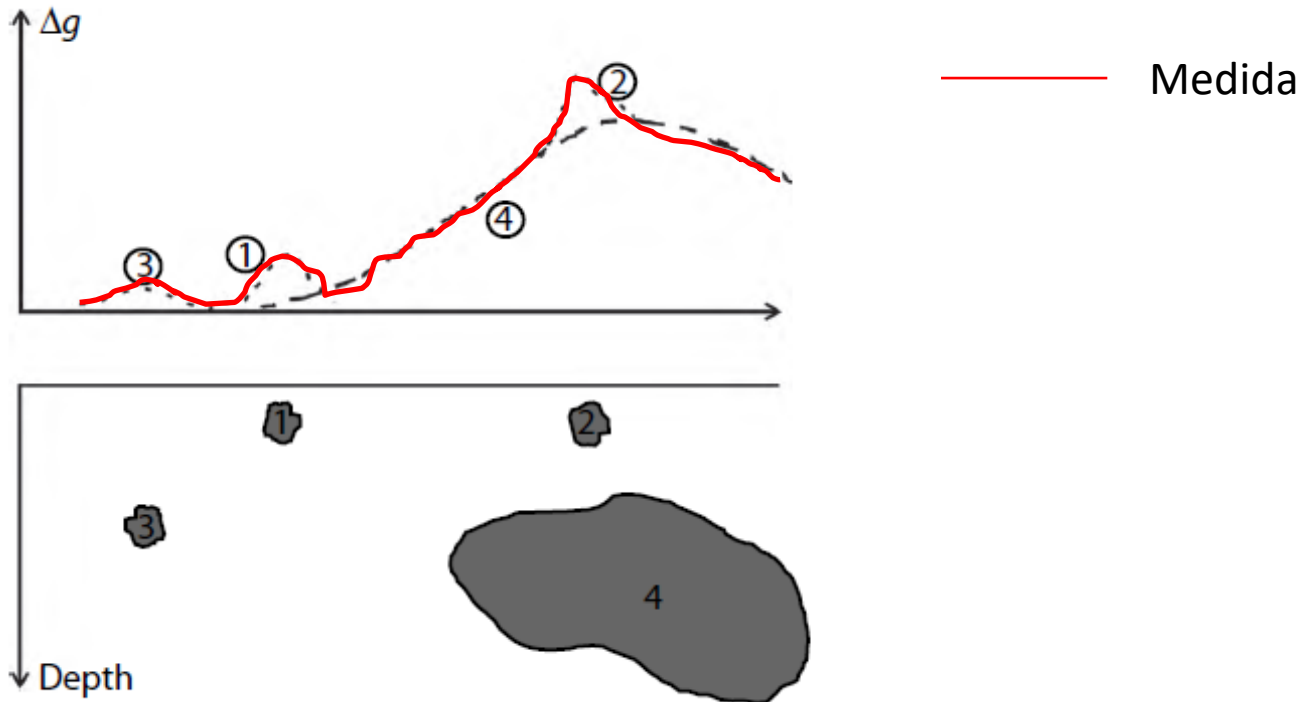


FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual

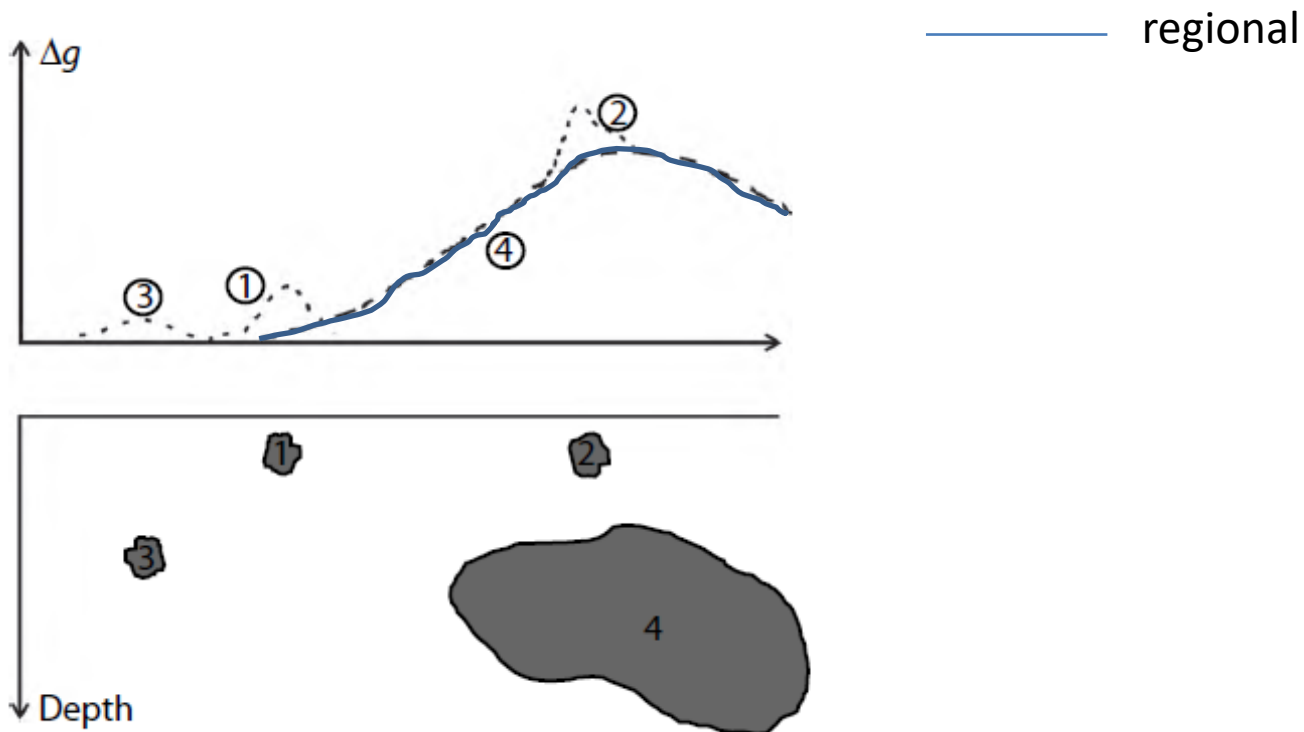


FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual

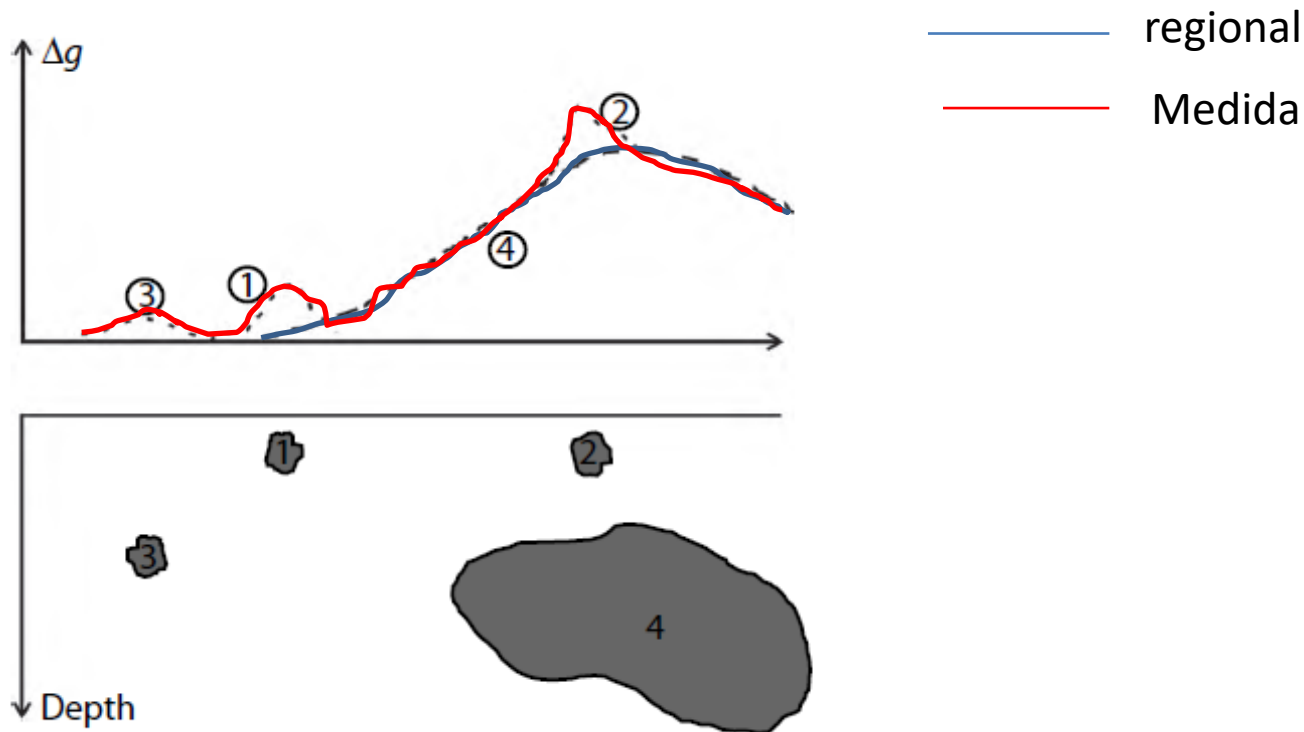


FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual

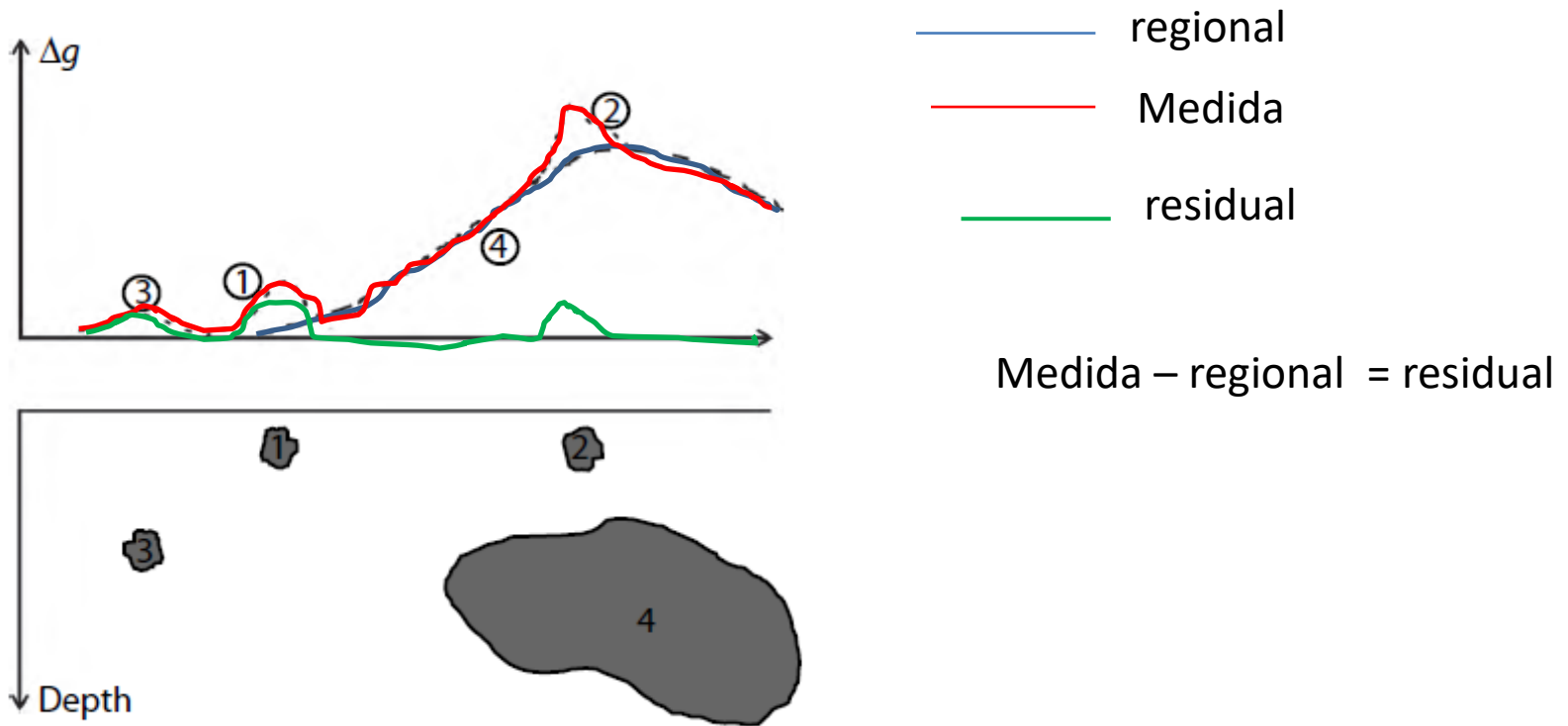
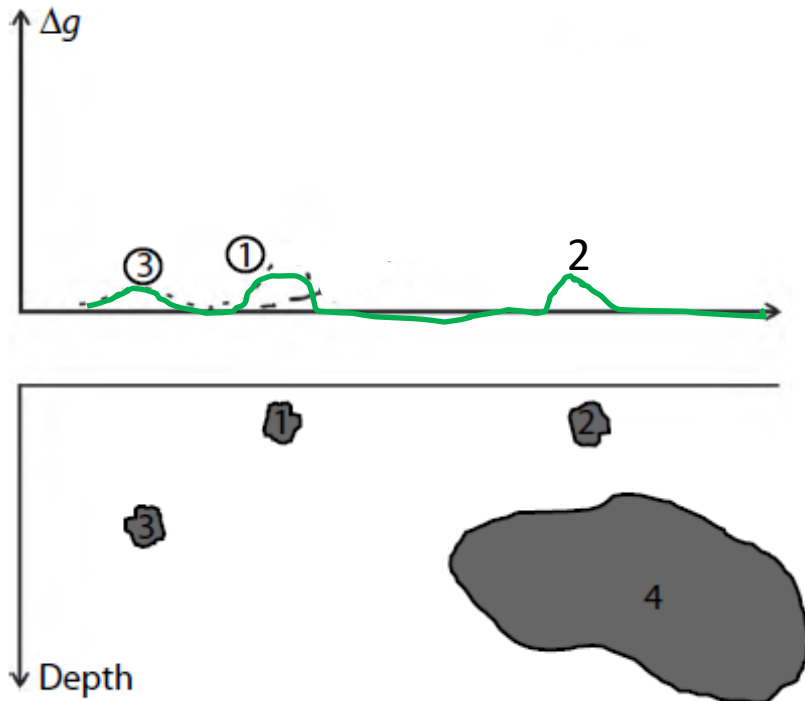


FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual



— residual

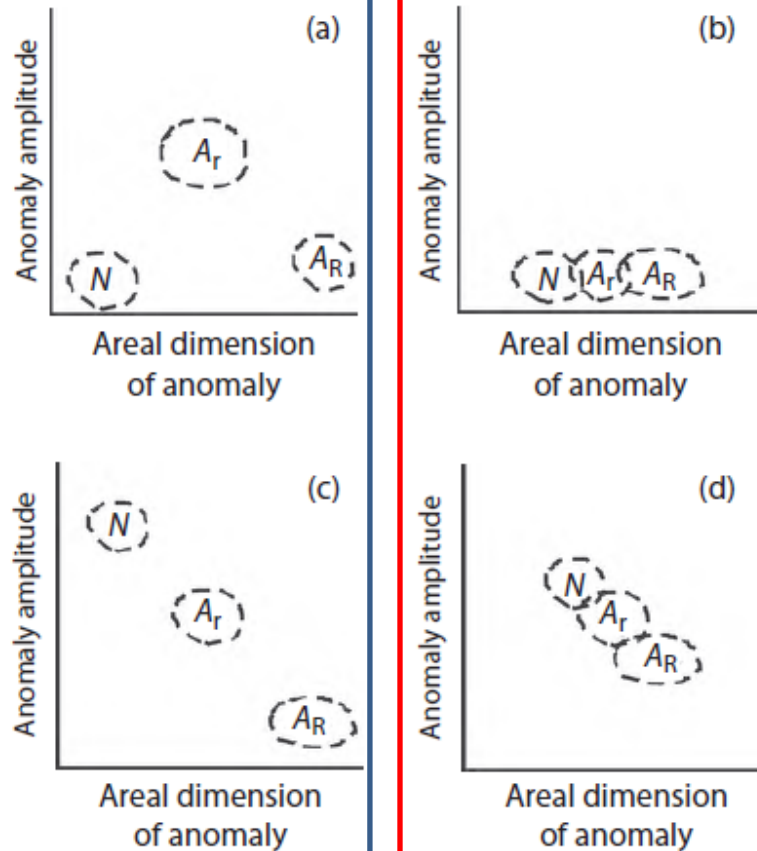
Medida – regional = residual

As anomalias em verde são o objeto de interpretação.

FIGURE 6.18 Schematic gravity anomaly profile over four positive density differential sources and their cumulative effect. This profile illustrates the concept of regional and residual anomalies, and the need for isolation and enhancement of residual gravity anomalies in order to identify and analyze them. The profiles are identified with the number of the anomalous source.

Regional-residual

As anomalias residuais (A_r) são facilmente distinguíveis da anomalia regional (A_R) e do ruído (N) por terem dimensão e/ou amplitude diferentes entre si.

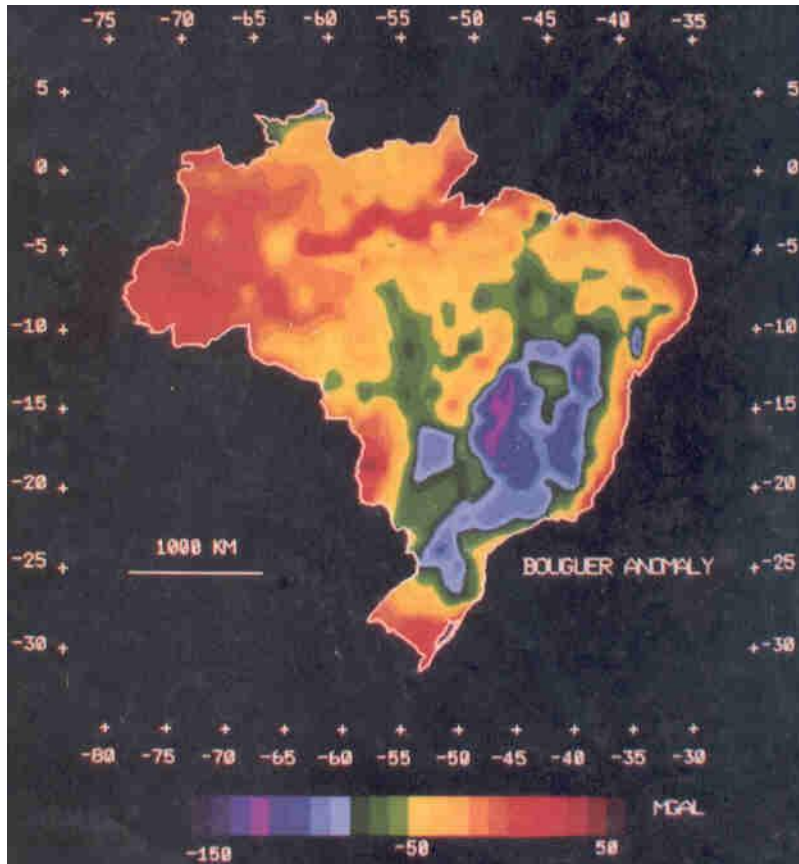


As anomalias residuais (A_r) não são distinguíveis da anomalia regional (A_R) e do ruído (N) porque dimensão e/ou amplitude dos três sinais estão no mesmo intervalo.

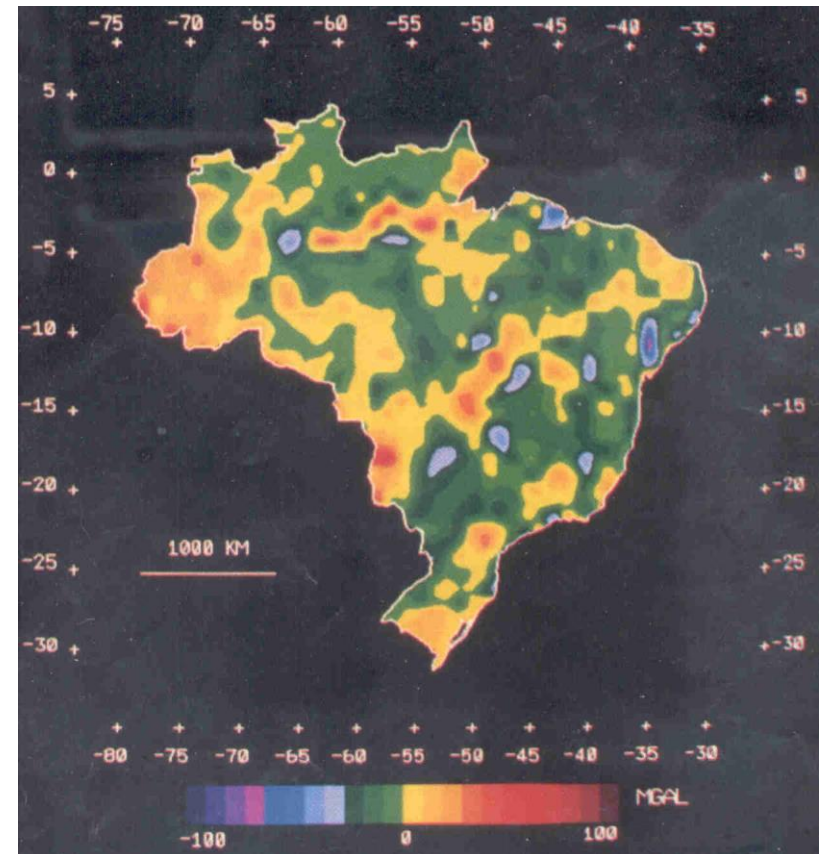
FIGURE 6.19 Diagrammatic illustration of the fields of residual gravity anomalies A_r , regional gravity anomalies A_R , and gravity anomaly noise N plotted as functions of their amplitudes and spatial dimensions. In the cases mapped in panels (a) and (c), the residual anomaly is likely to be easily distinguished from the noise and regional. But in the cases of panels (b) and (d), it is more difficult to identify the residual anomaly because the anomaly amplitudes and spatial dimensions overlap each other.

Observe que a A_R aparece sempre na região de maior dimensão em área.

Exemplo de separação regional-residual em escala continental



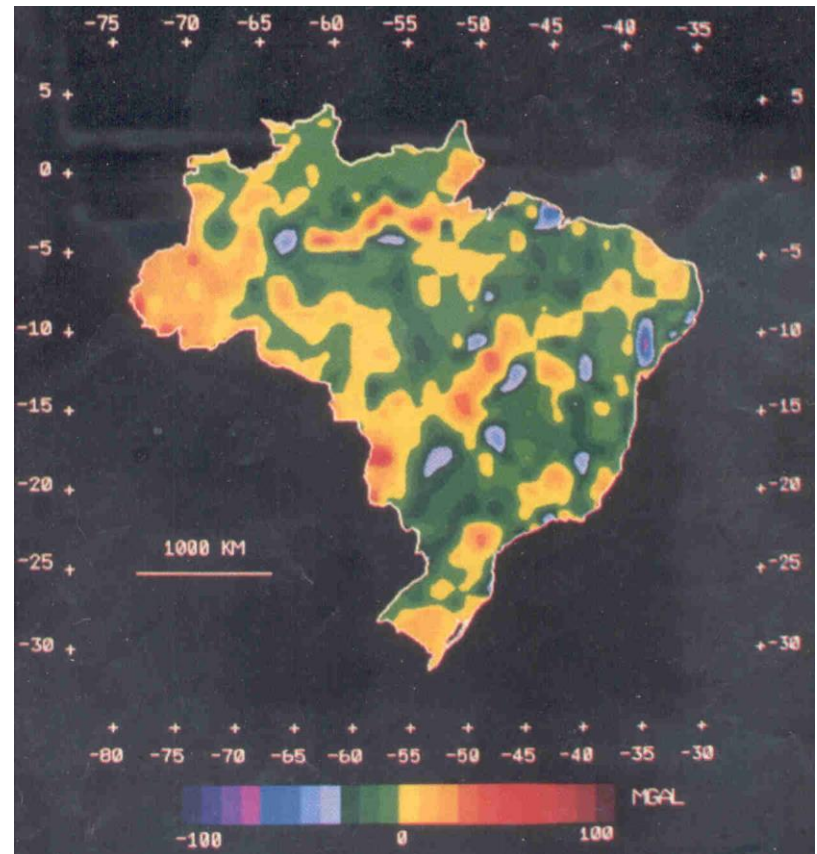
Mapa de anomalia Bouguer



Mapa de anomalia Bouguer residual

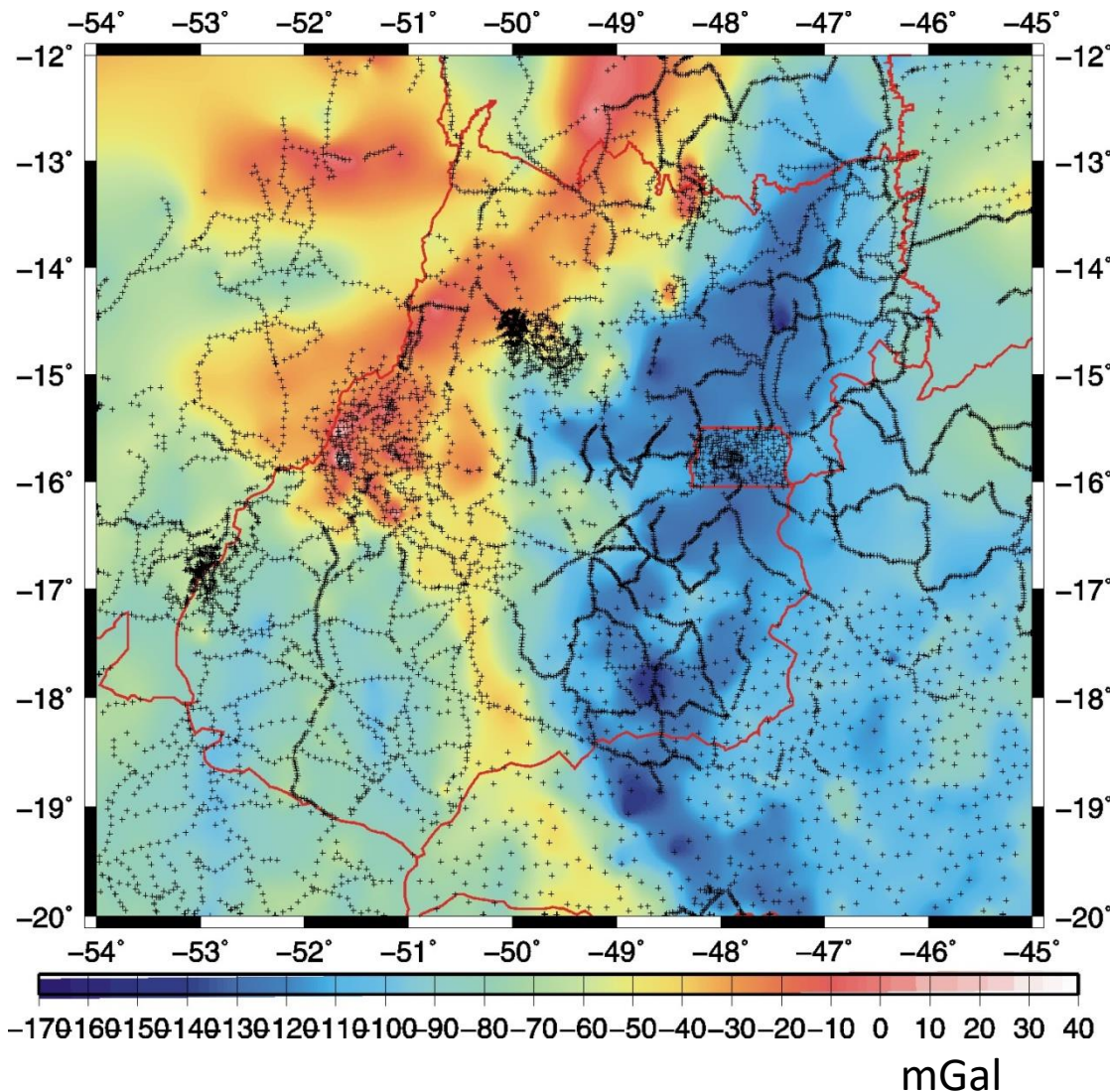
Exemplo de separação regional-residual em escala continental

Trabalho de Ussami et al., 1993 (Journal of Geophysical Research, 98(B2): 2199-2208).
Regional: modelo de compensação isostática considerando modelo de Airy. Esse mapa foi continuado para cima até 300 km. O residual apresentado corresponde ao residual isostático menos continuação para cima.



Mapa de anomalia Bouguer residual

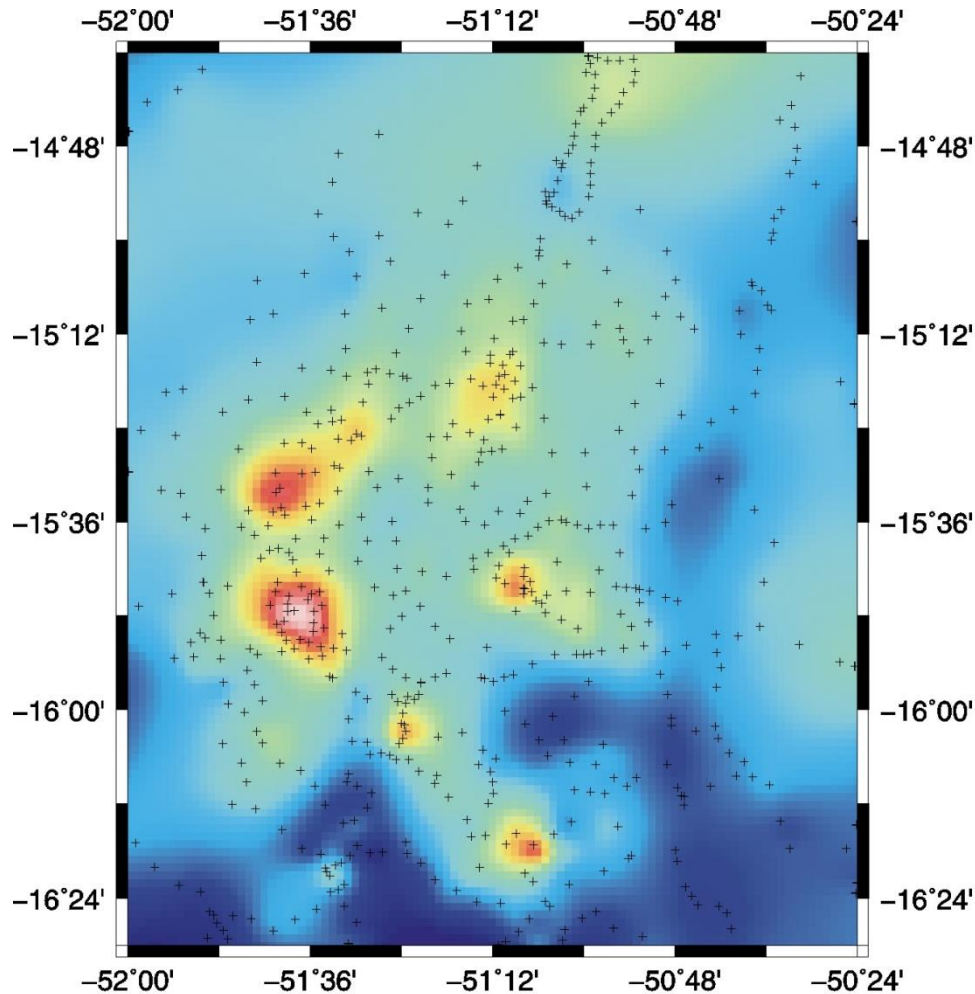
Exemplo de separação regional-residual em escala de província tectônica, no caso Província Tocantins



Mapa Bouguer de Goiás. O encontro de alto gravimétrico (cores quentes) e baixo gravimétrico (cores frias) mostra a posição da faixa Brasília, sutura do craton do São Francisco com o arco magmático de Arenópolis (sul), a micro-placa de Goiás (no centro), arco magmático de Mara Rosa (norte) e embasamento da Bacia do Paraná.

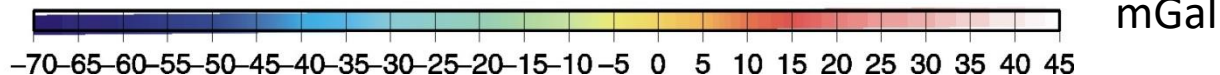
- O que poderíamos aplicar aqui?
- Um polinômio de que ordem?
- Um modelo isostático?

Exemplo de separação regional-residual em escala local

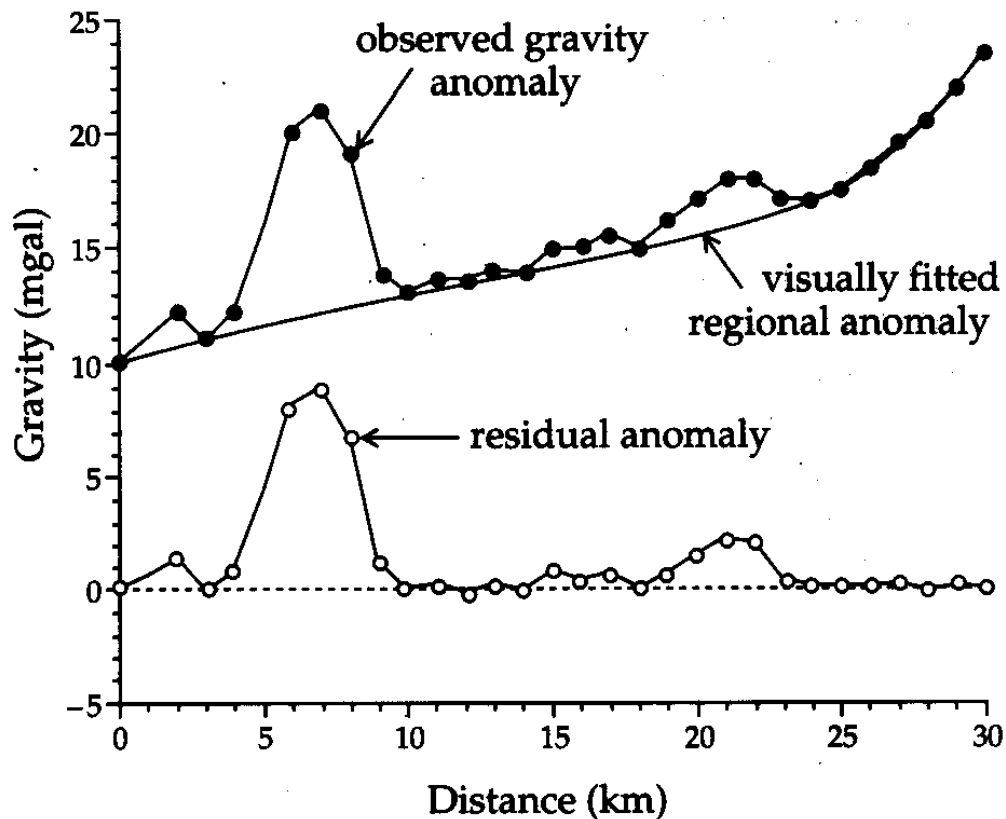


E aqui? Será necessário fazer uma separação ou as anomalias já estão individualizadas?

Região sudoeste de Goiás, com as alcalinas da Província Alcalina de Goiás.



Visual: remove uma tendência suave



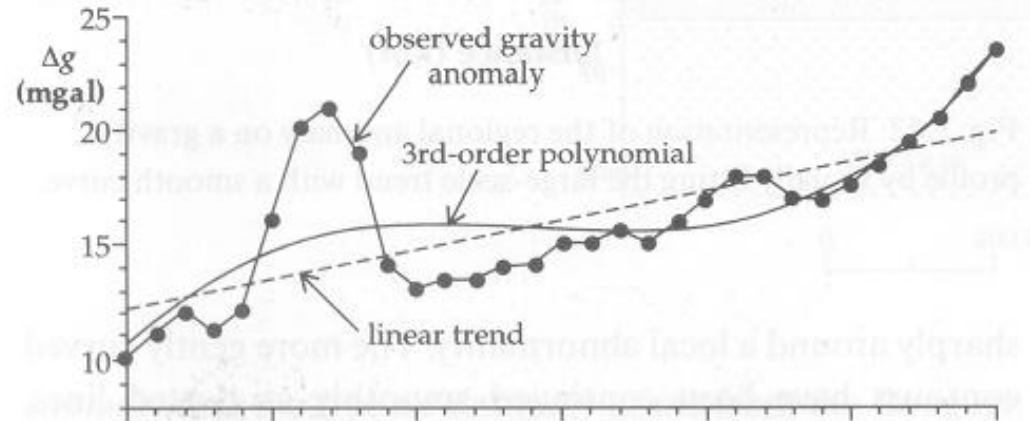
Esta forma de separação é feita manualmente, por inspeção visual de um perfil ou mapa simples. É bom ter um conhecimento geológico da região e também do levantamento gravimétrico.

Ajuste por polinômios

- Perfil – polinômio univariado, ajustado por mínimos quadrados:
- $\Delta g = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$
- Mapa – polinômio bivariado, ajustado por mínimos quadrados :
- $\Delta g(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy$
- Mínimos quadrados
- Problema: média dos valores gravimétricos → anomalias de sinal contrário flanqueando o que interessa que não tem sentido geológico
- Alternativa: polinômios robustos

Ajuste por polinômios

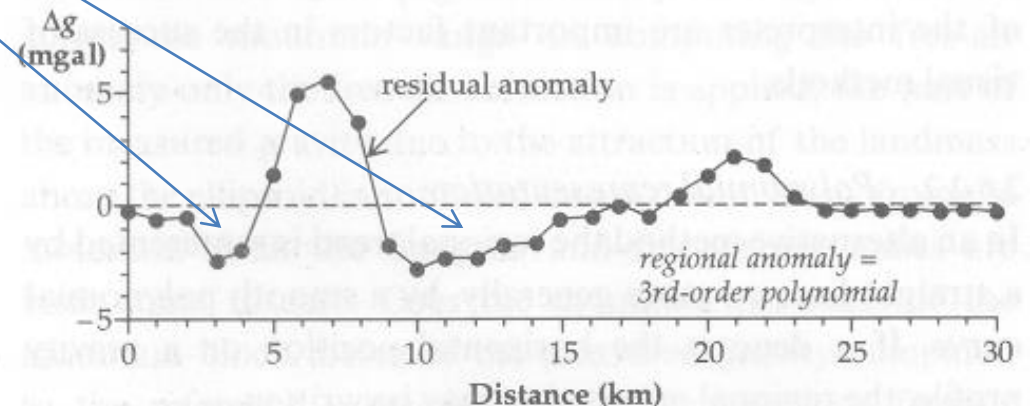
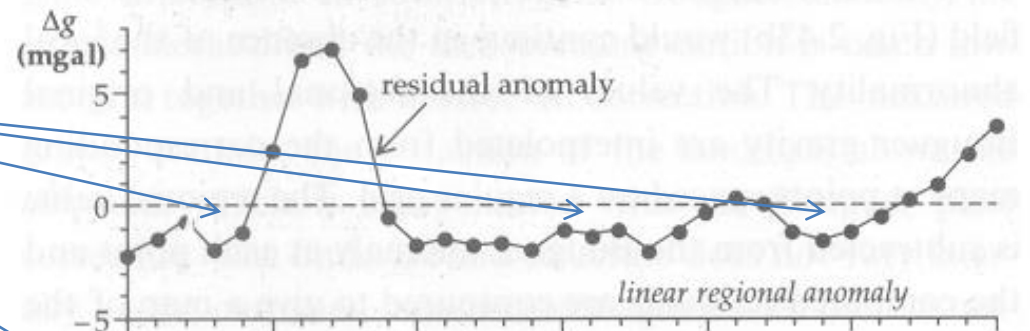
- Em perfil



Será que isto tem sentido geológico?

Só o conhecimento da geologia é que pode indicar qual o melhor tipo de ajuste!

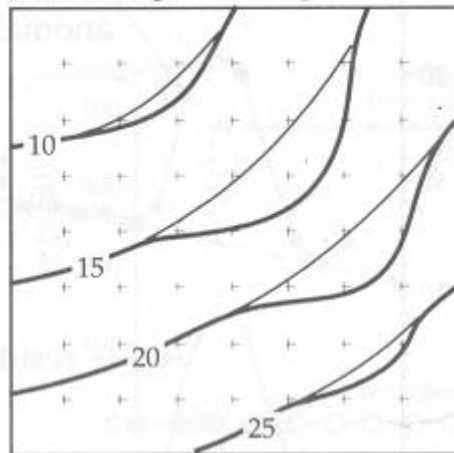
Por isso a separação regional-residual já é considerada interpretação.



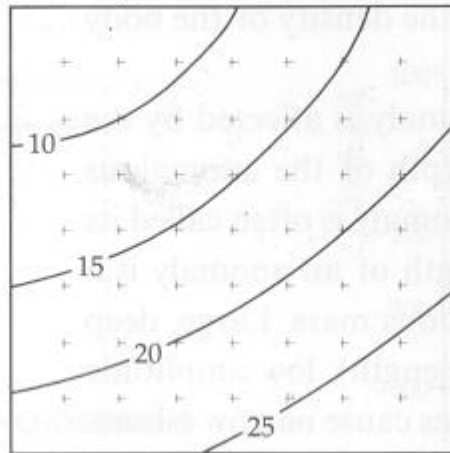
Ajuste por polinômios

- Em mapa

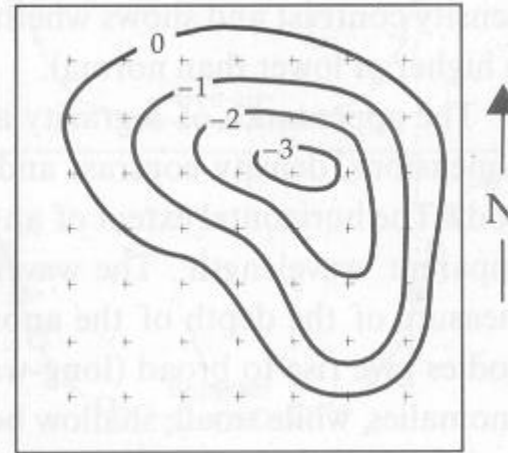
(a) Bouguer map



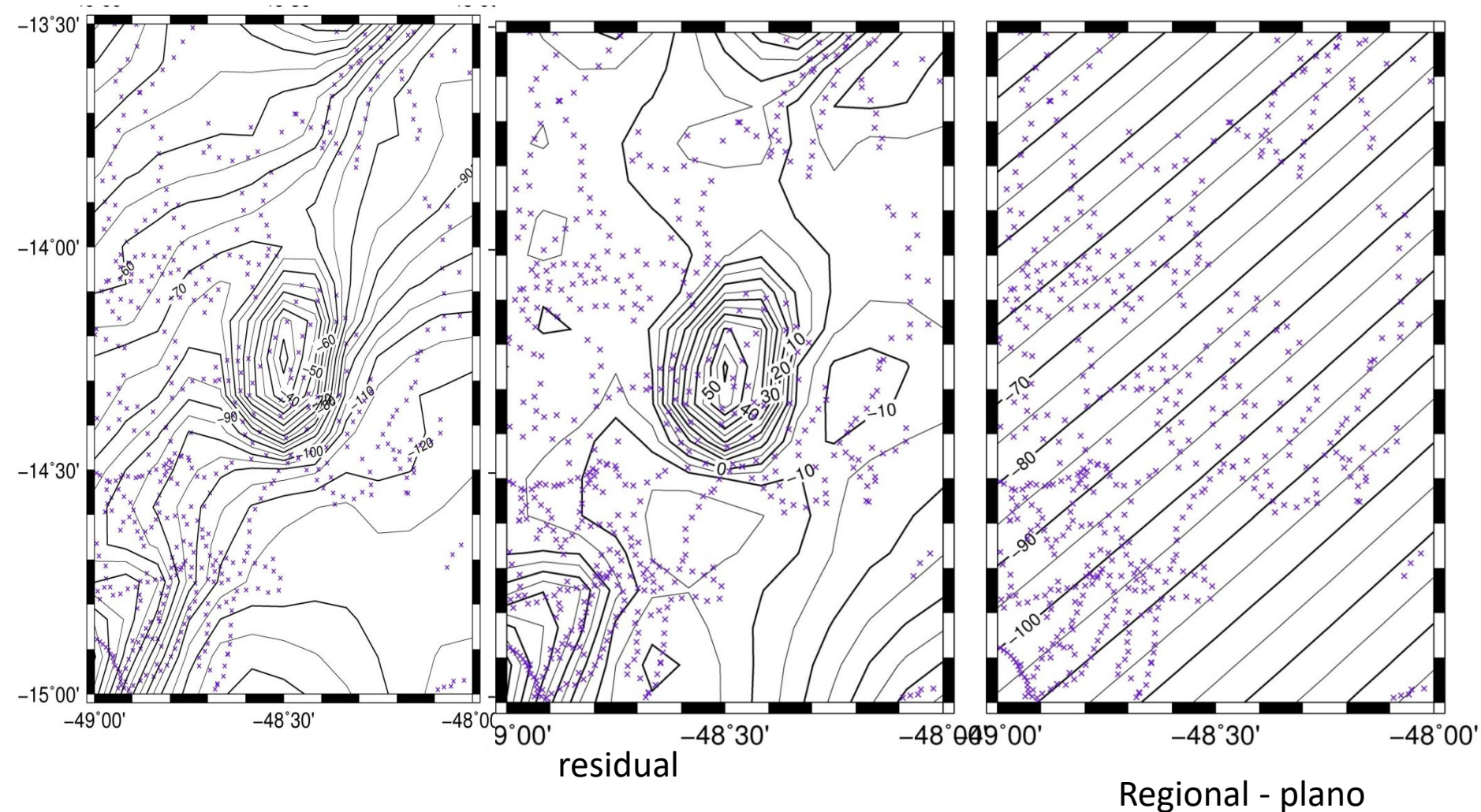
(b) regional anomaly



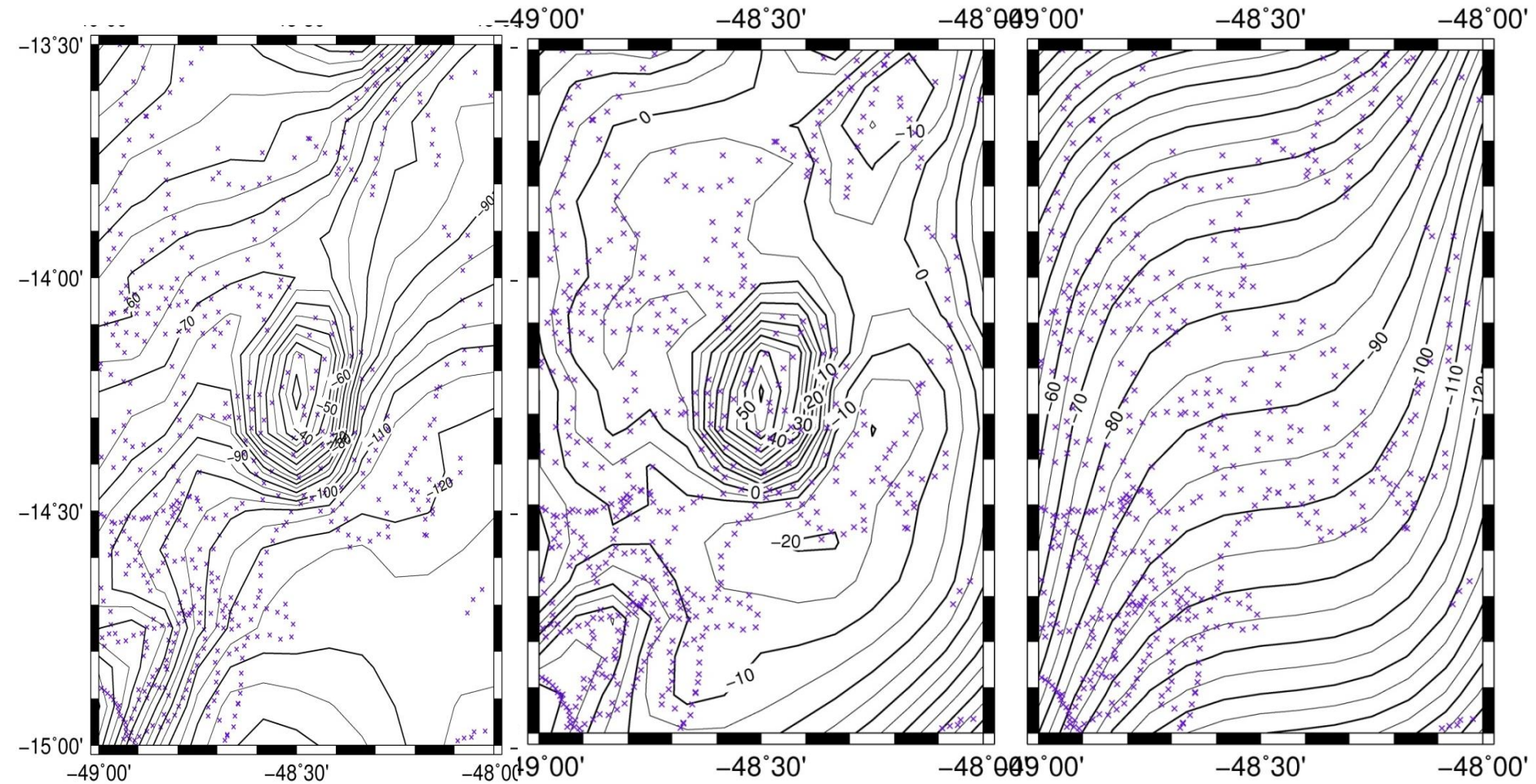
(c) residual anomaly



Ajuste polinomial do mapa de anomalia Bouguer de Niquelândia



Ajuste polinomial do mapa de anomalia Bouguer de Niquelândia



residual

Regional-grau 3