

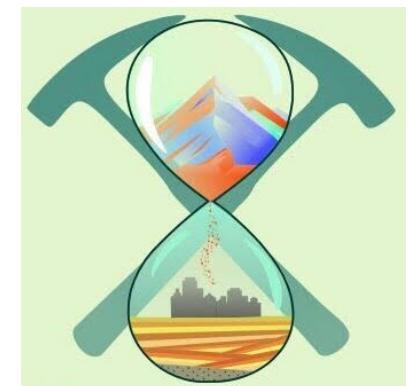


Métodos potenciais e suas aplicações

Vanderlei C. Oliveira Jr.



2017



Conteúdo

- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

- **Métodos potenciais** {
 Magnetometria
 Gravimetria}
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Magnetometria

- É um dos métodos geofísicos mais antigos
- Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos

Magnetometria

- É um dos métodos geofísicos mais antigos
- Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos

Magnetometria

- É um dos métodos geofísicos mais antigos
- Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos

Magnetometria

- É um dos métodos geofísicos mais antigos
- Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos

Magnetometria

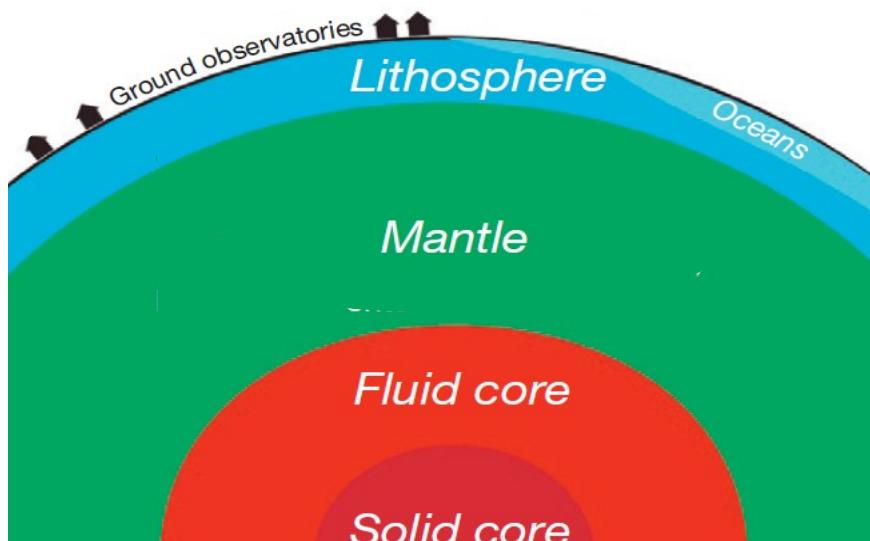
- É um dos métodos geofísicos mais antigos
- Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos

Magnetometria

- É um dos métodos geofísicos mais antigos
 - Desenvolveu-se muito com o advento dos aerolevantamentos na 2^a guerra mundial
 - O desenvolvimento da instrumentação e das plataformas de computação aumentou a cobertura de grandes áreas
 - É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
 - É utilizado na localização de falhas, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Qual é o dado?

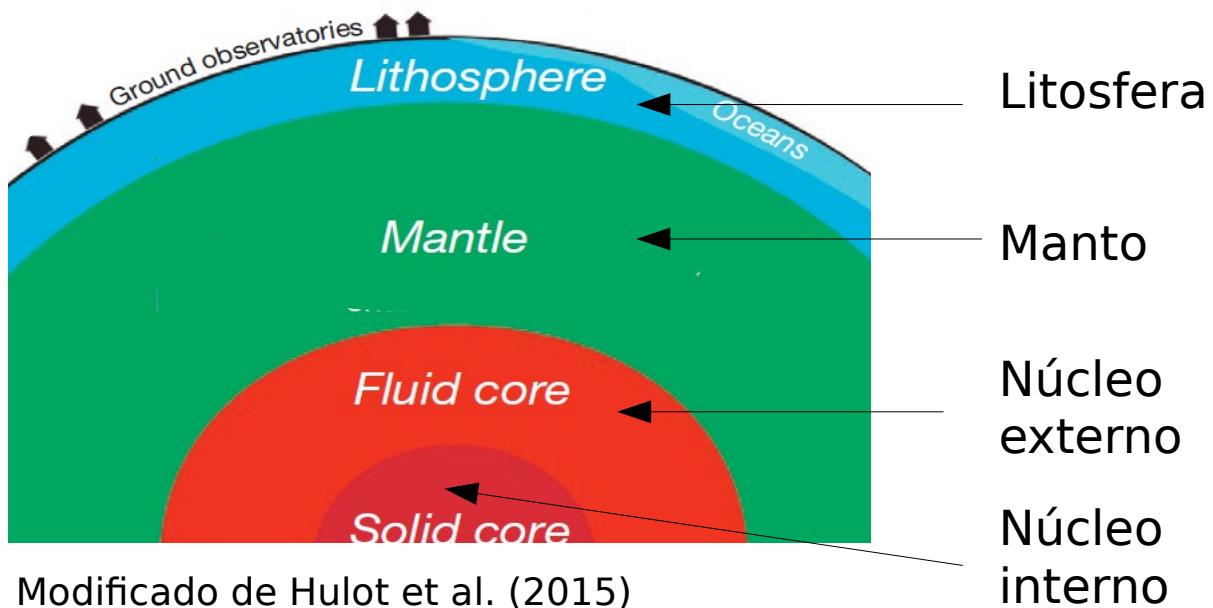
Para entendermos os dados, é importante definirmos alguns elementos da estrutura interna da Terra e também do campo magnético terrestre ou **campo geomagnético**

Representação simplificada da estrutura interna da Terra

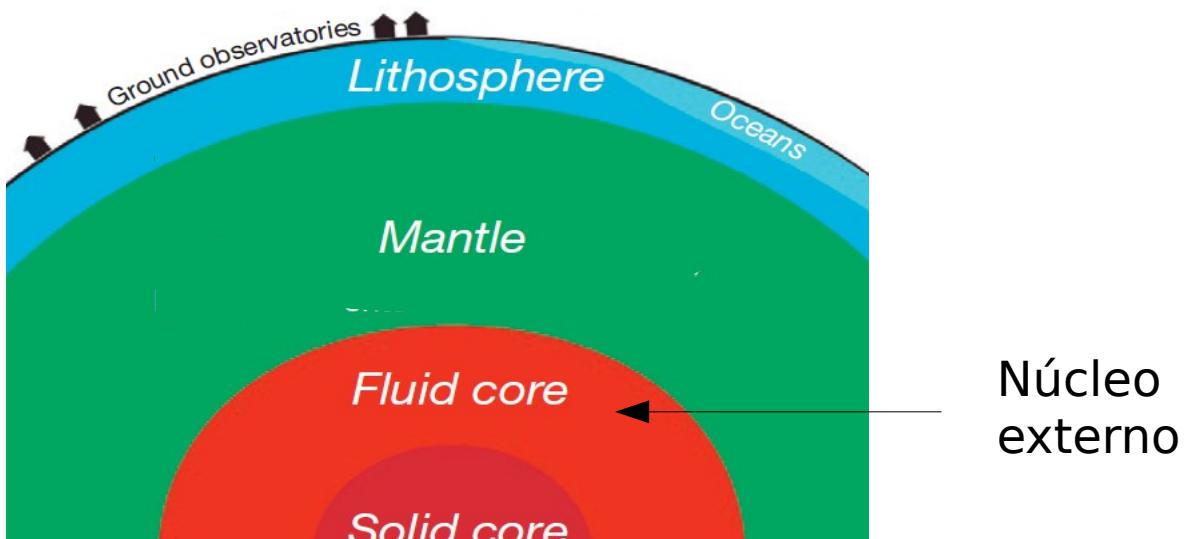


Modificado de Hulot et al. (2015)

Representação simplificada da estrutura interna da Terra

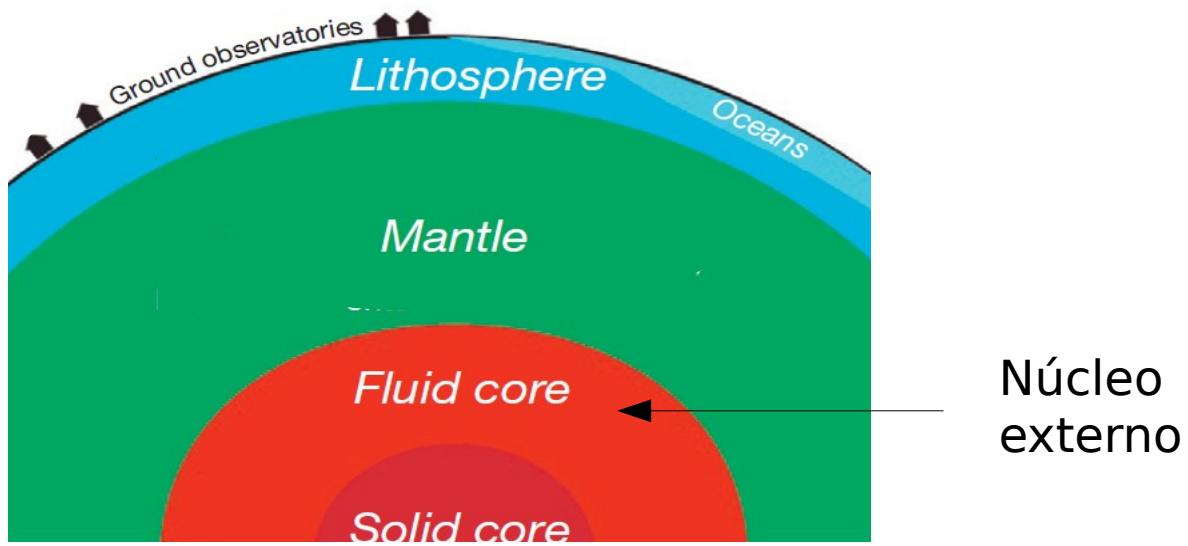


De acordo com a teoria mais aceita pela comunidade geofísica, a principal fonte do campo geomagnético (responsável por mais de 95% do campo) são as **correntes elétricas** provenientes do movimento do **núcleo externo**, que é líquido e contém ferro e níquel.



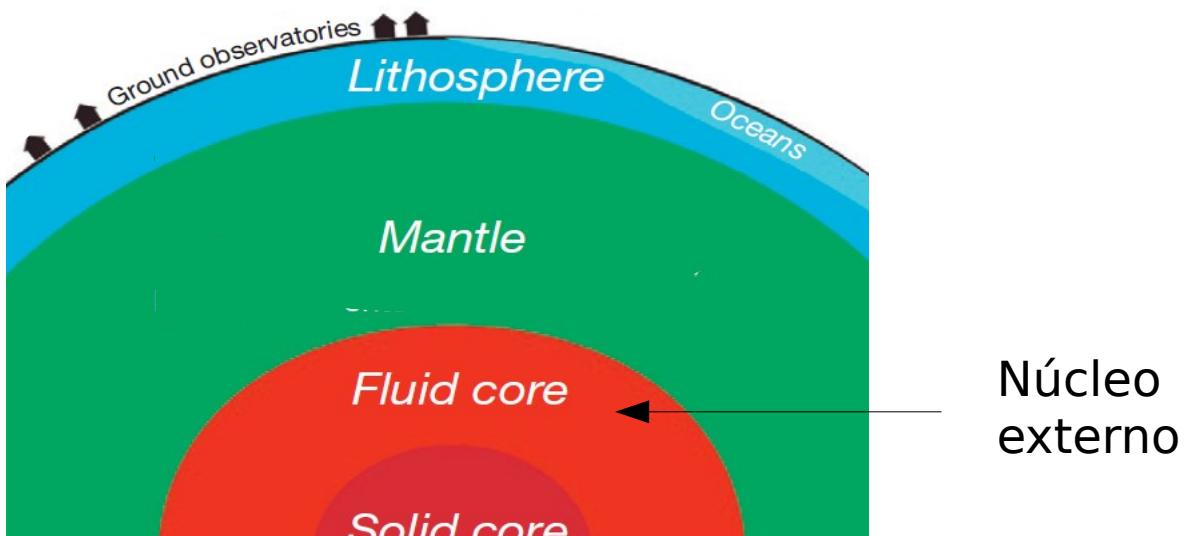
Modificado de Hulot et al. (2015)

O campo produzido pelo núcleo externo é denominado **campo principal** (Langel e Hinze, 1998; Hulot et al., 2015).



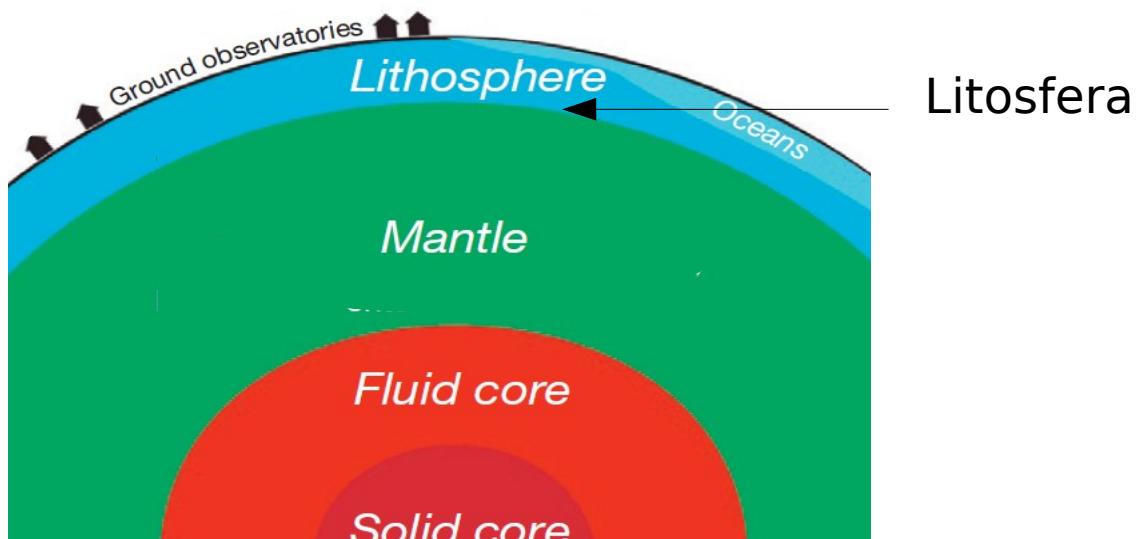
Modificado de Hulot et al. (2015)

Este campo é predominantemente **dipolar** (já já veremos o que isso quer dizer), suas variações temporais são da ordem de anos e sua amplitude varia de $\approx 22\ 600$ nT, sobre a anomalia magnética do Atlântico Sul, até $\approx 66\ 670$ nT, próximo ao pólo sul (Hulot et al., 2015).



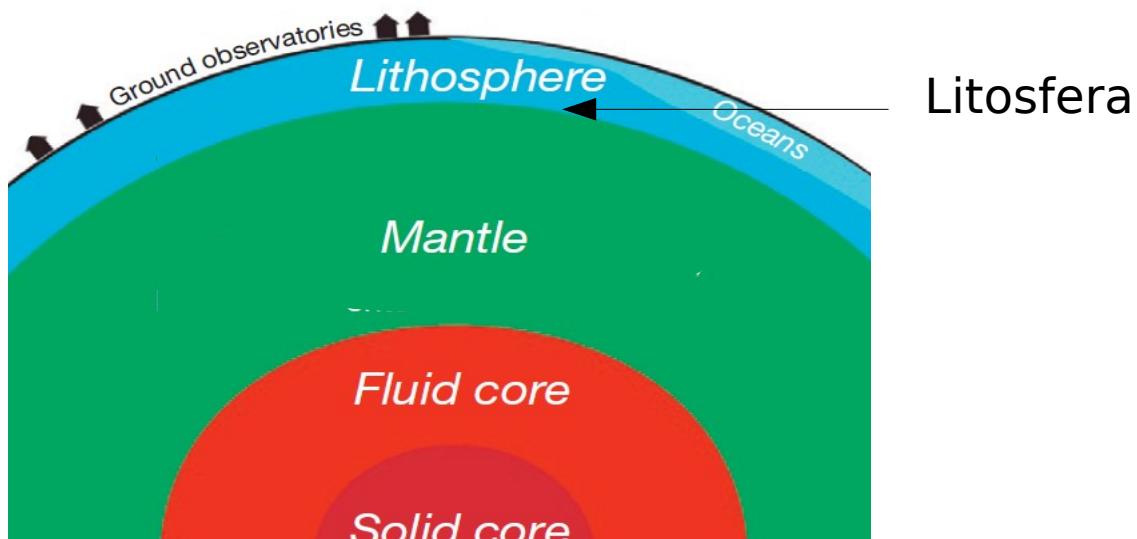
Modificado de Hulot et al. (2015)

As fontes presentes na **litosfera** são **rochas magnetizadas**. Estas rochas se mantêm magnetizadas porque estão abaixo de suas respectivas temperaturas de Curie.



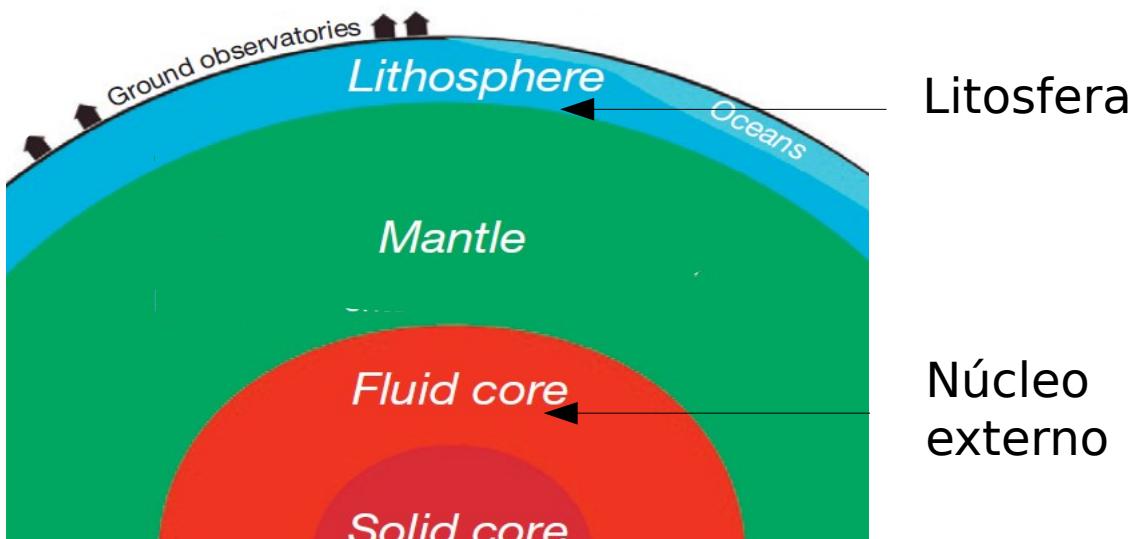
Modificado de Hulot et al. (2015)

O campo produzido por estas fontes é denominado **campo crustal** (Langel e Hinze, 1998; Hulot et al., 2015) e representa a principal componente do campo geomagnético para estudos de geofísica aplicada (Blakely, 1996; Nabighian et al., 2005).

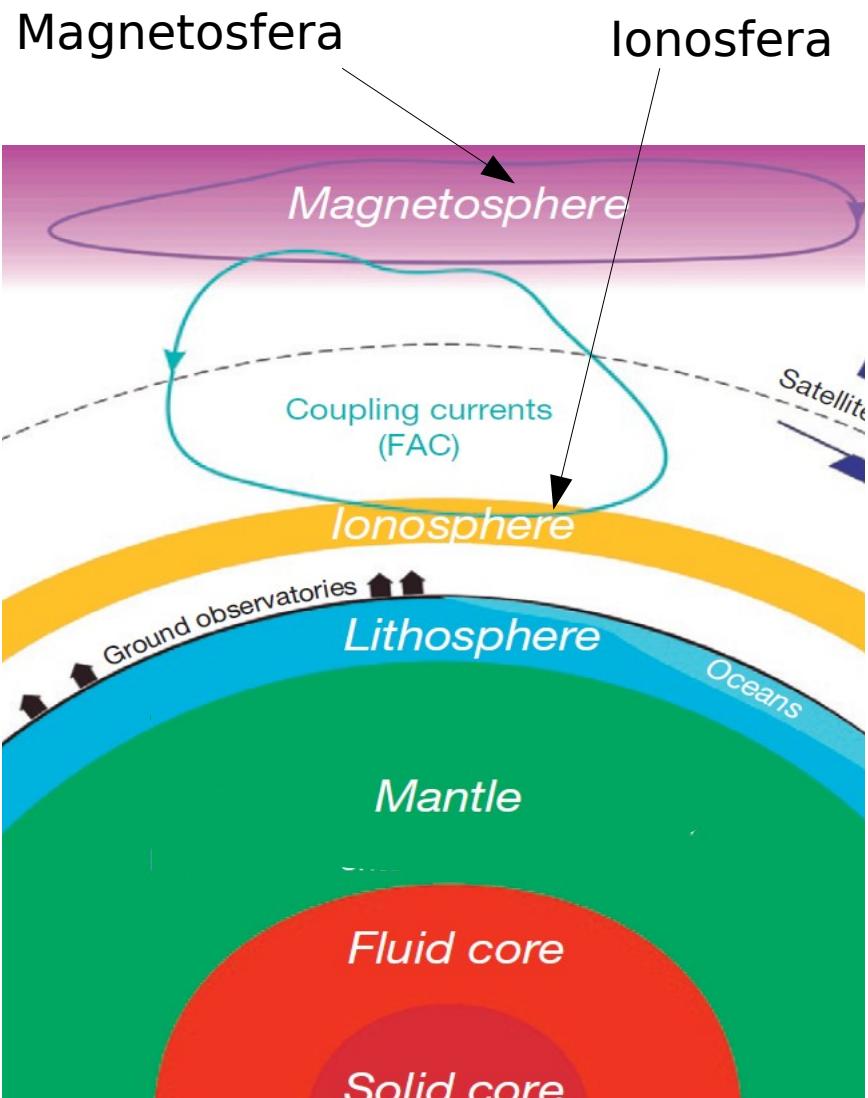


Modificado de Hulot et al. (2015)

Em geomagnetismo, a soma dos campos crustal e principal é denominada **campo interno** (Langel e Hinze, 1998; Hulot et al., 2015). Já em geofísica aplicada, é denominada **campo total** (Blakely, 1996; Nabighian et al., 2005).

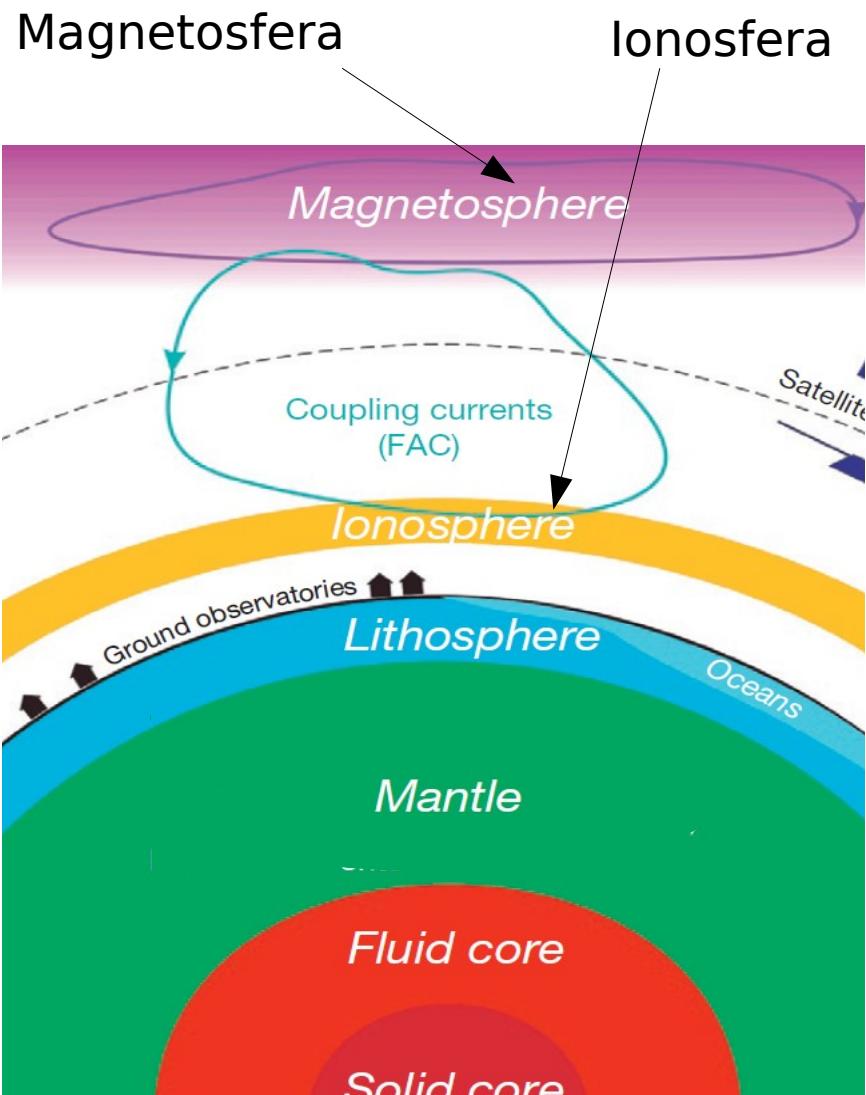


Modificado de Hulot et al. (2015)



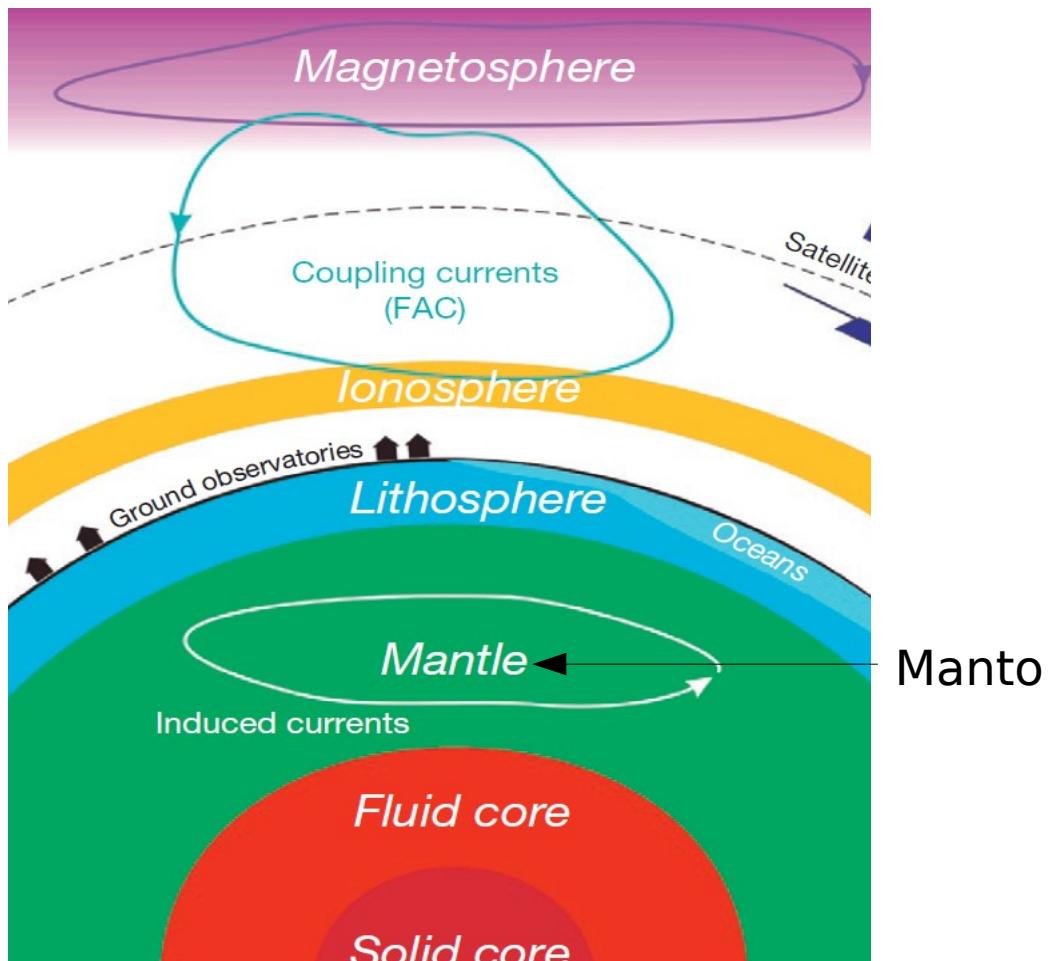
Modificado de Hulot et al. (2015)

Outras fontes do campo geomagnético são correntes elétricas provenientes do movimento de partículas carregadas na **magnetosfera** e **ionosfera**.



Modificado de Hulot et al. (2015)

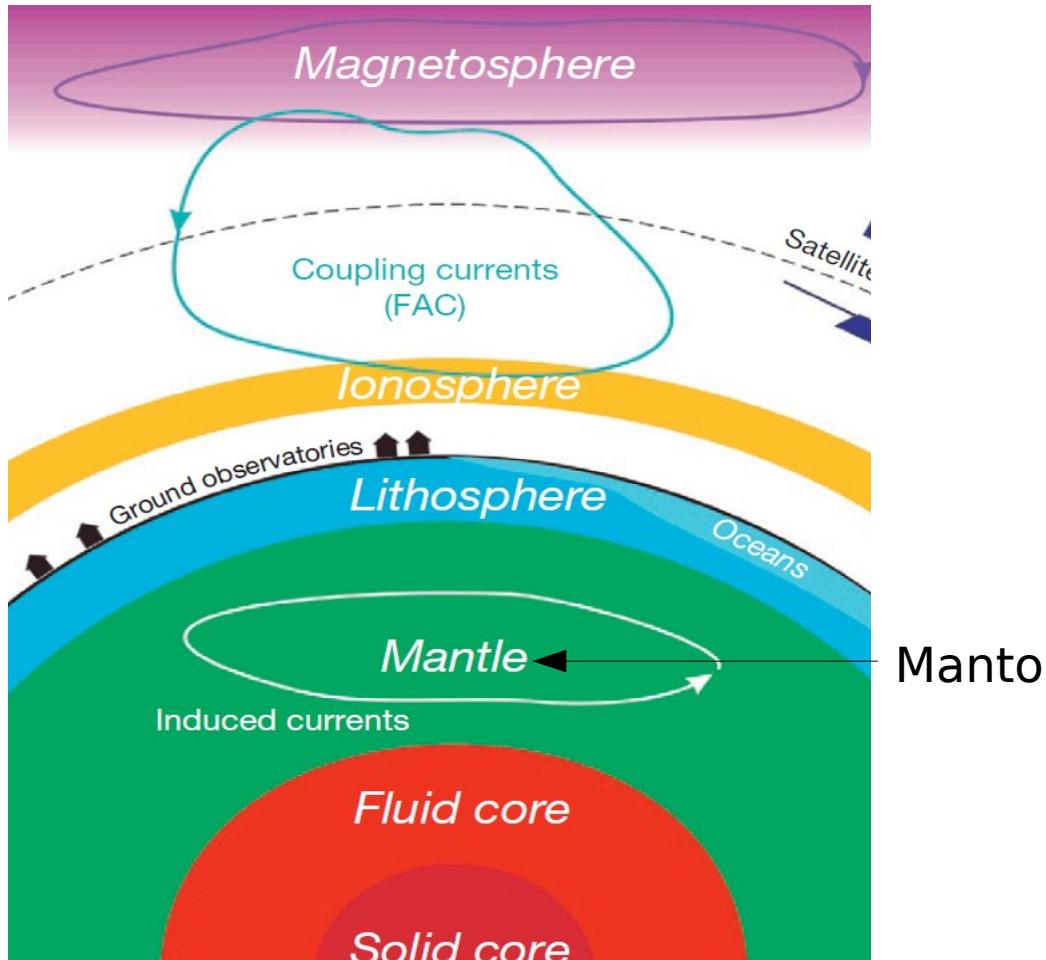
O campo resultante produzido por estas fontes é denominado **campo externo** (Langel e Hinze, 1998; Hulot et al., 2015).



Modificado de Hulot et al. (2015)

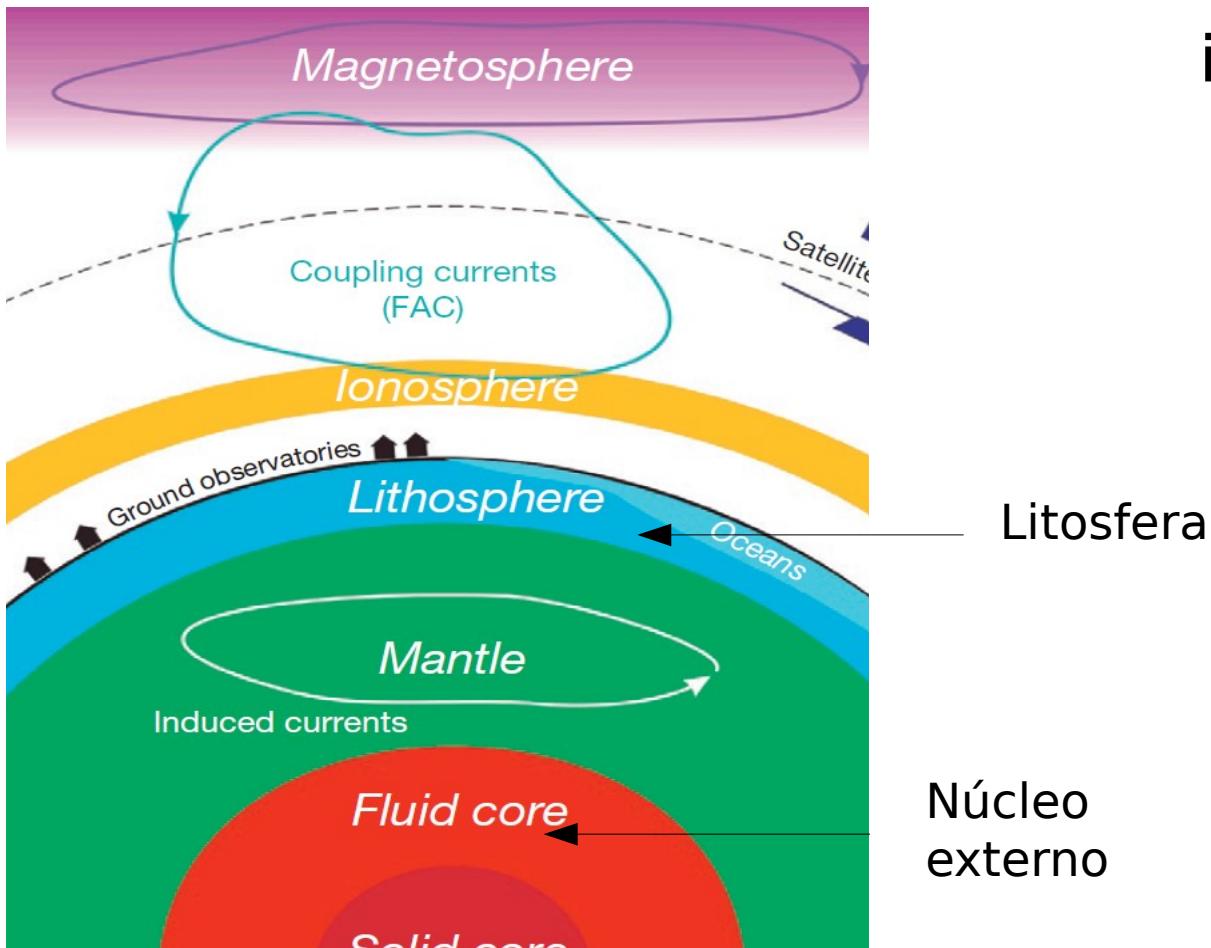
Por fim, outras fontes do campo geomagnético são correntes elétricas induzidas na crosta, manto e oceanos. Estas correntes são produzidas por variações temporais do campo geomagnético.

Estas correntes dão origem aos **campos induzidos**.



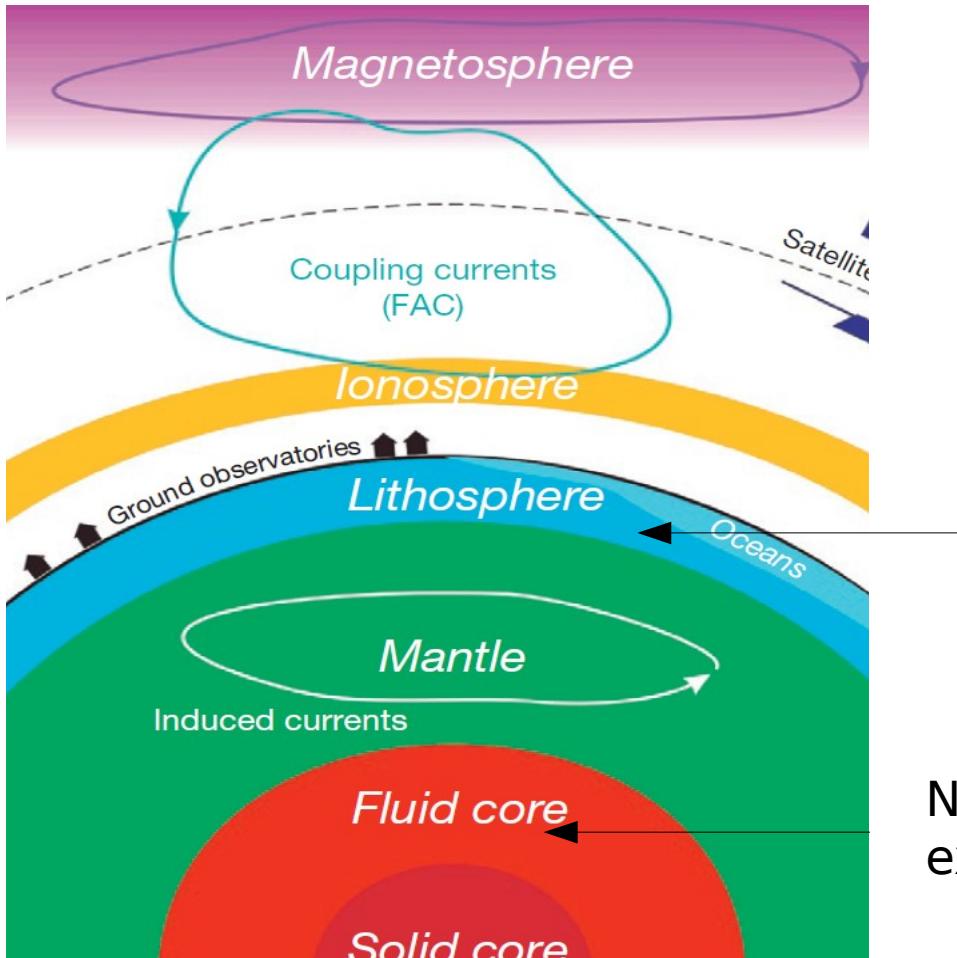
Modificado de Hulot et al. (2015)

Em geofísica aplicada,
em geral, estamos
interessados apenas no
campo total (ou
campo interno)



Modificado de Hulot et al. (2015)

Em geofísica aplicada,
em geral, estamos
interessados apenas no
campo total (ou
campo interno)

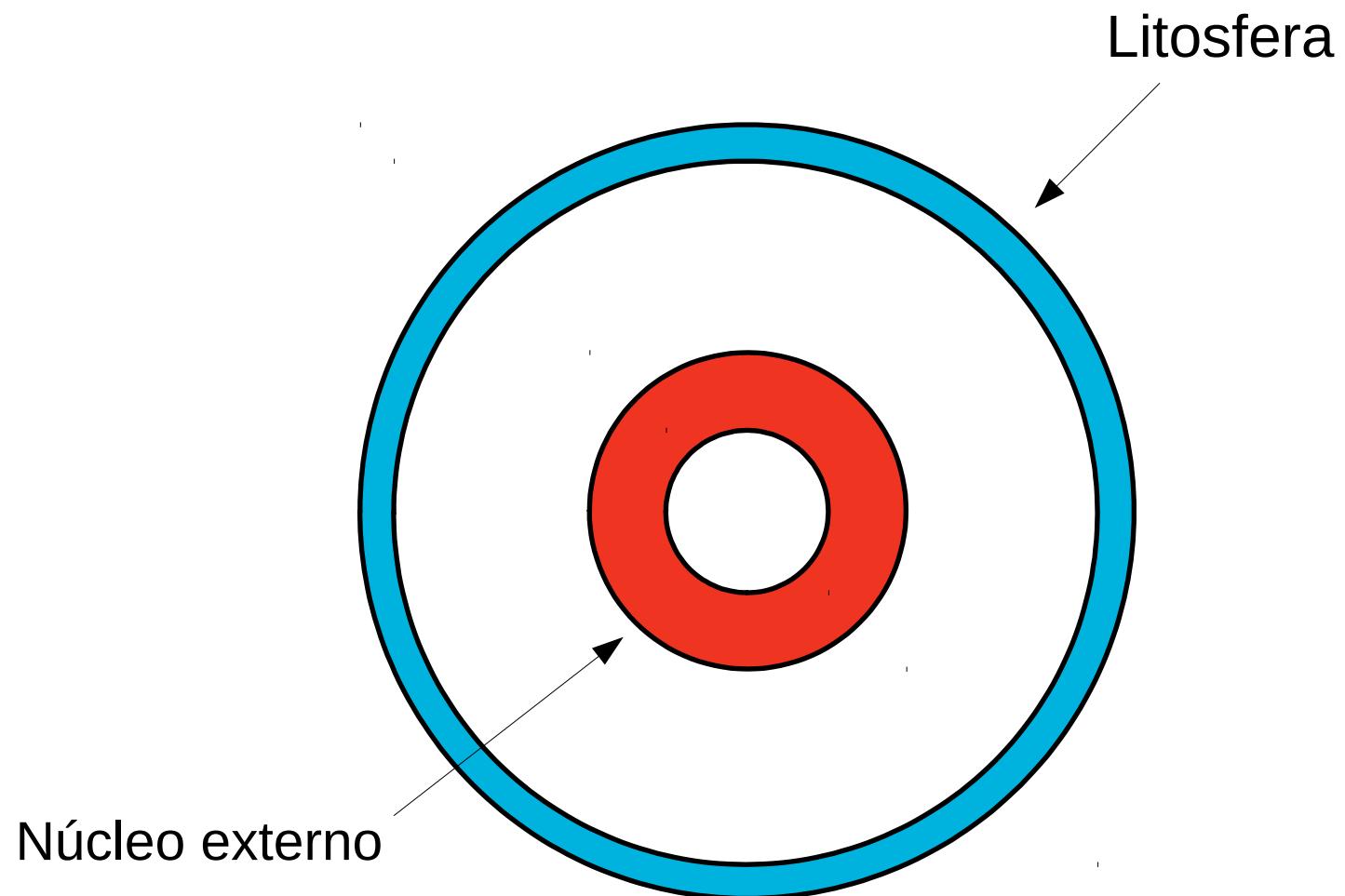


Modificado de Hulot et al. (2015)

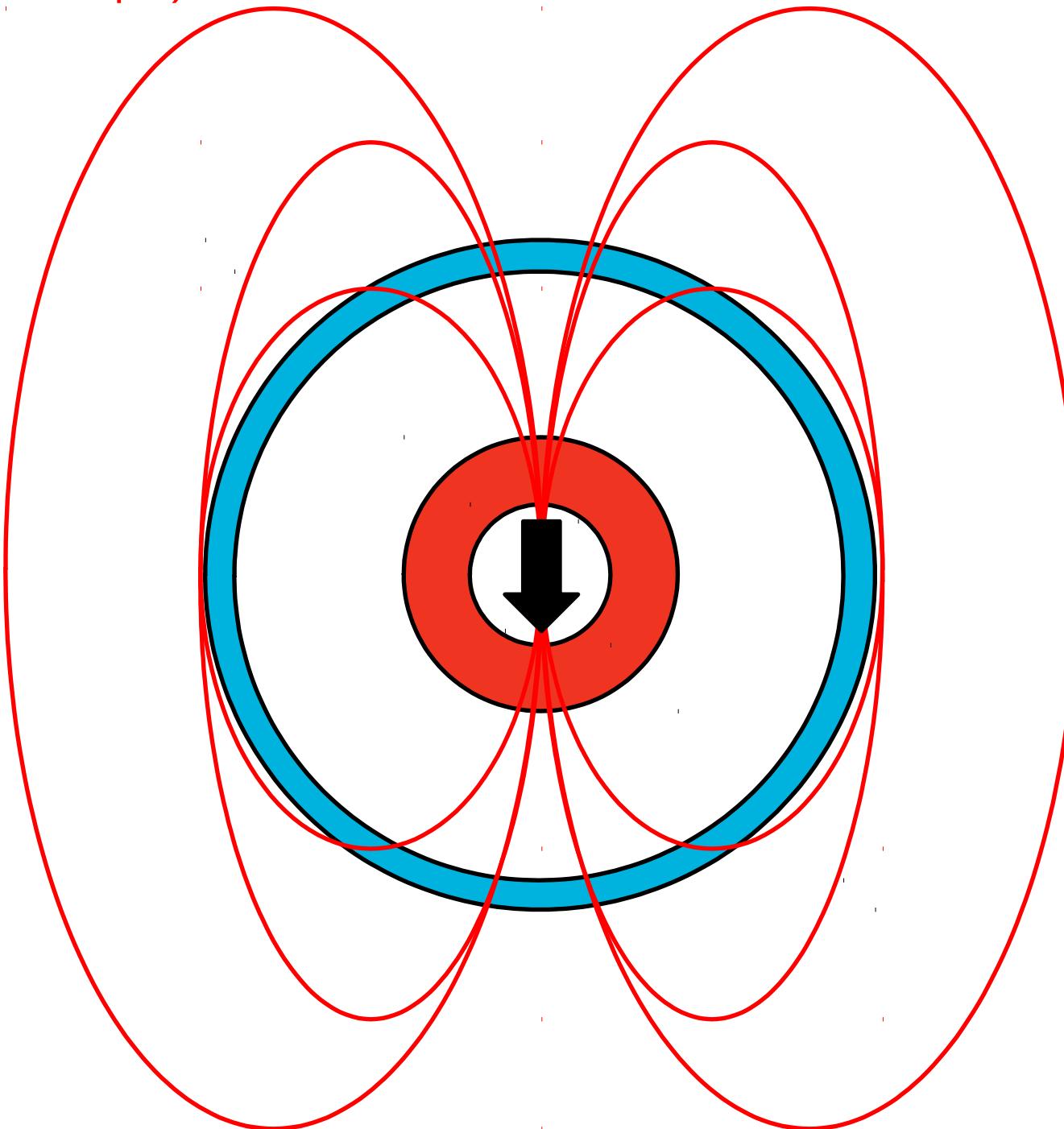
Litosfera

Núcleo
externo

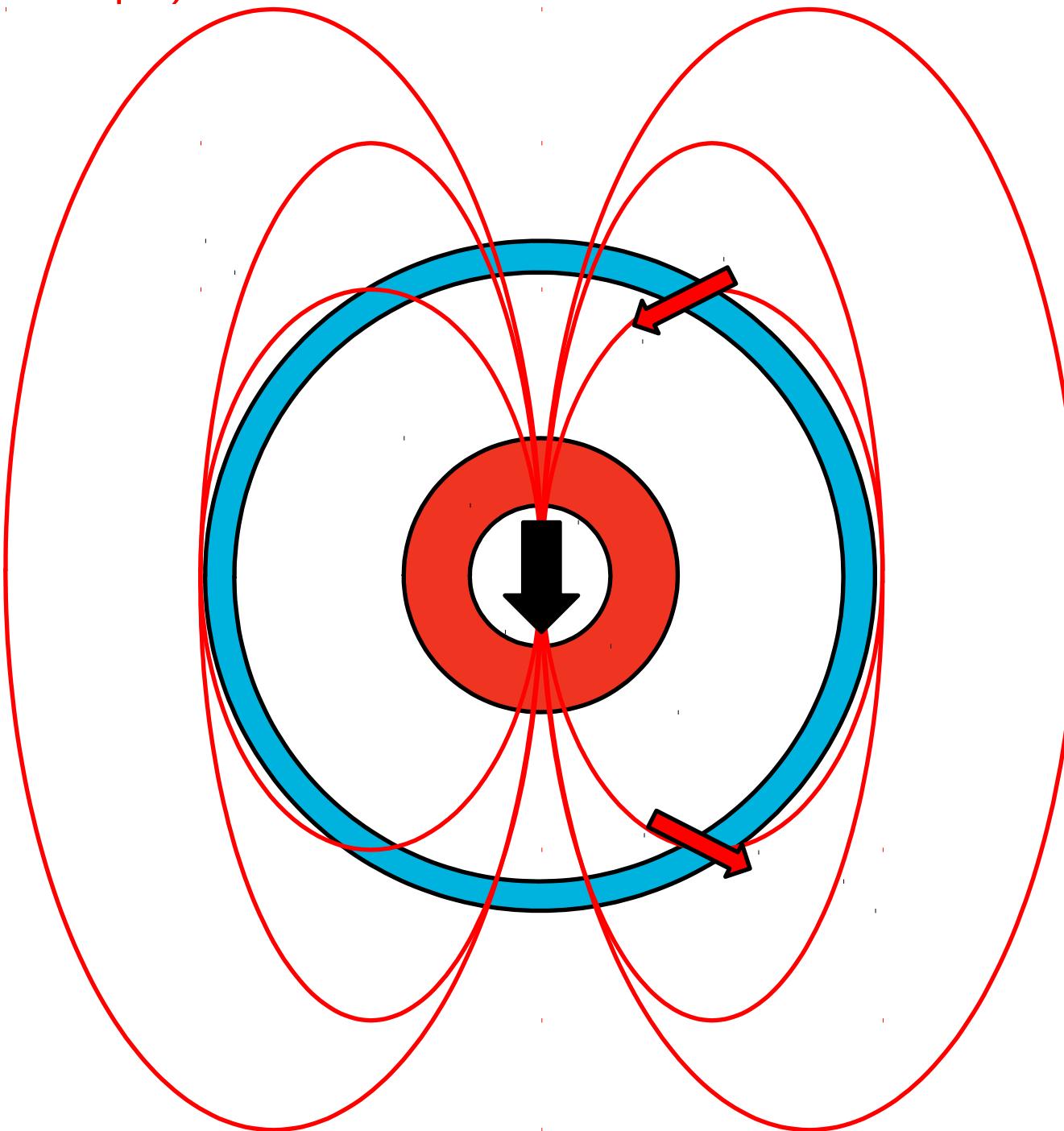
As outras componentes do
campo geomagnético são
removidas/atenuadas
durante o processamento



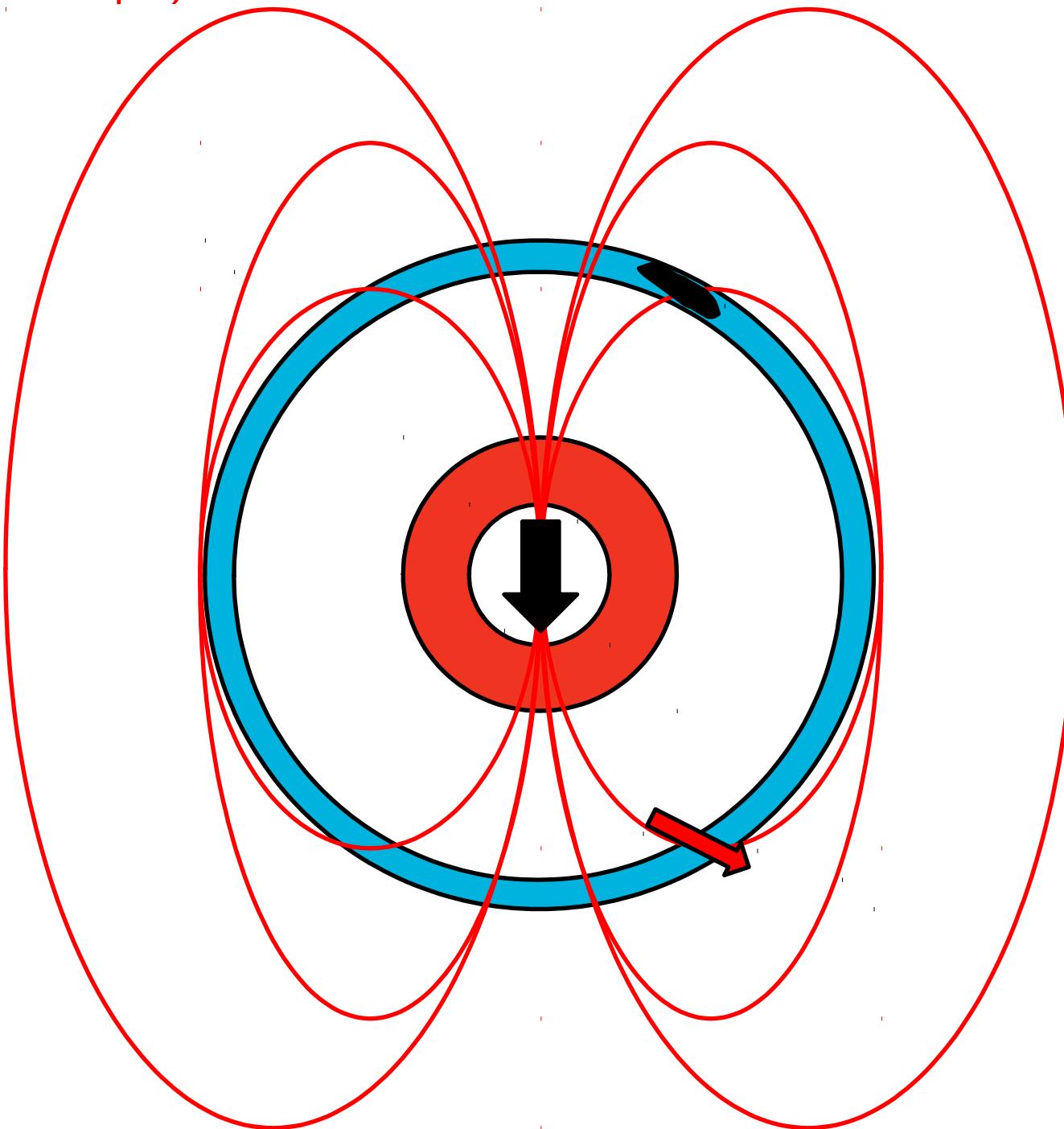
Campo principal
(IGRF, por exemplo)



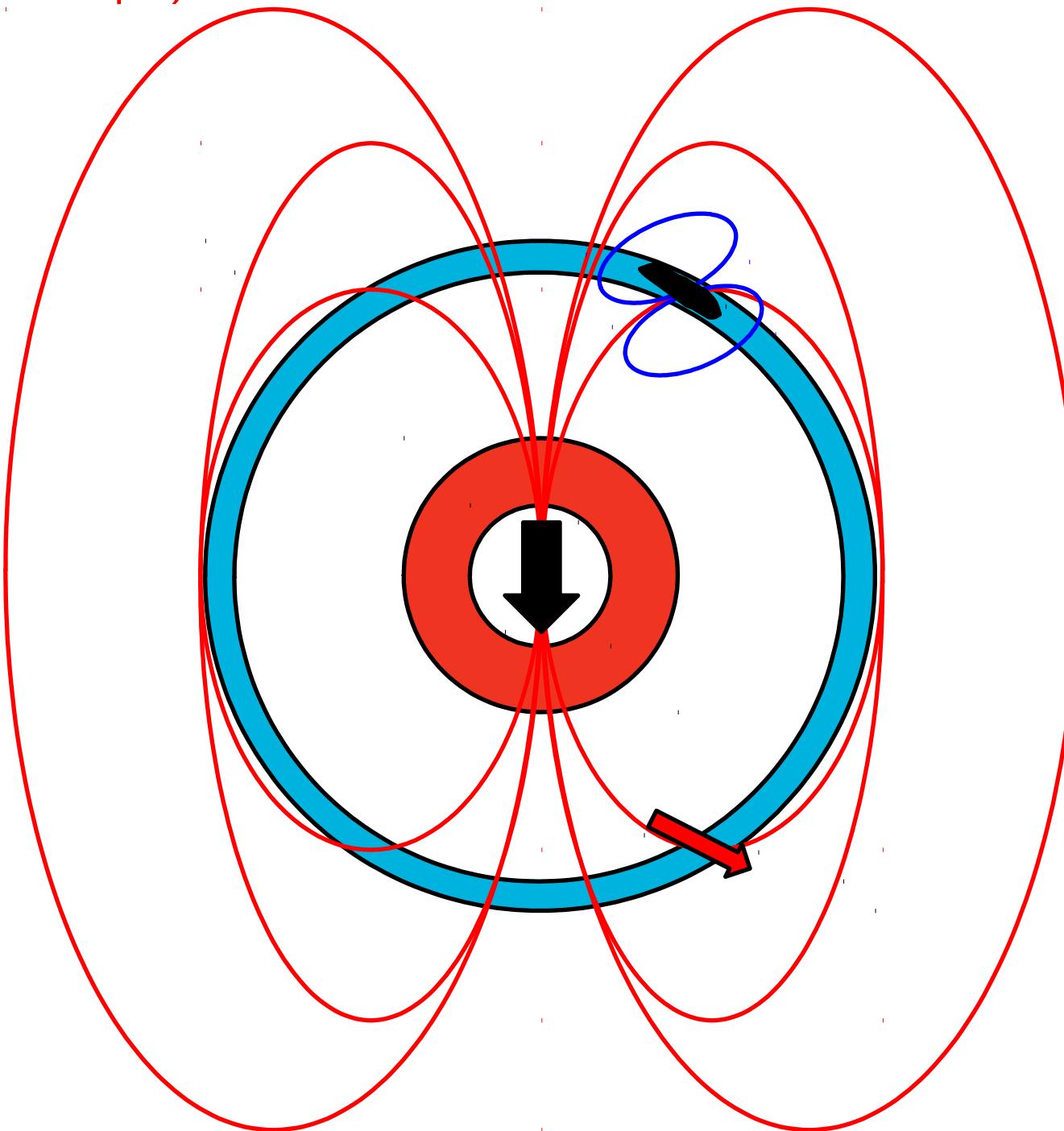
Campo principal
(IGRF, por exemplo)

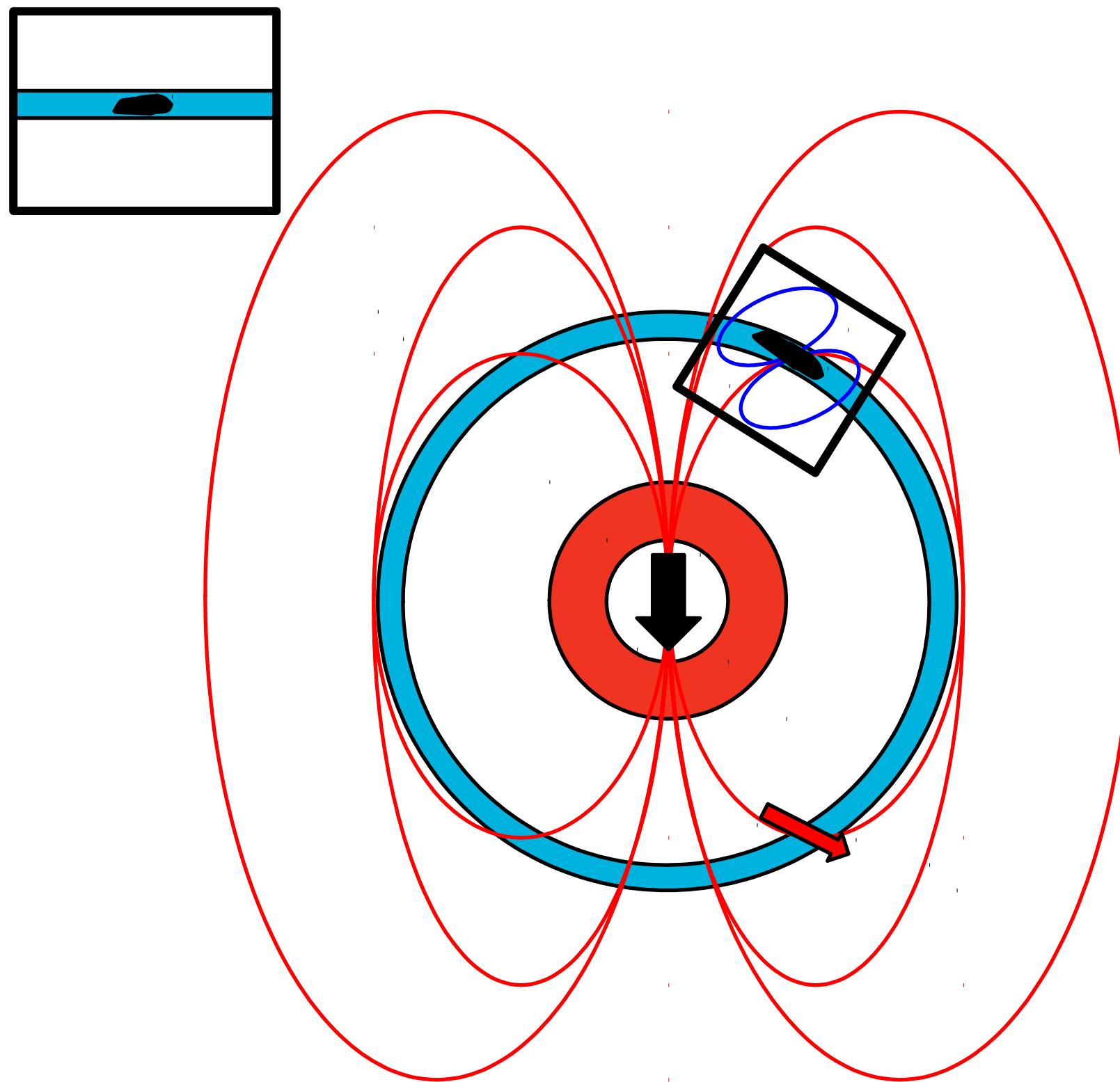


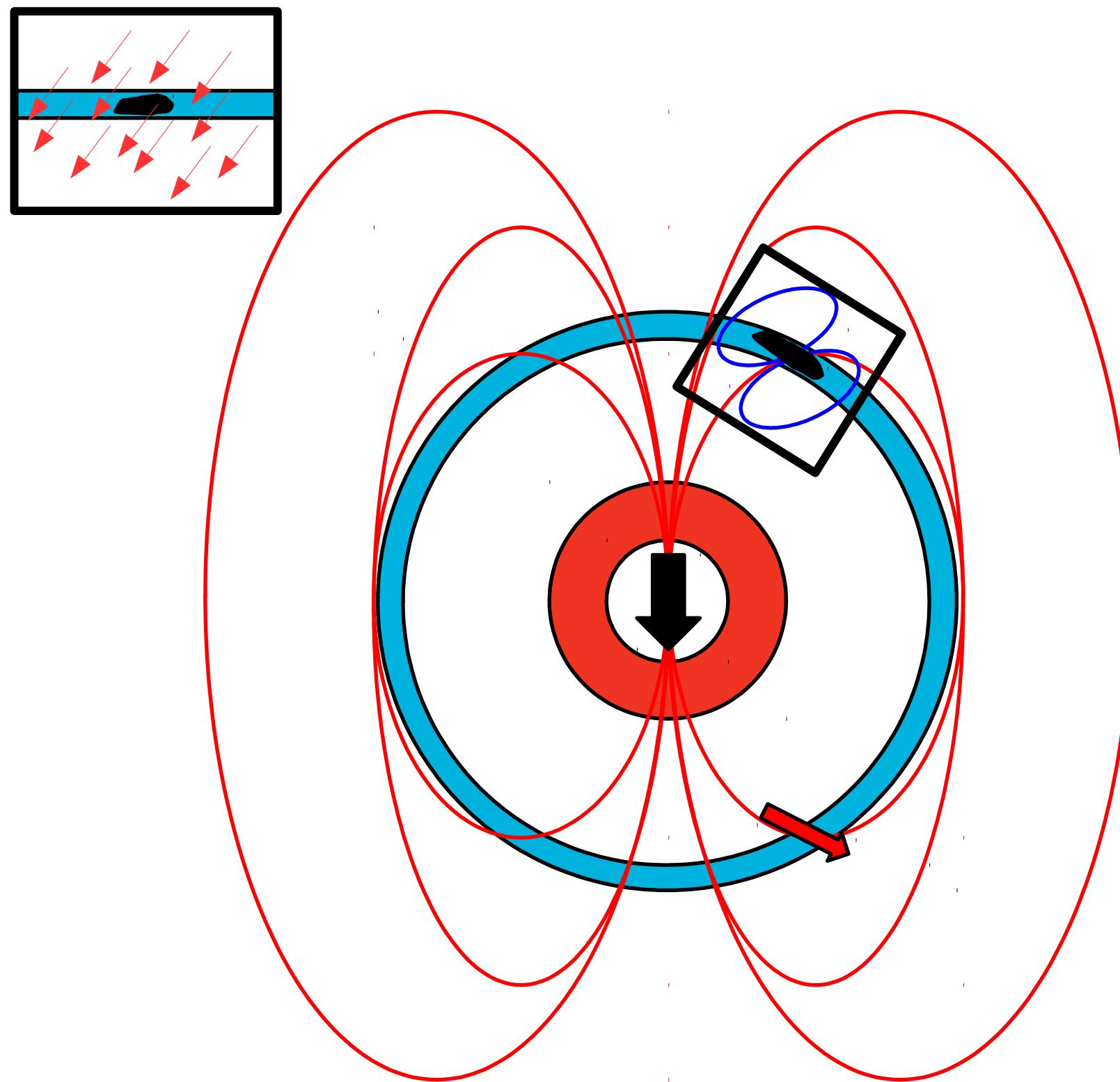
Campo principal
(IGRF, por exemplo)



Campo principal
(IGRF, por exemplo)



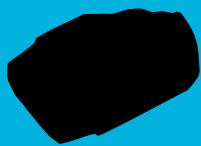




Campo
principal



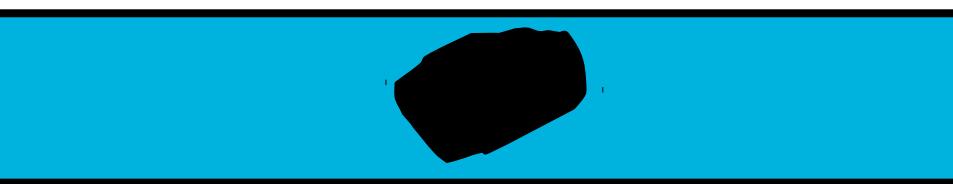
Norte



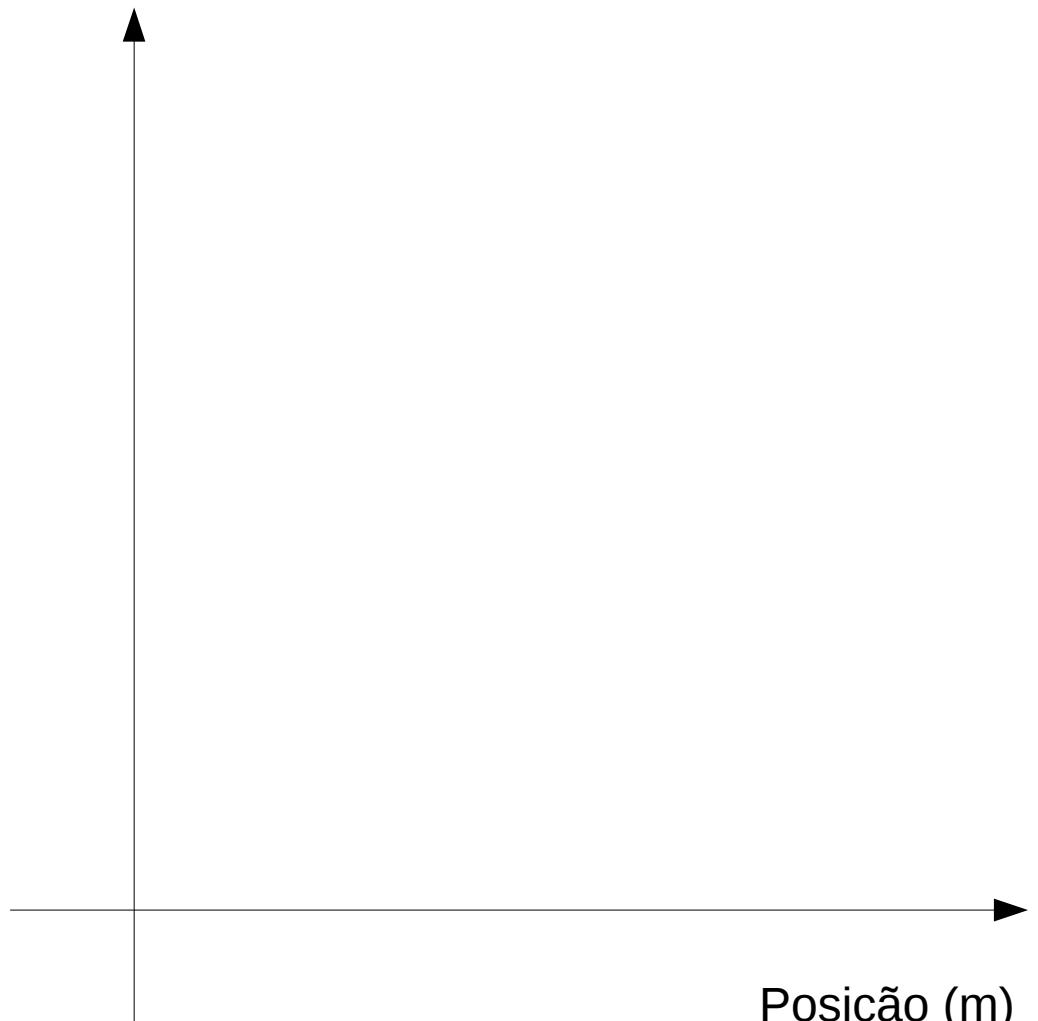
Campo
principal



Norte



Amplitude (nT)

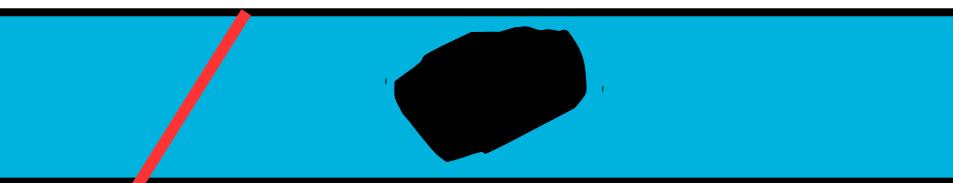


Posição (m)

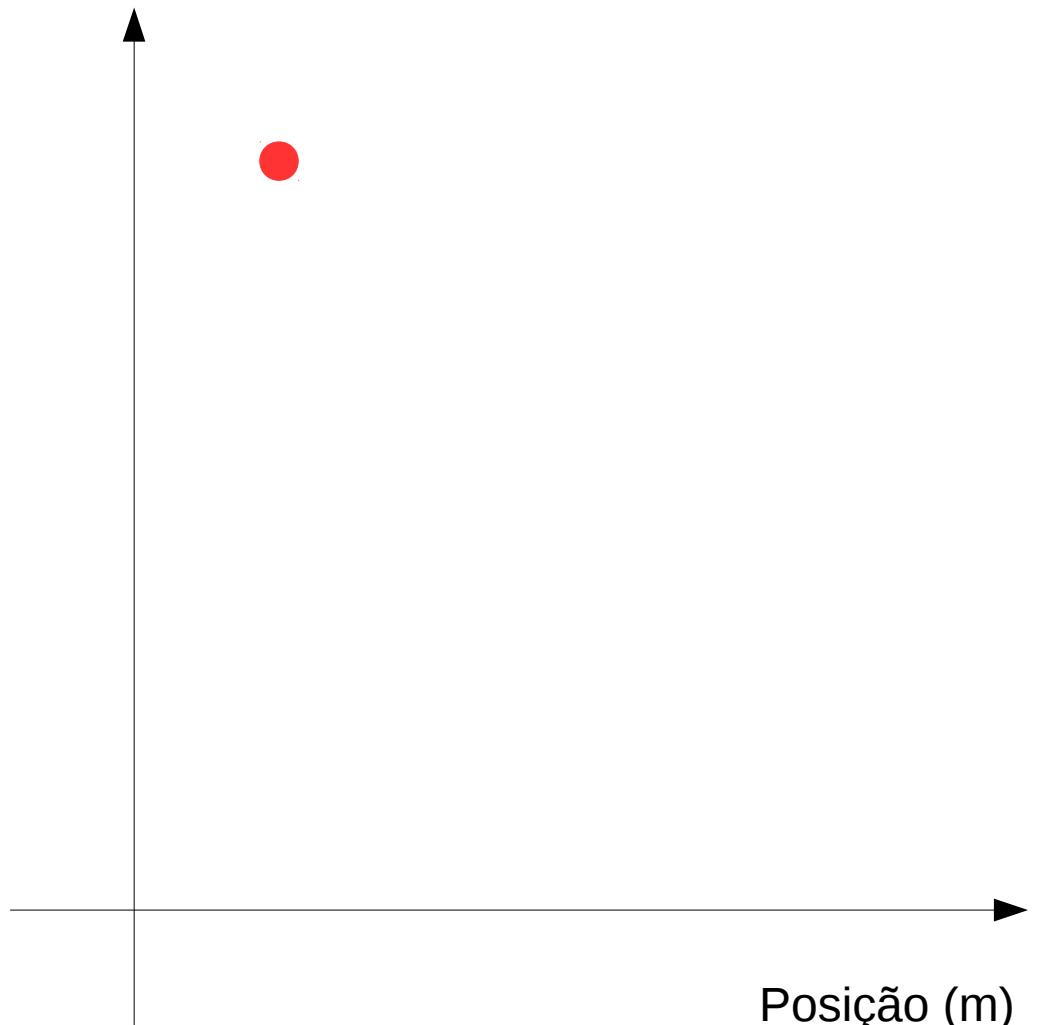
Campo
principal



Norte



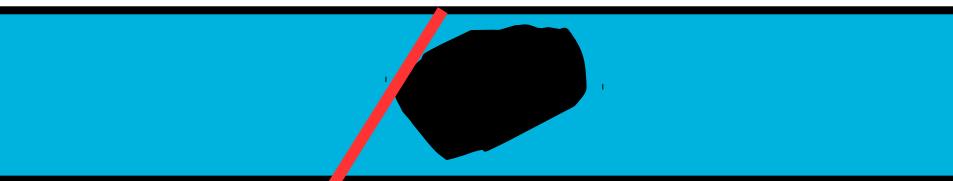
Amplitude (nT)



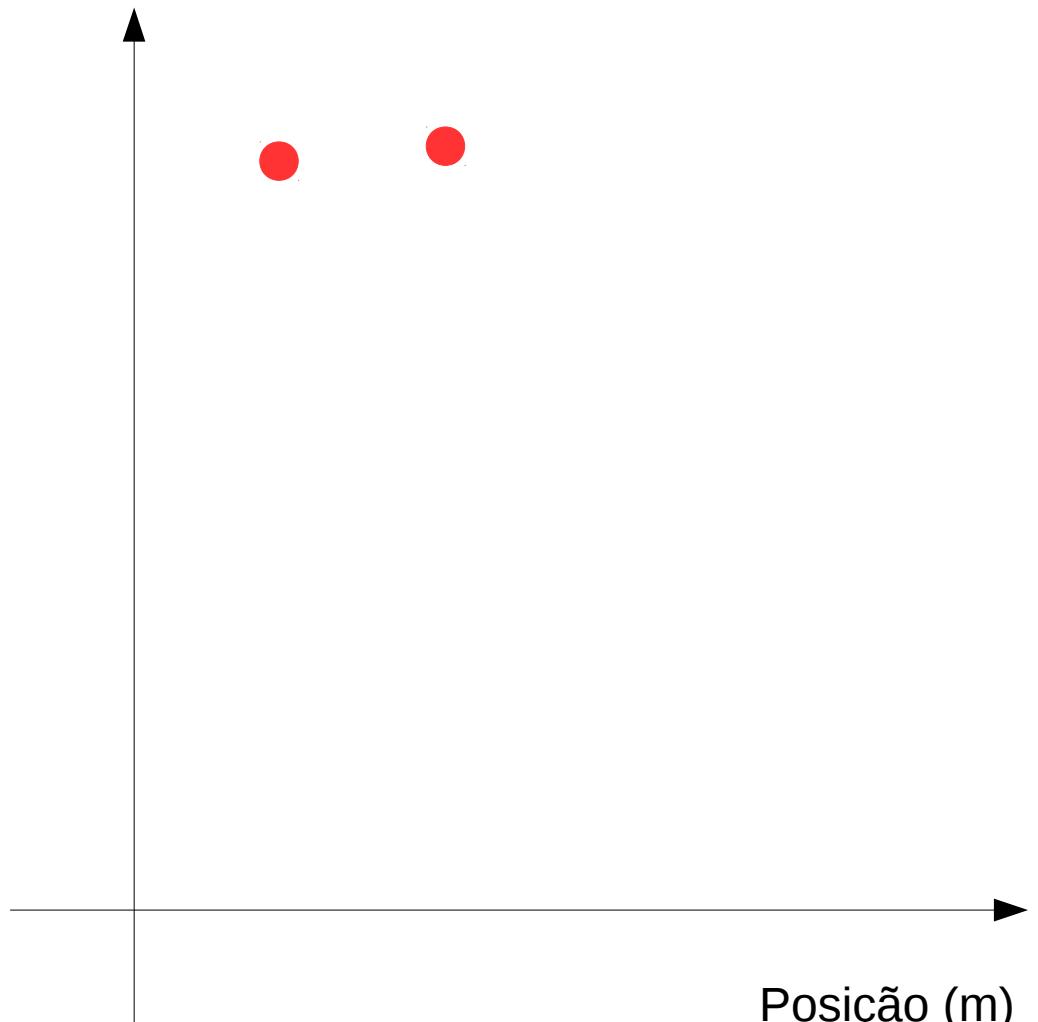
Campo
principal



Norte



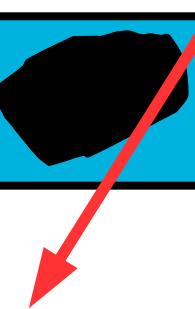
Amplitude (nT)



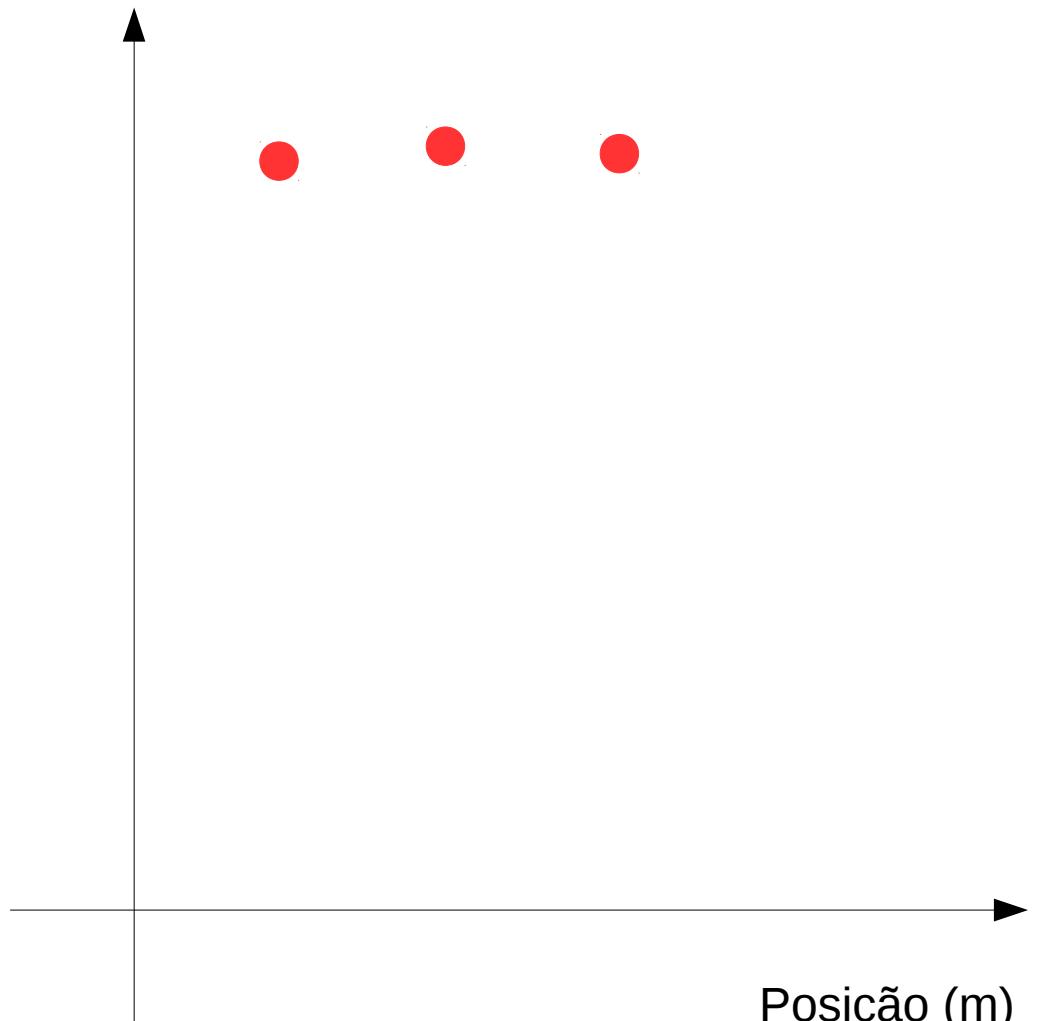
Campo
principal



Norte



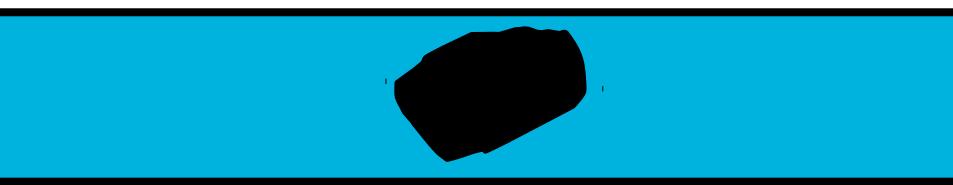
Amplitude (nT)



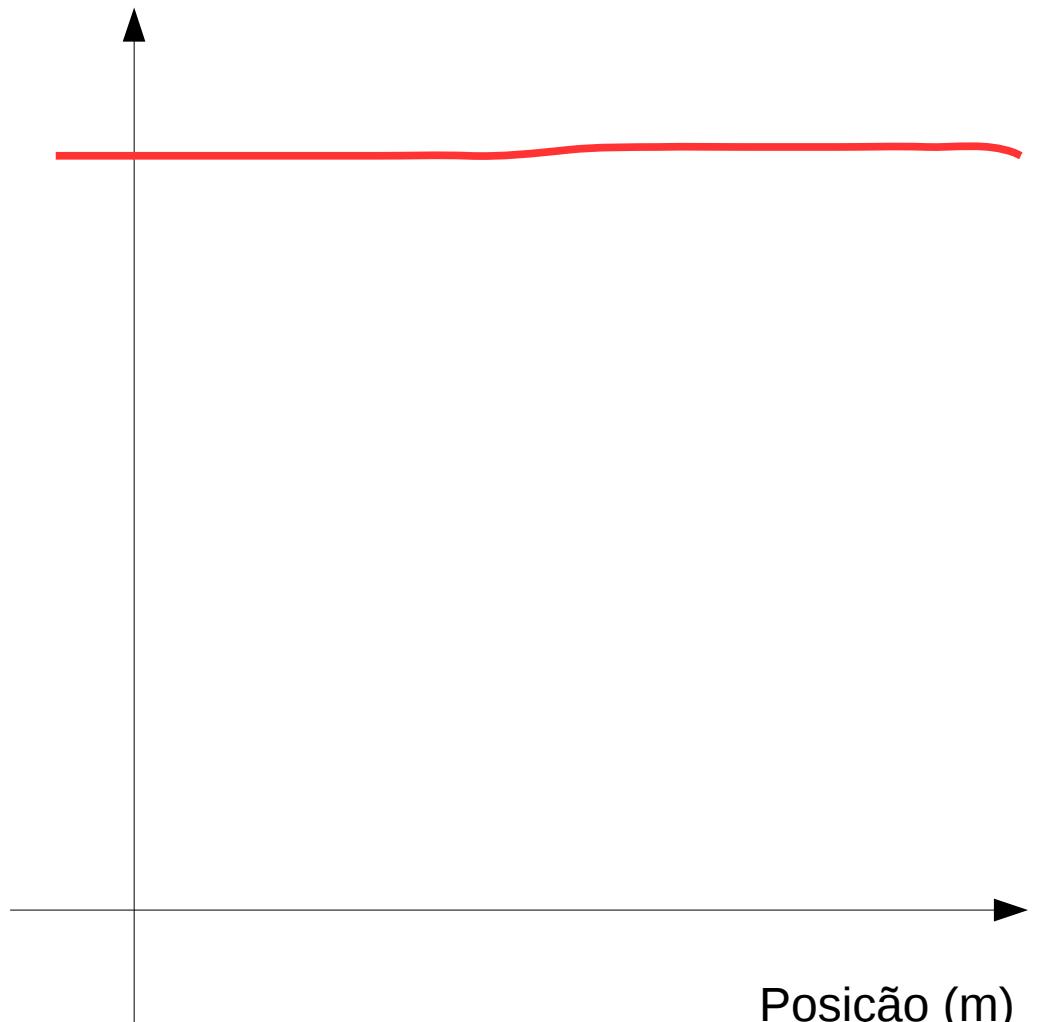
Campo
principal



Norte



Amplitude (nT)



Campo principal

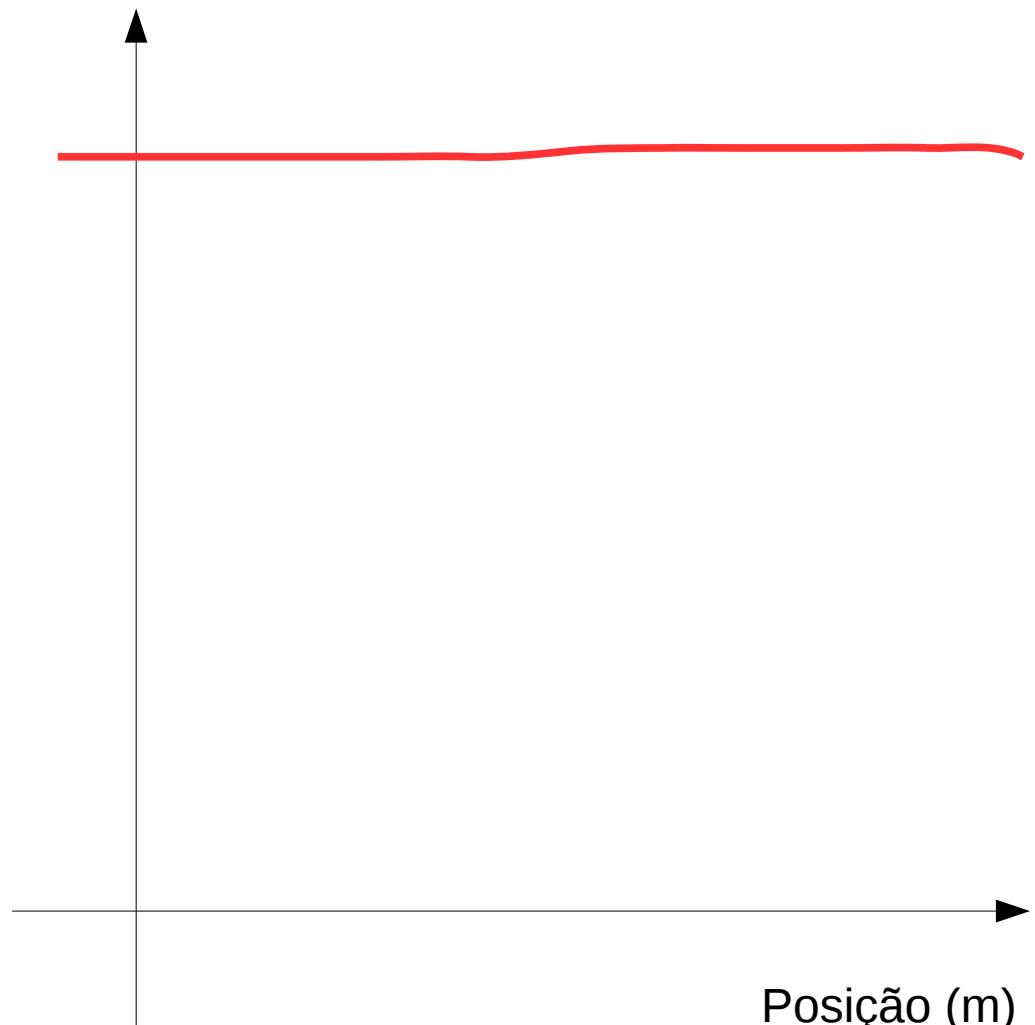


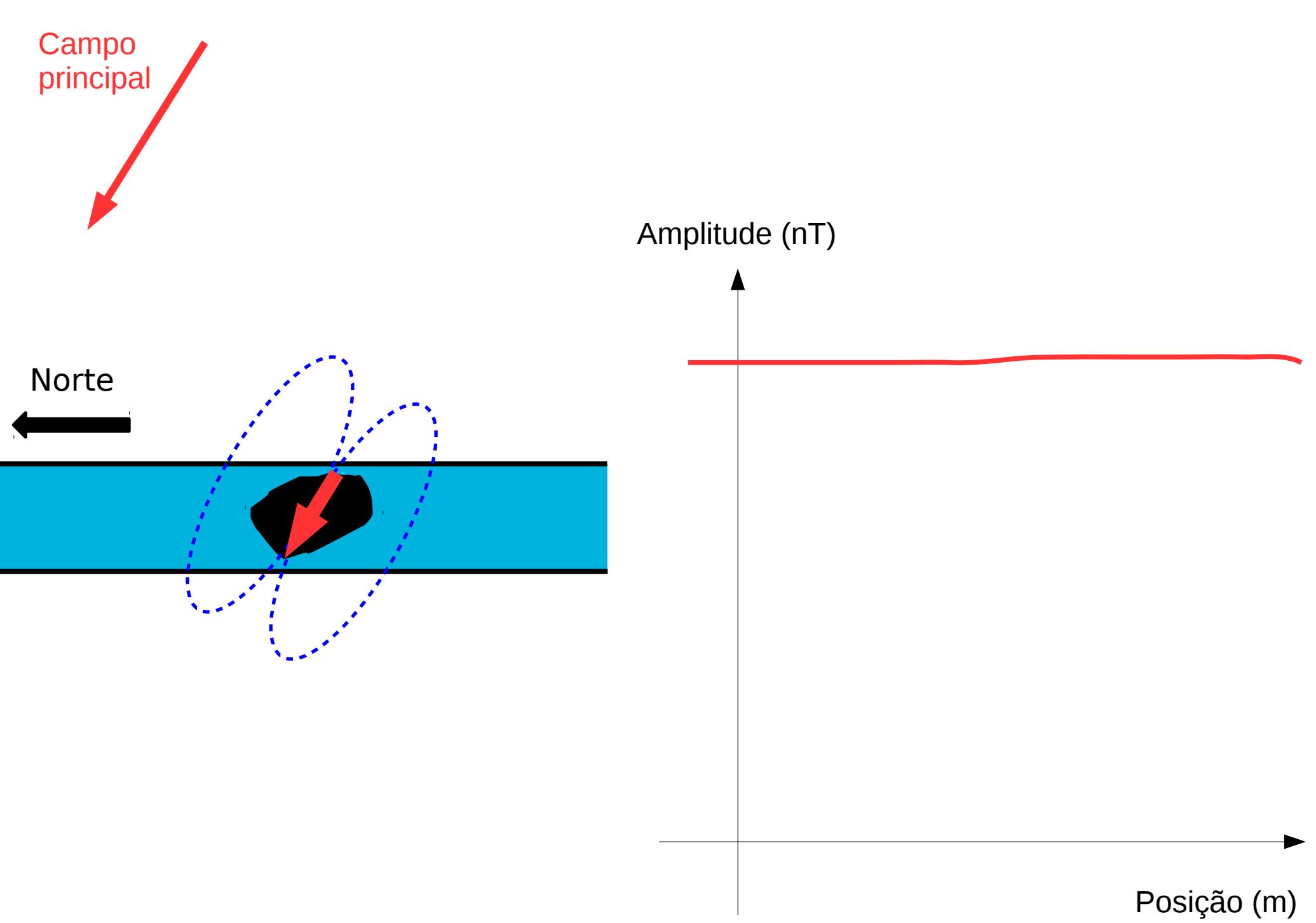
Norte

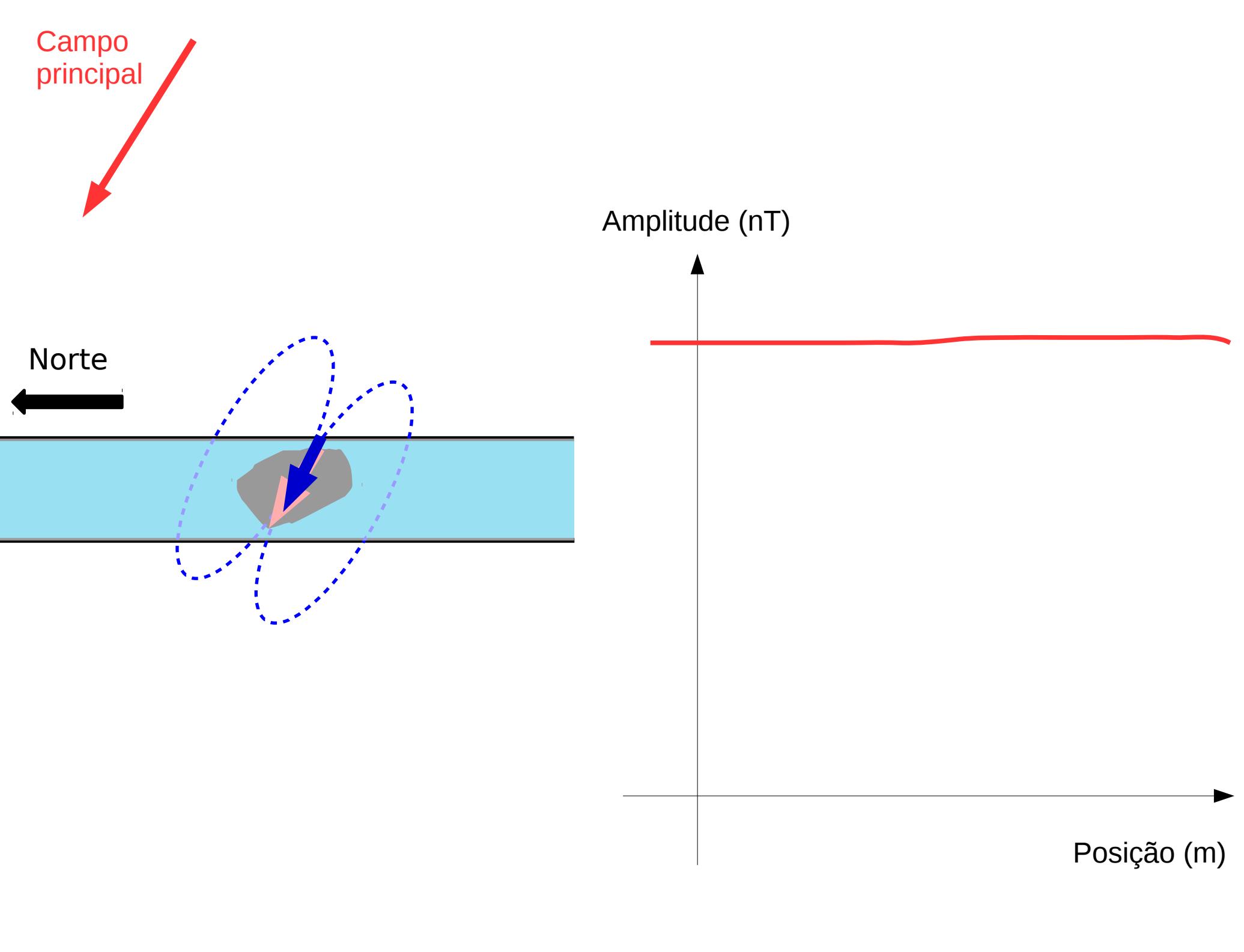


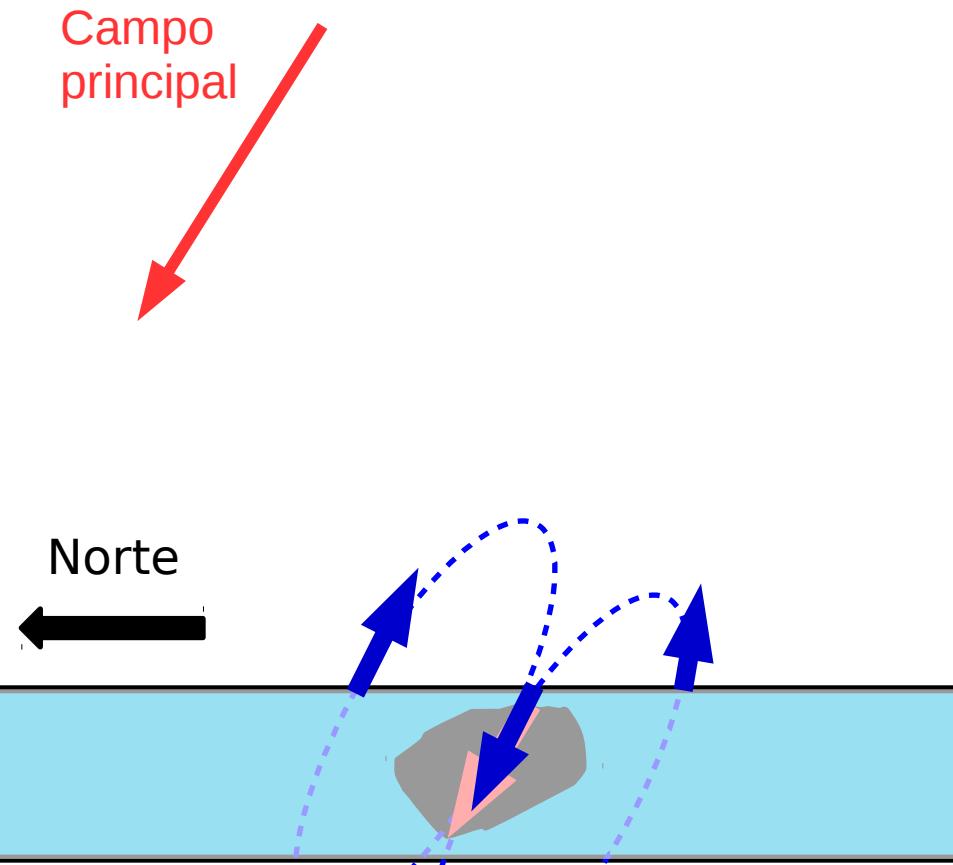
Magnetização induzida

Amplitude (nT)

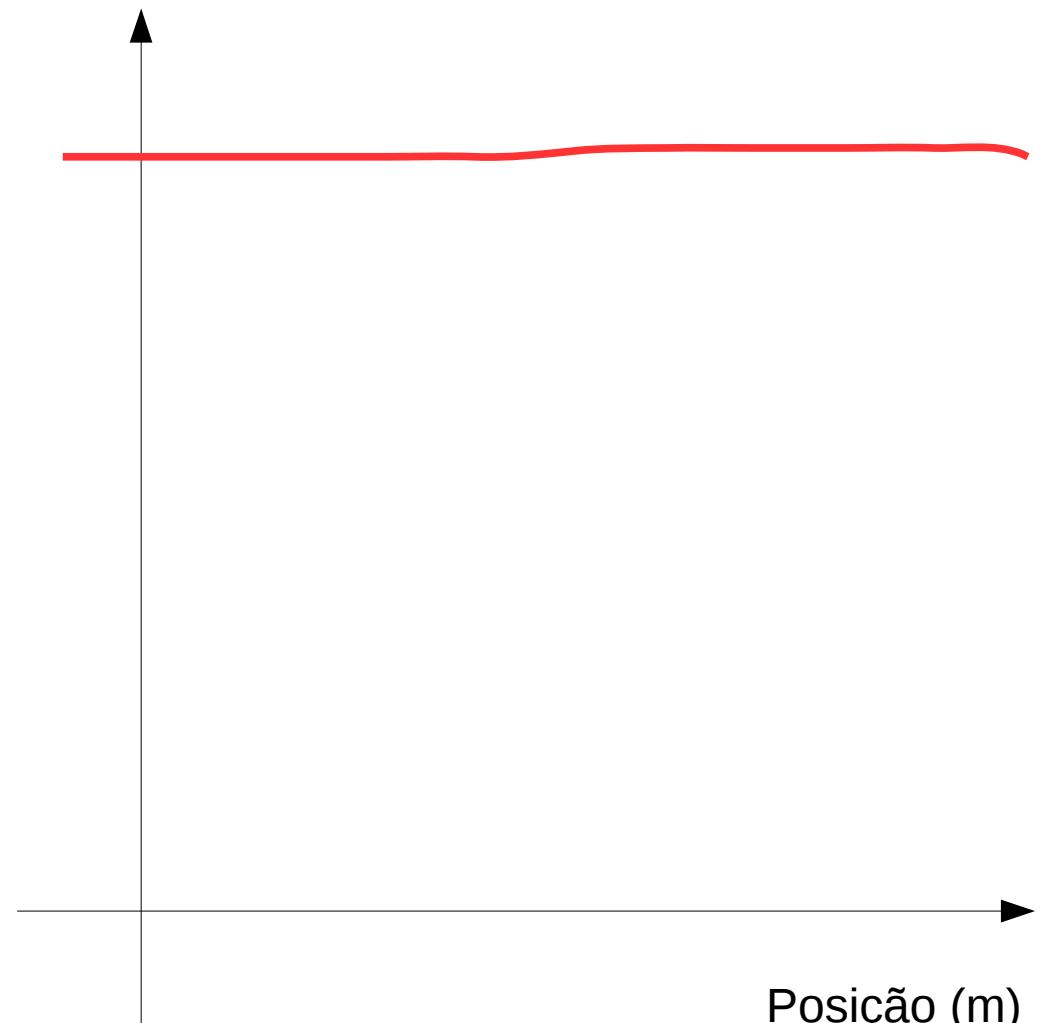


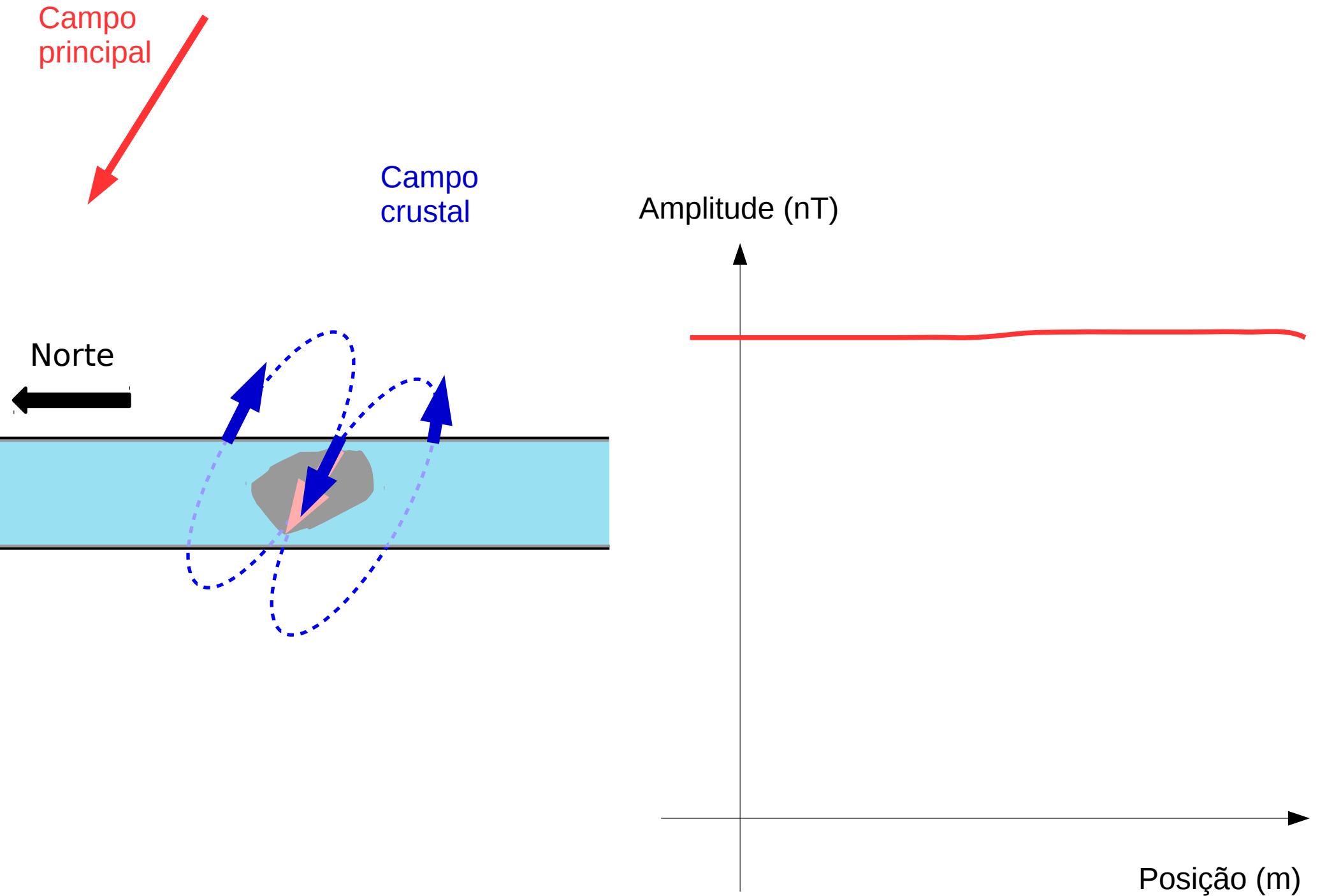


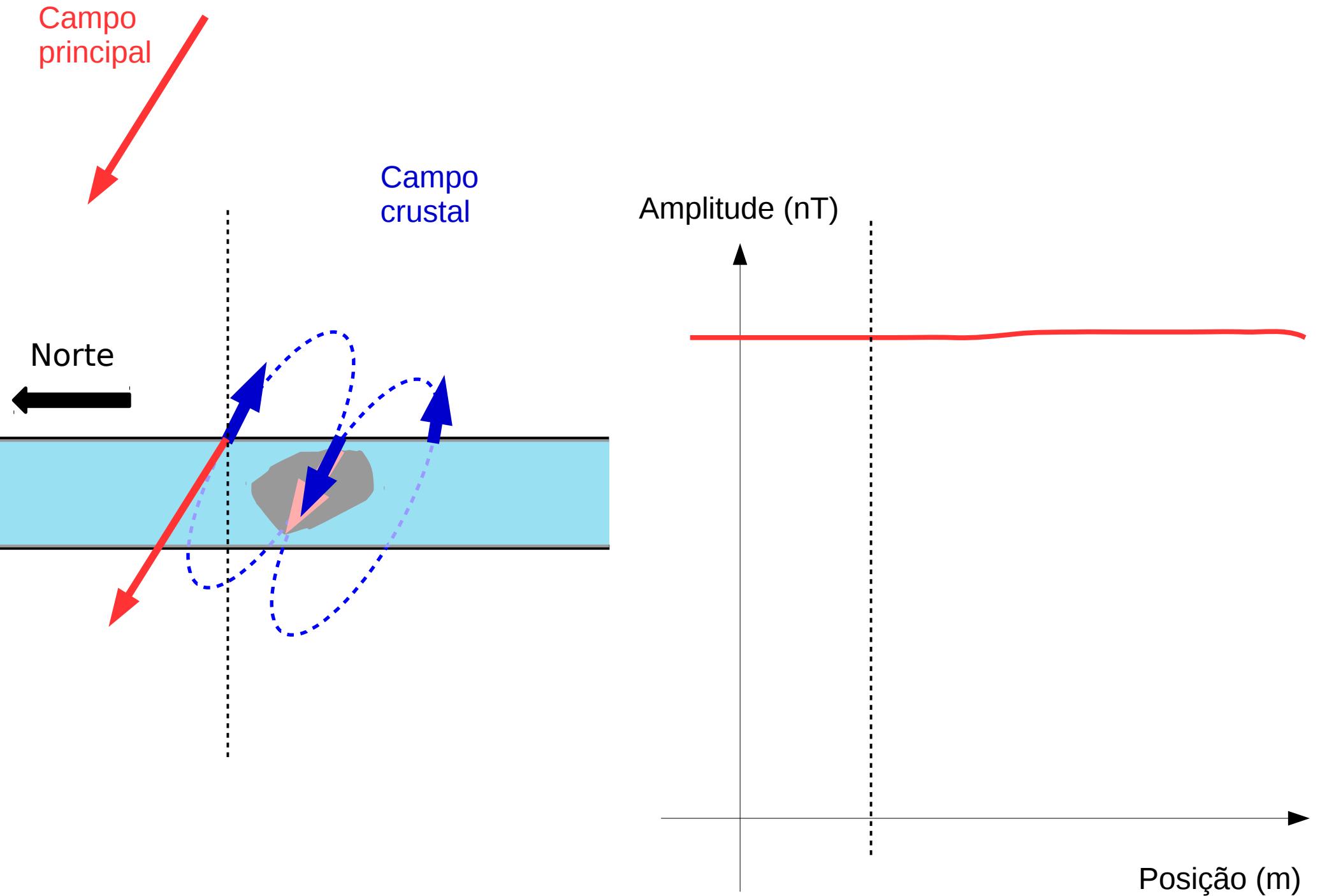


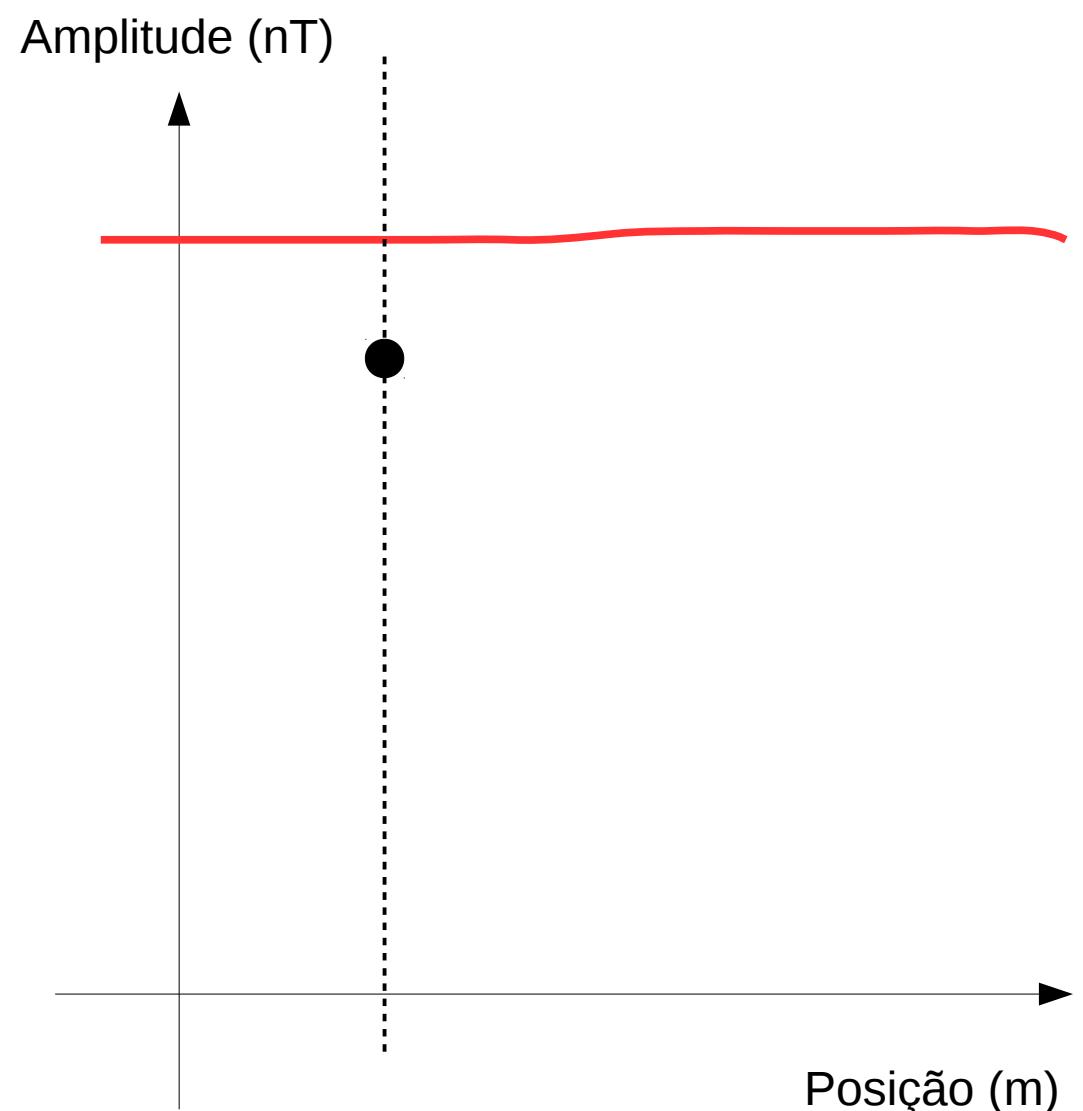
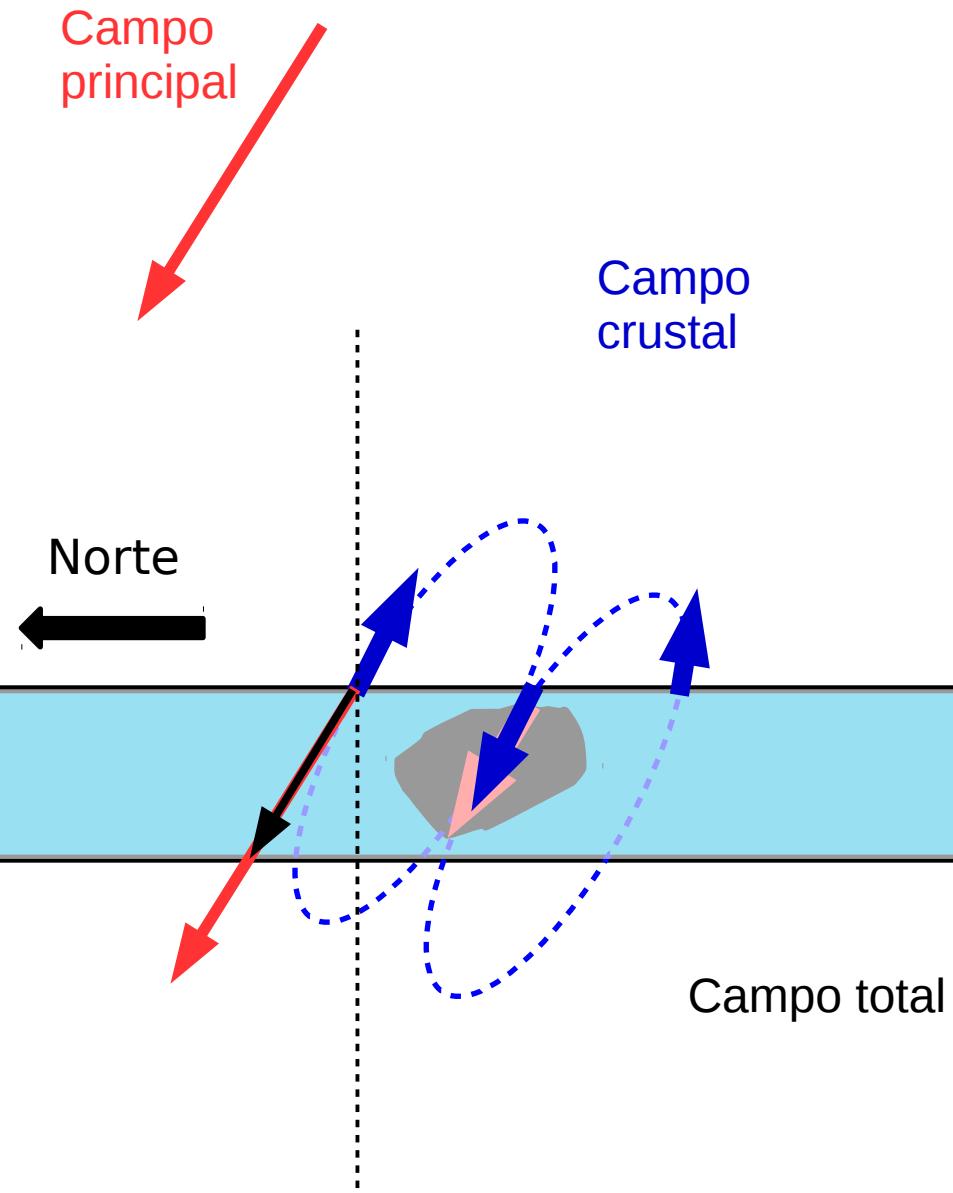


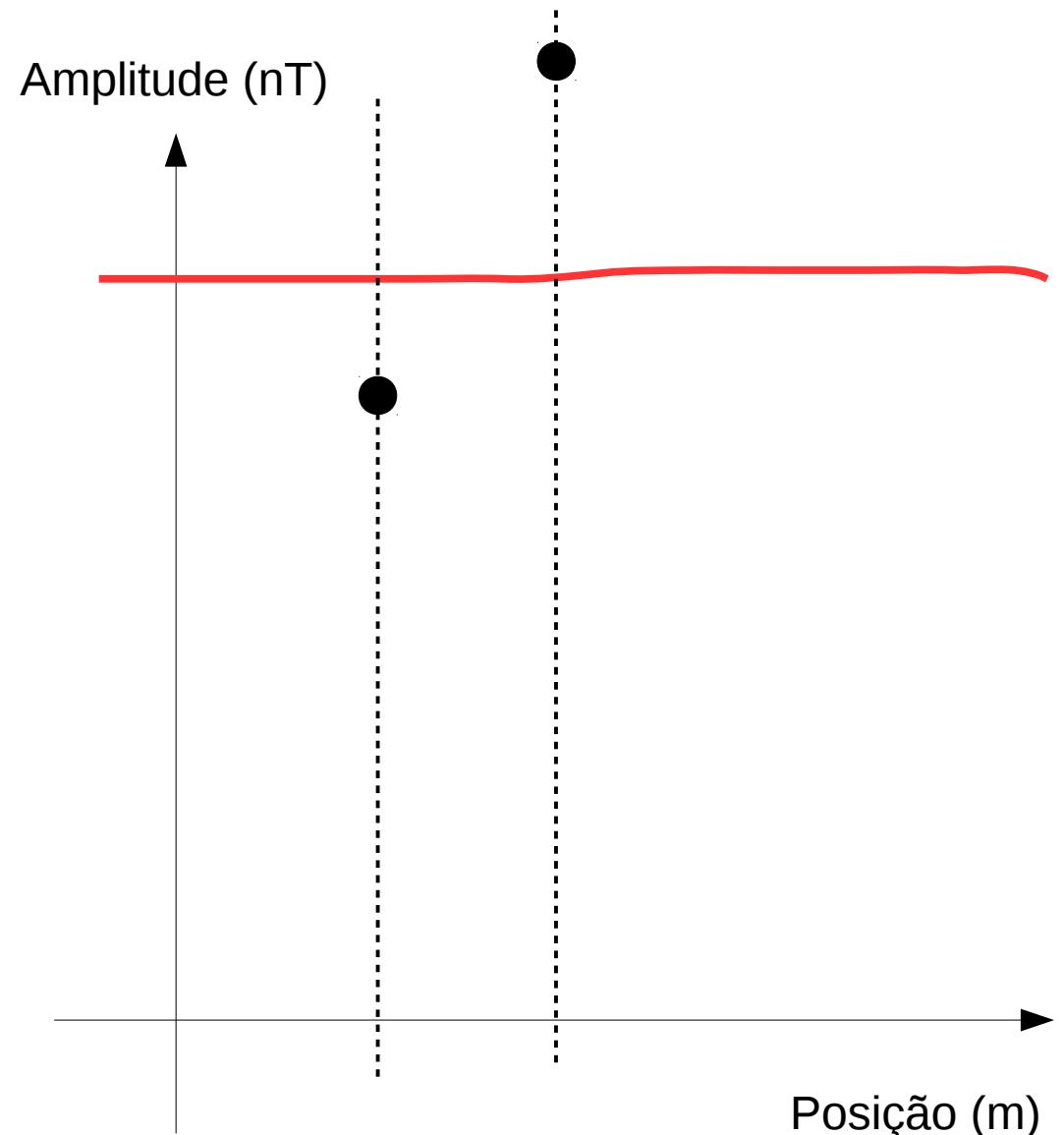
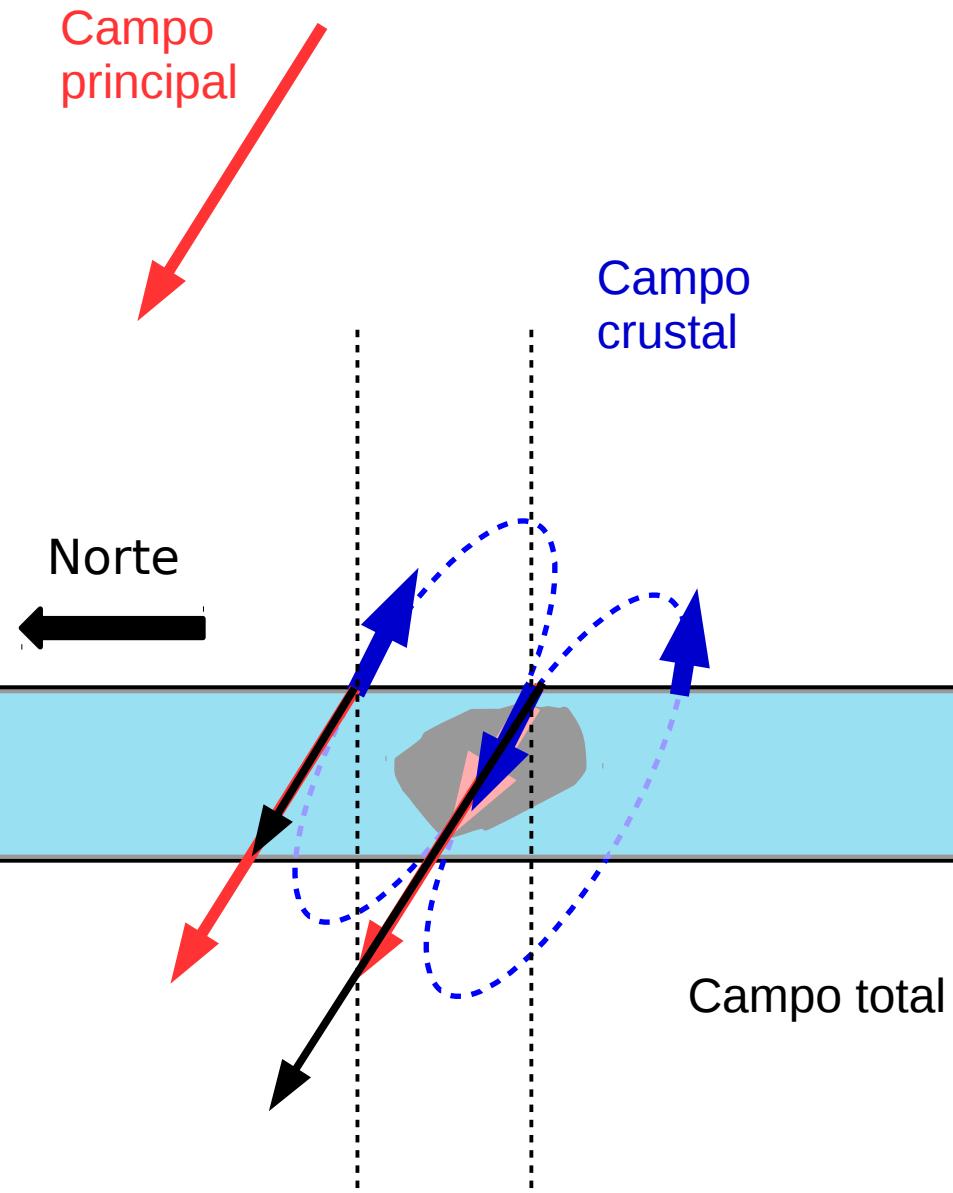
Amplitude (nT)

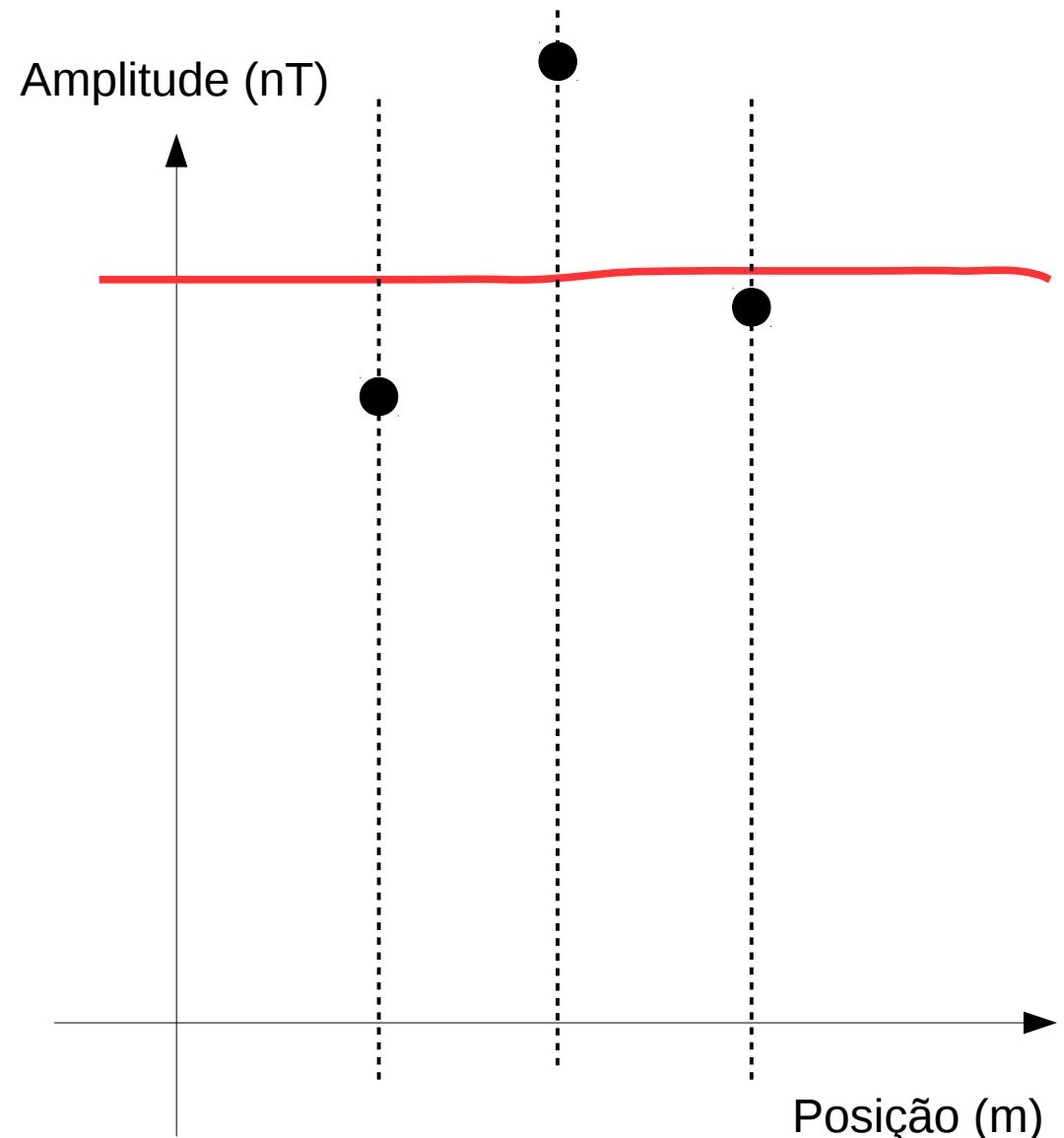
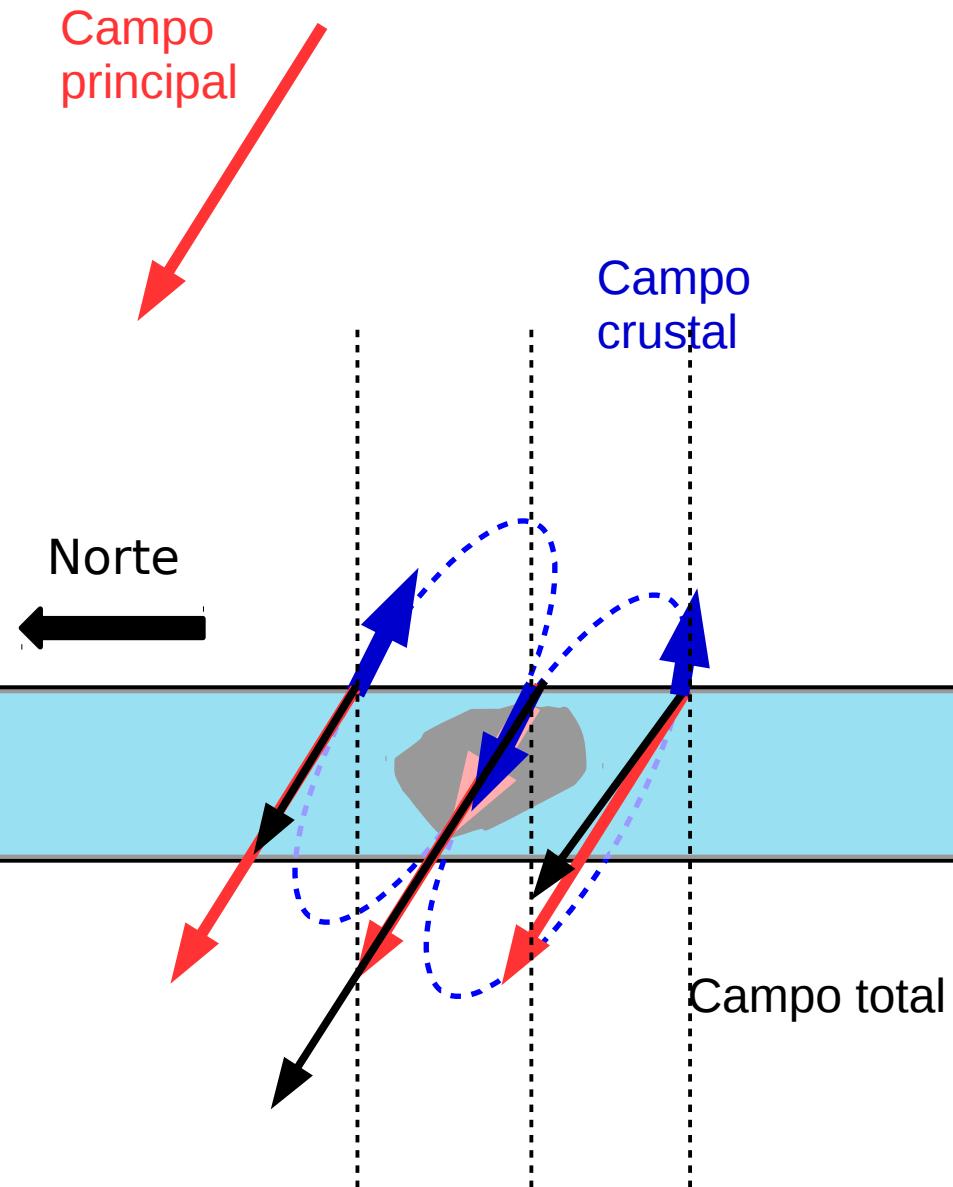


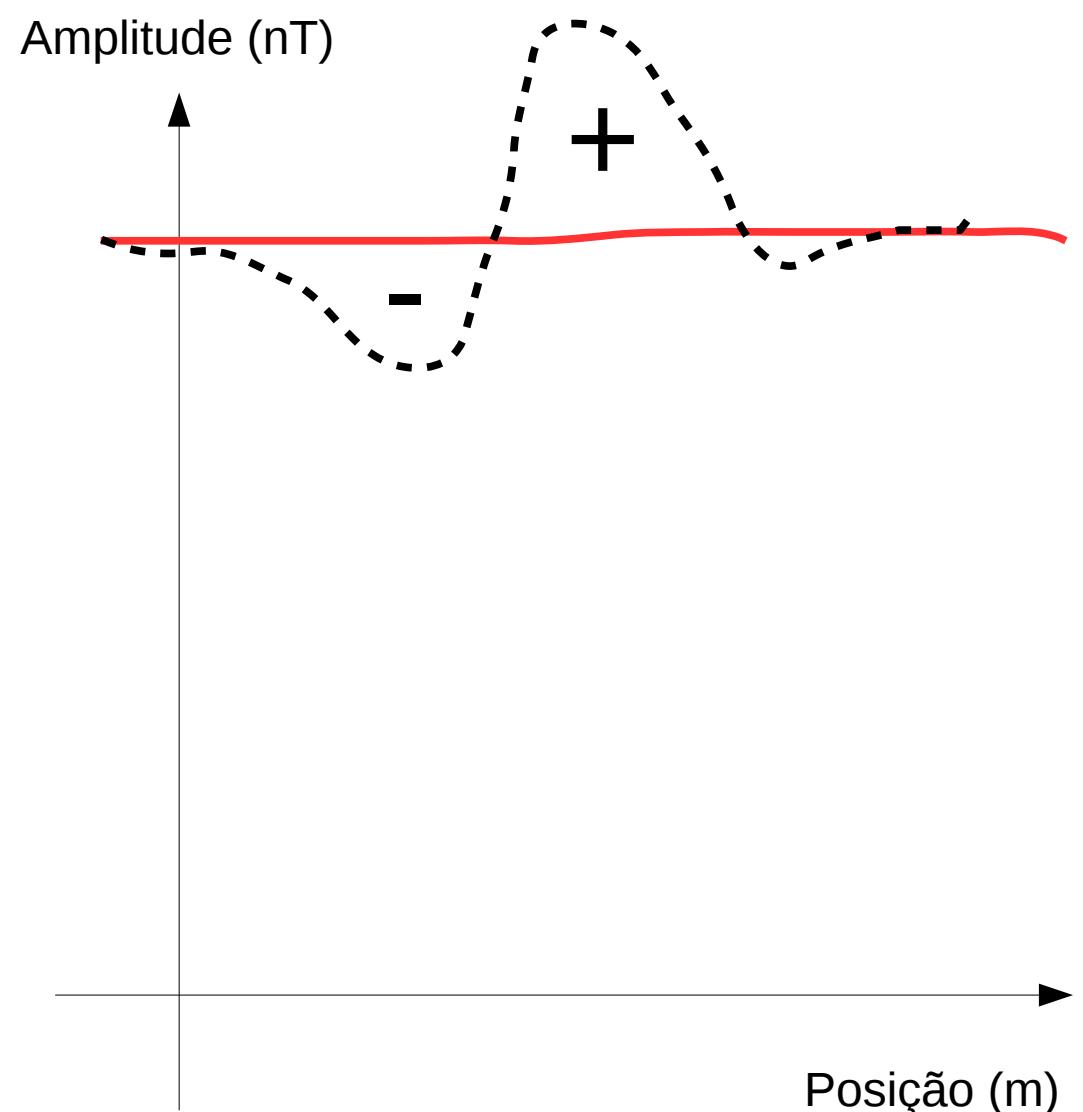
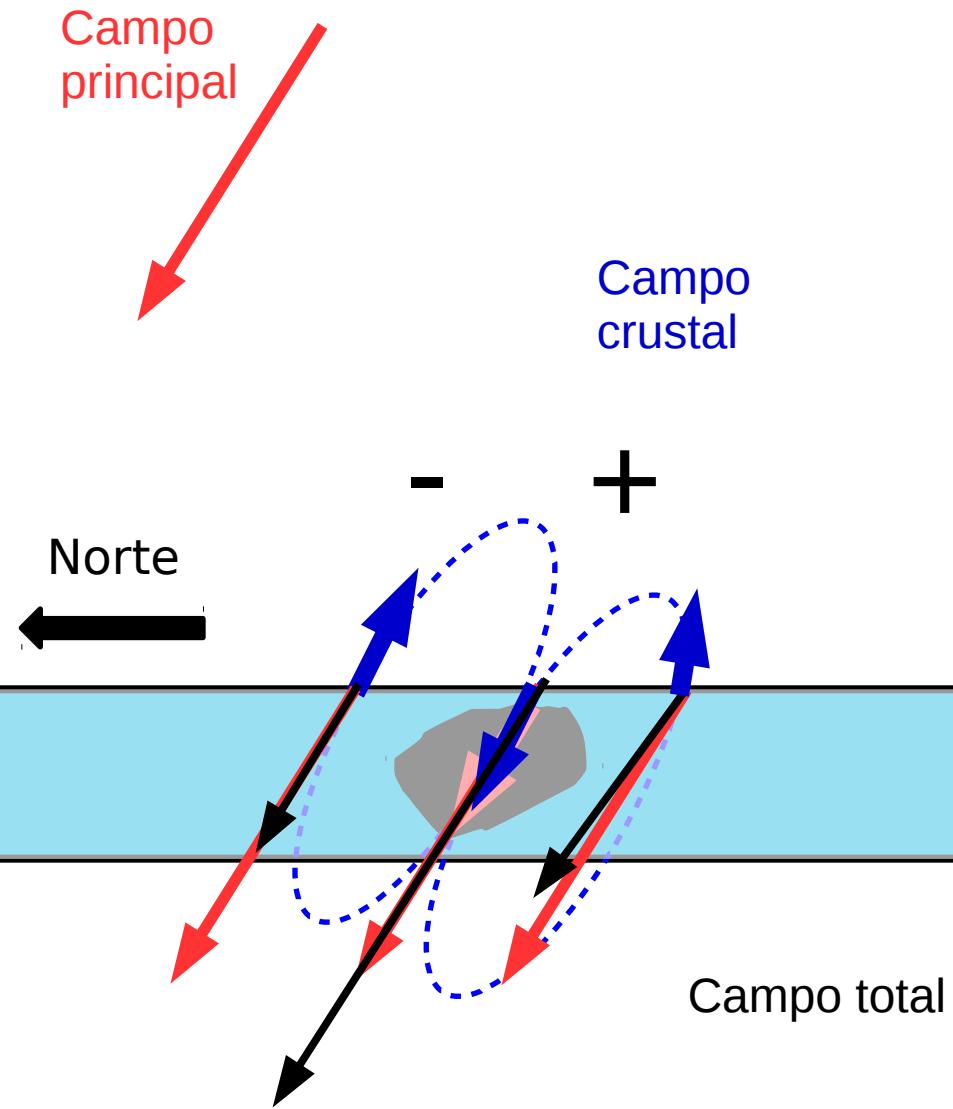


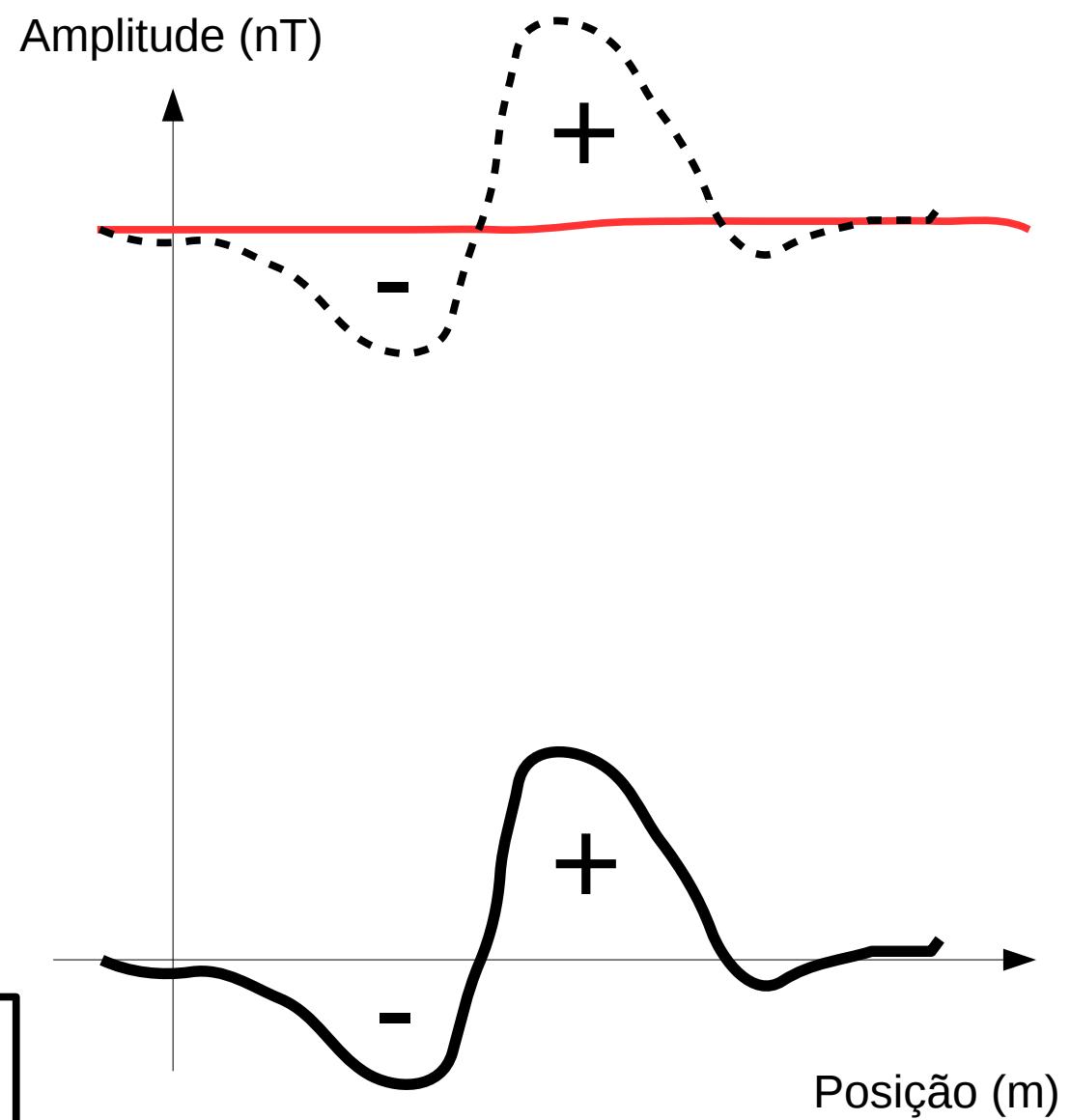
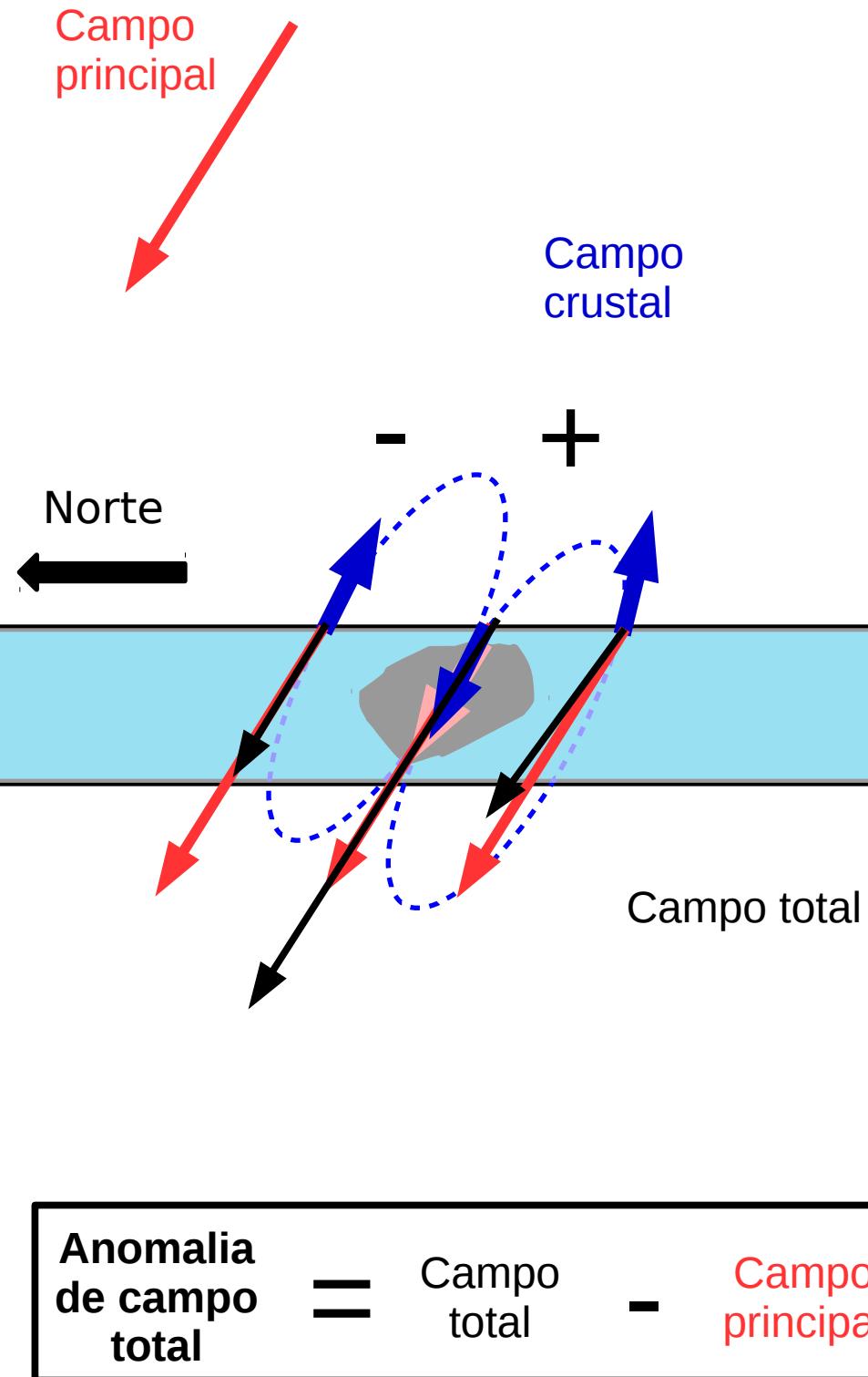


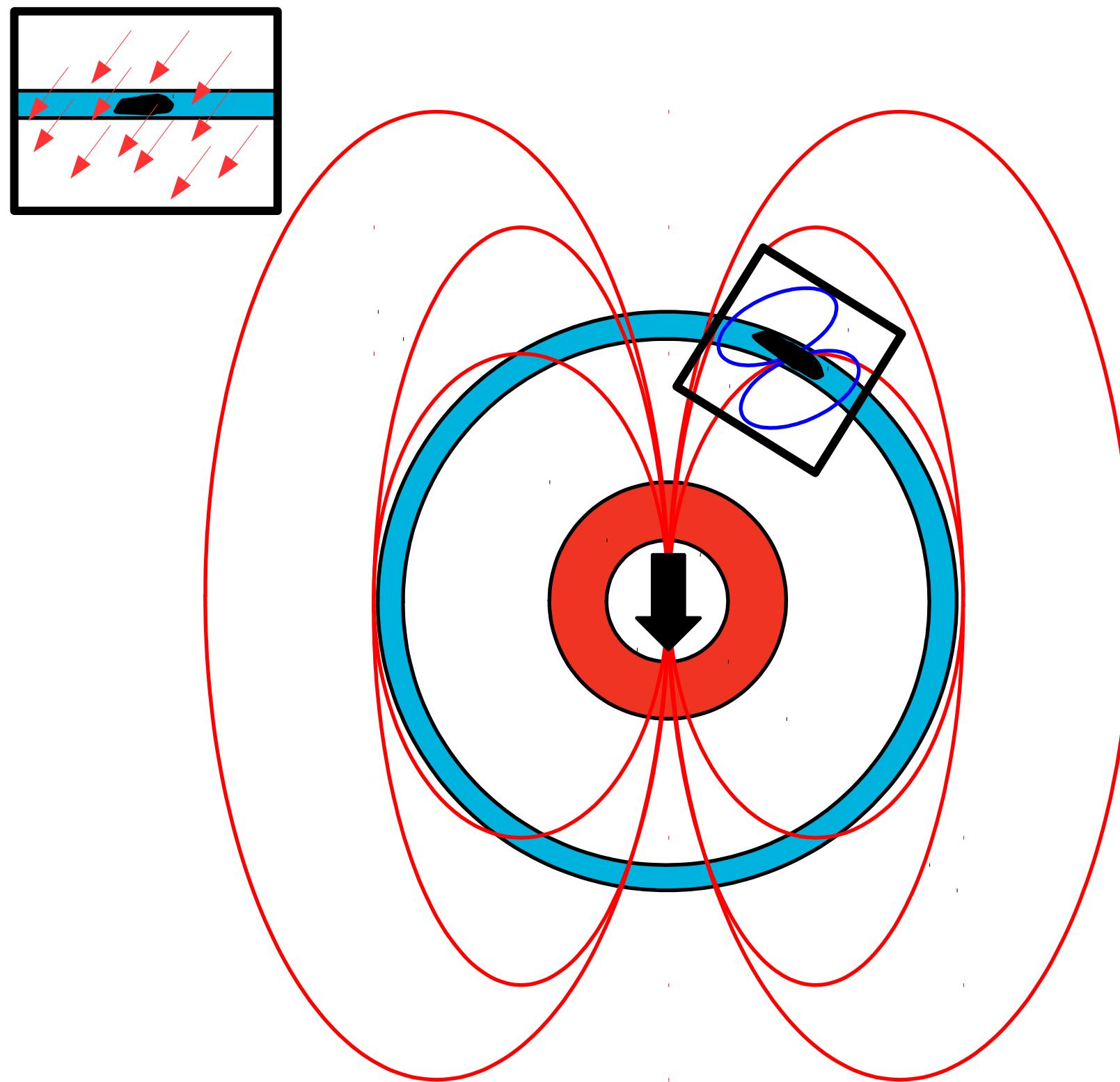


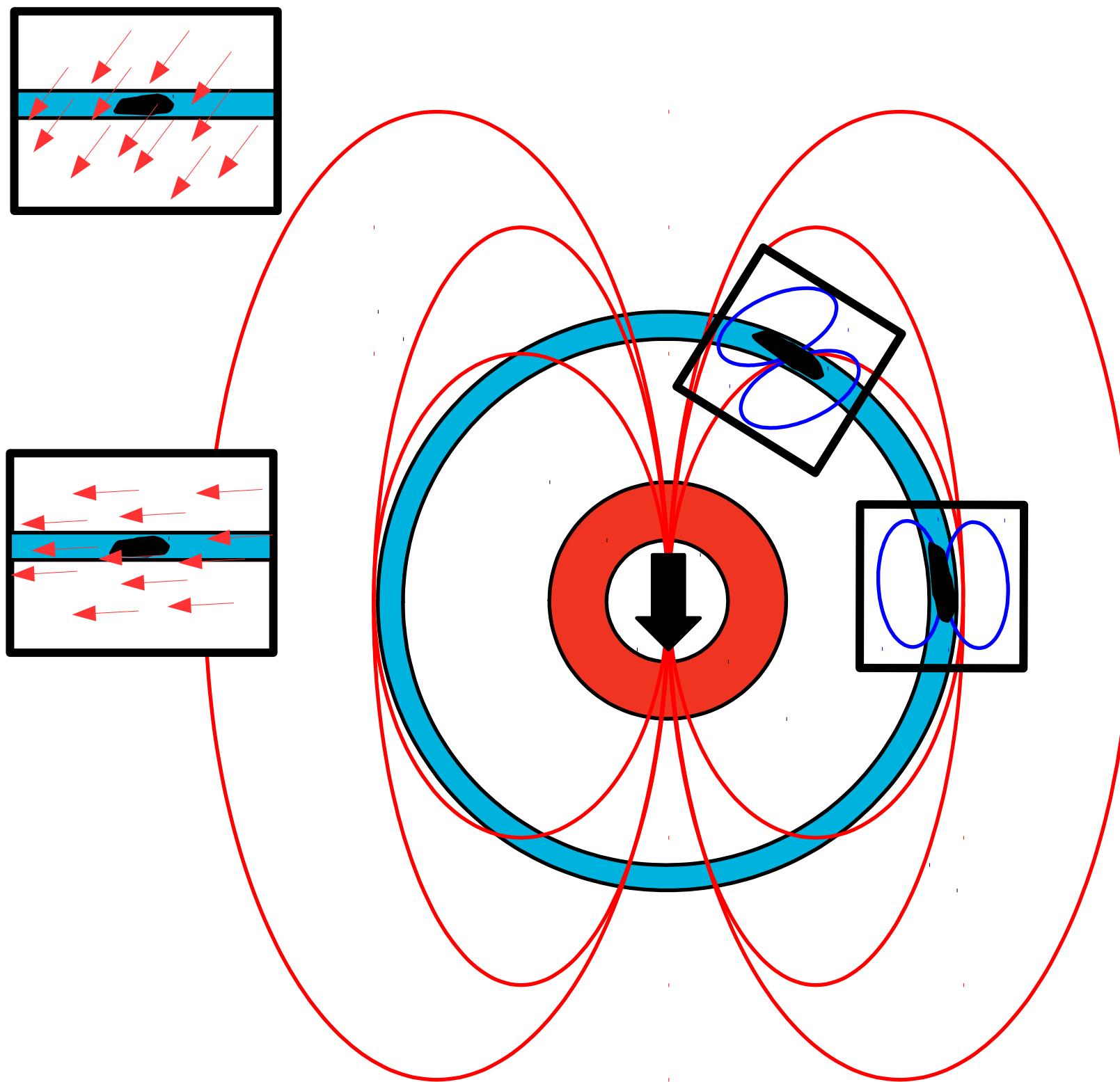


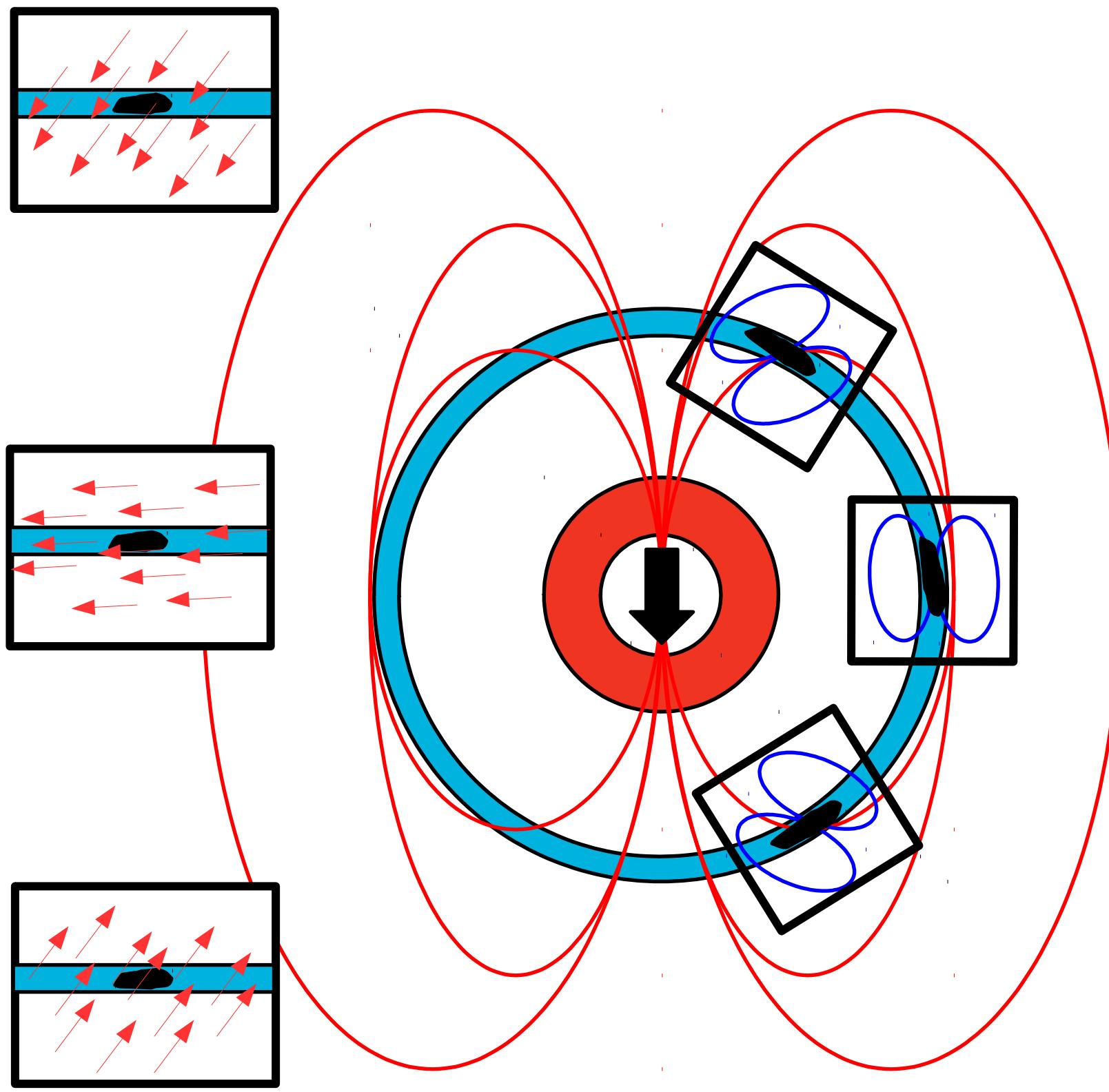




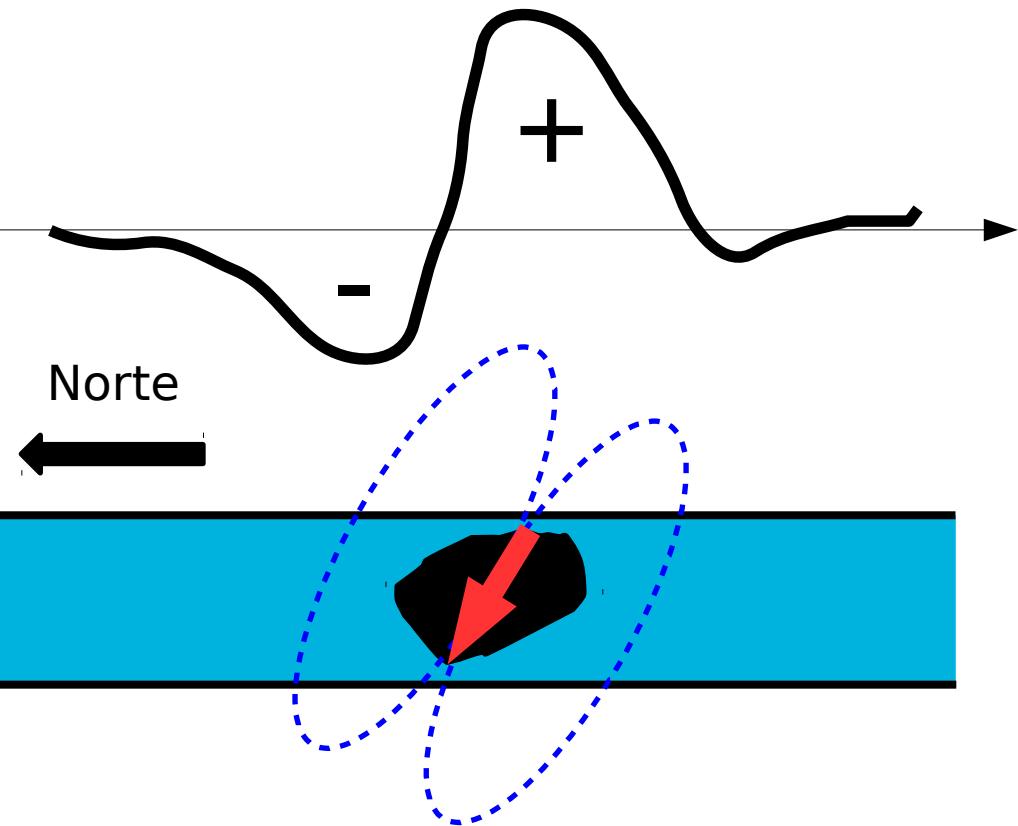




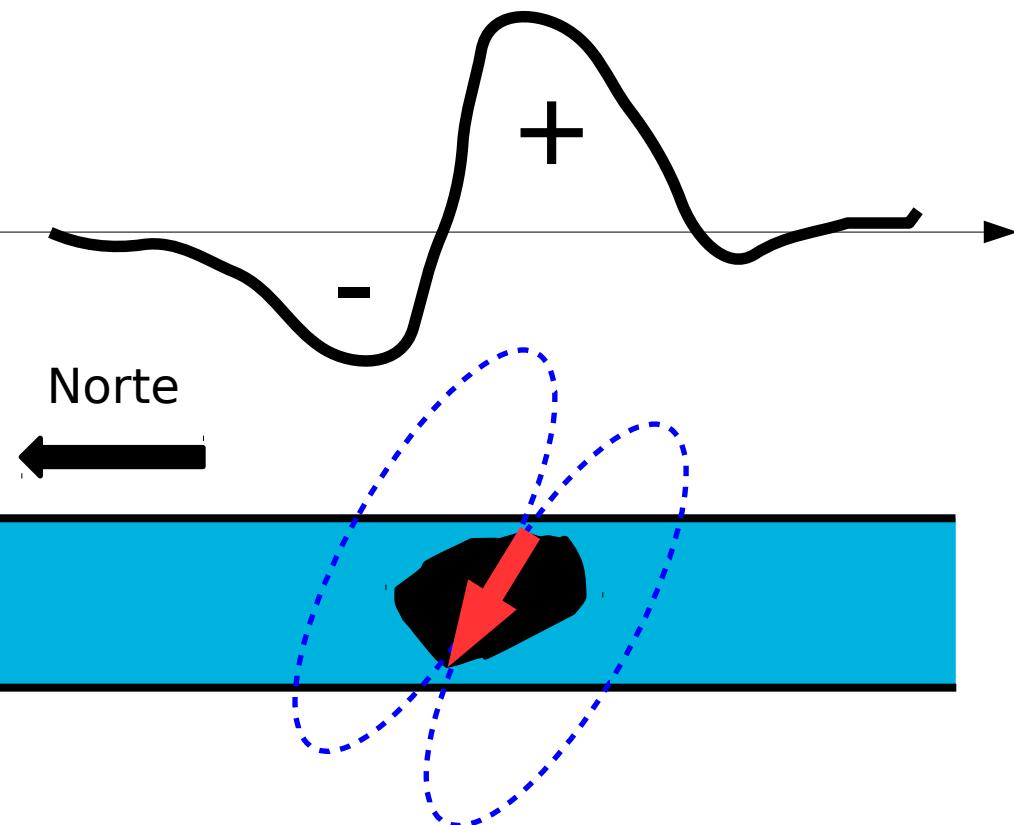




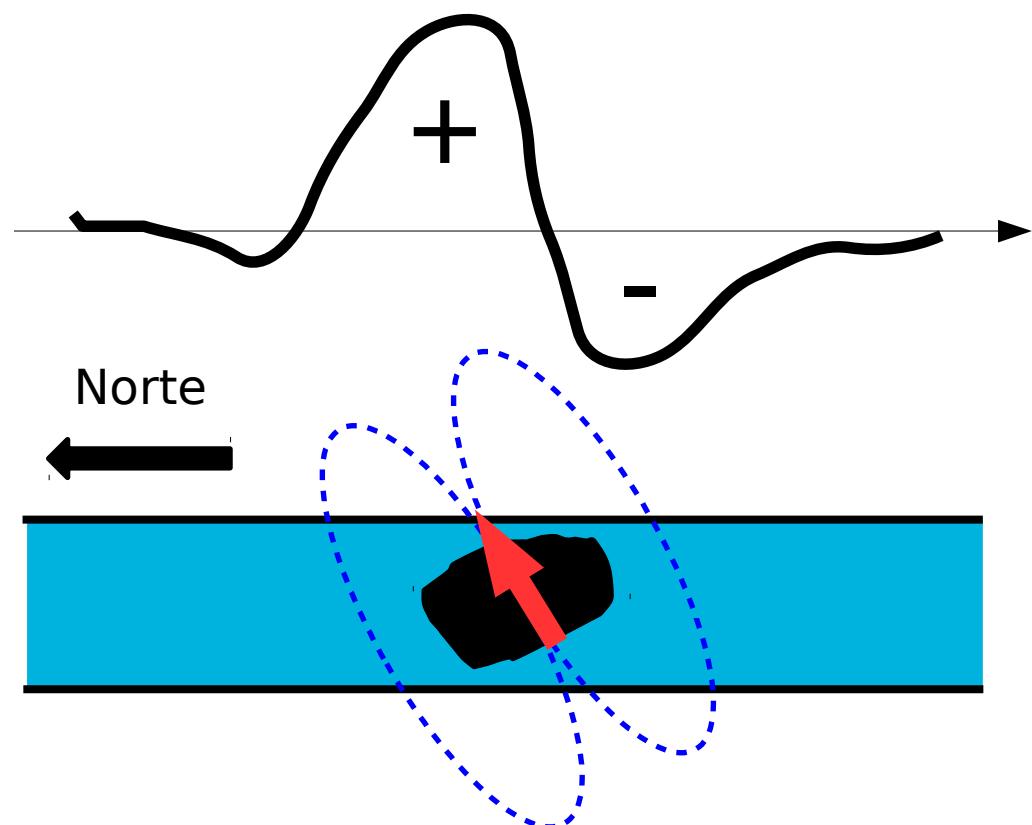
Hemisfério Norte



Hemisfério Norte

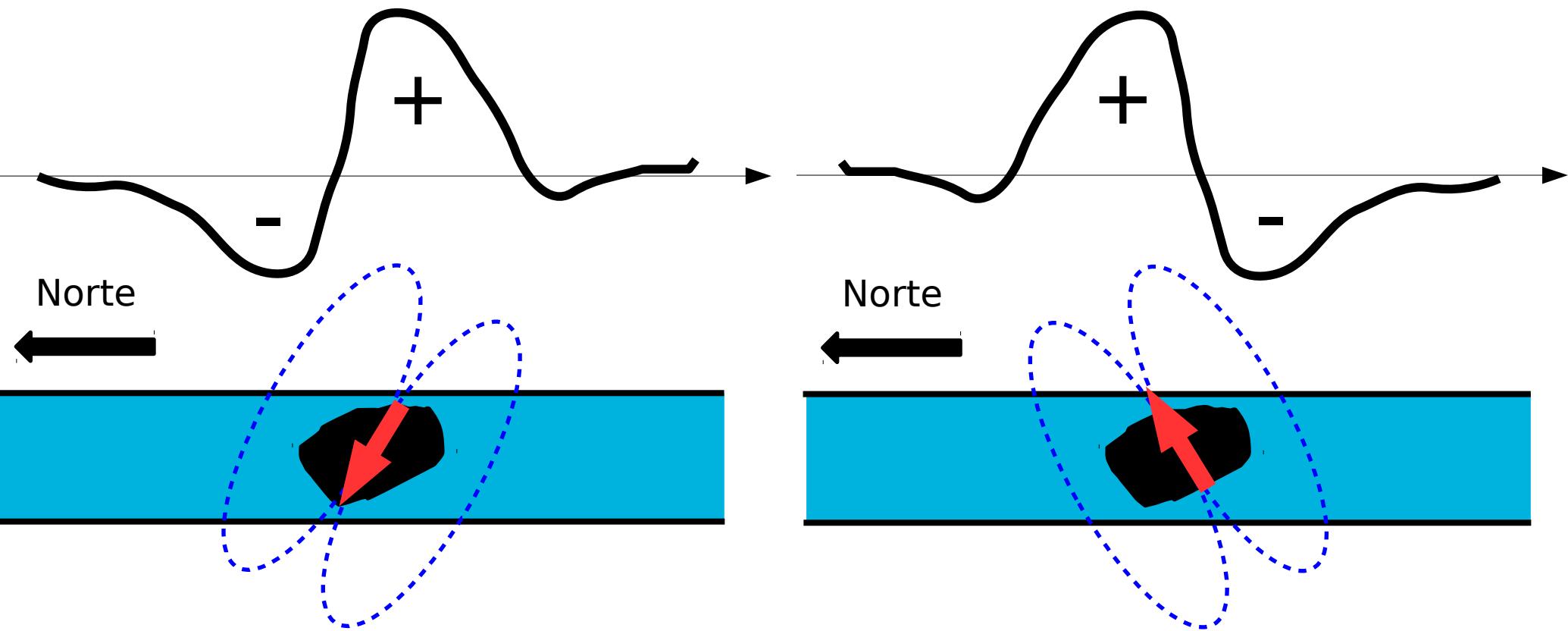


Hemisfério Sul



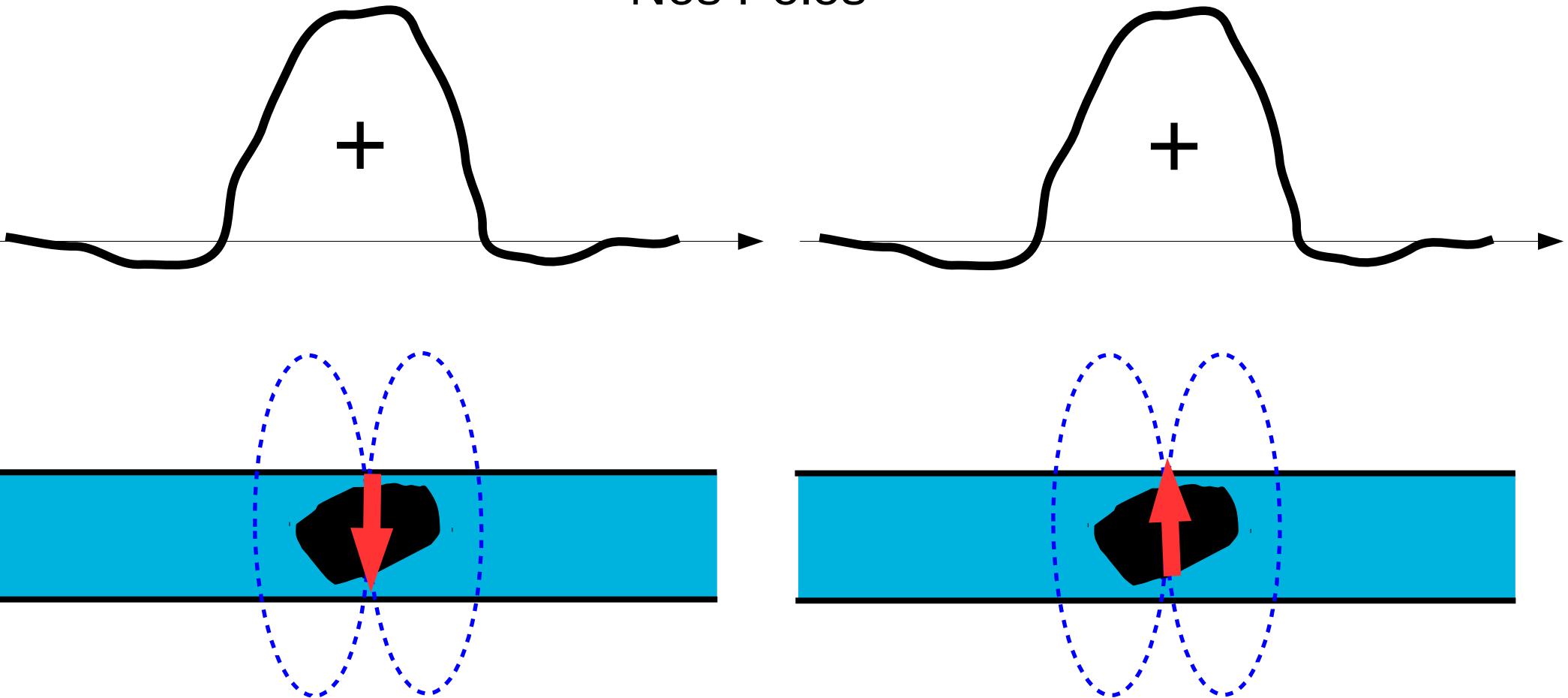
Hemisfério Norte

Hemisfério Sul



Este padrão aparece quando a
magnetização da fonte é
paralela ao campo principal

Nos Polos



Nos polos, a anomalia produzida
por um corpo magnetizado na
mesma direção do campo principal
é predominantemente positiva

Conteúdo

- **Métodos potenciais** {
 Magnetometria
 Gravimetria}
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

- **Métodos potenciais** {
 Magnetometria
 Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Gravimetria

- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação (GPS) e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na definição do relevo do embasamento sob bacias sedimentares, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Gravimetria

- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação (GPS) e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na definição do relevo do embasamento sob bacias sedimentares, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Gravimetria

- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação (GPS) e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na definição do relevo do embasamento sob bacias sedimentares, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Gravimetria

- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação (GPS) e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na definição do relevo do embasamento sob bacias sedimentares, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Gravimetria

- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação (GPS) e das plataformas de compensação possibilitou a cobertura de grandes áreas
- É um dos principais métodos geofísicos aplicados na exploração mineral
- É utilizado na definição do relevo do embasamento sob bacias sedimentares, definição de contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Gravimetria

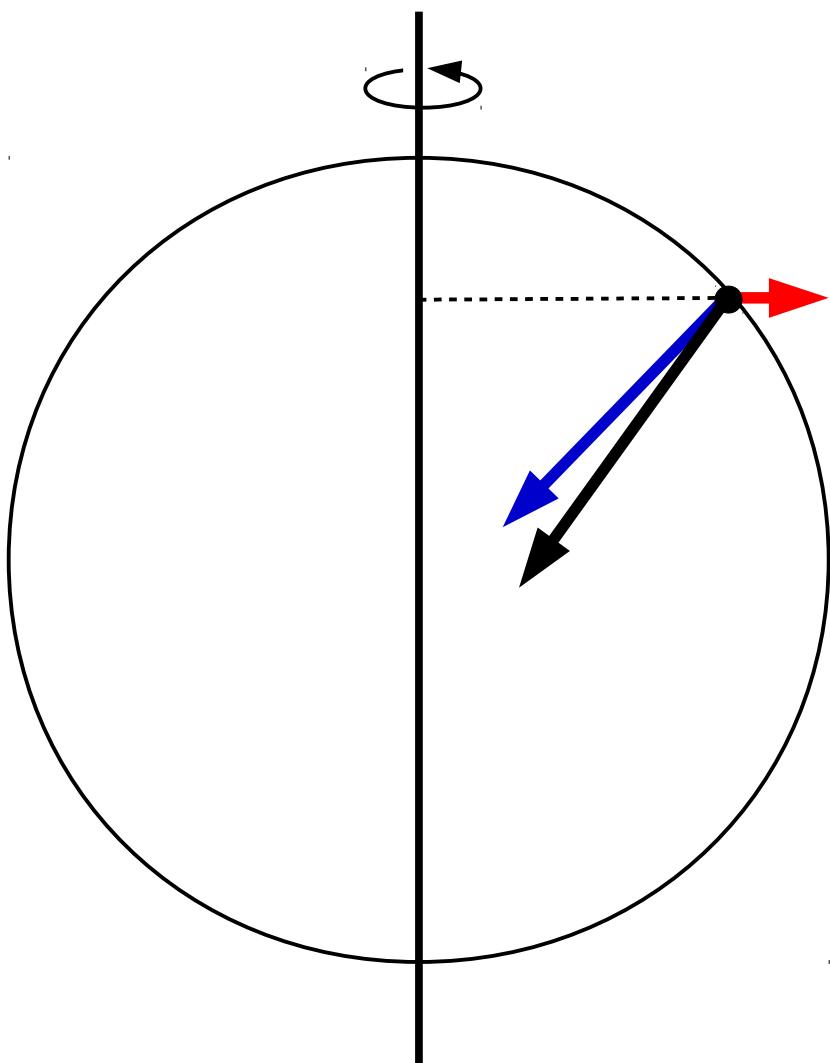
- Foi o primeiro método geofísico utilizado na busca por óleo e gás
- O desenvolvimento da instrumentação, navegação e das plataformas de compensação possibilitou a exploração de grandes áreas
- É um dos principais métodos utilizados na exploração mineral
- É utilizado na identificação do embasamento sob bacias sedimentares, contatos geológicos e delimitação de corpos geológicos
- Nos últimos anos, a gradiometria da gravidade passou a ganhar importância na exploração mineral

Qual é o dado?

Para entendermos os dados, é importante definirmos alguns elementos do **campo de gravidade**

Considere uma massa
unitária em repouso na
superfície da Terra

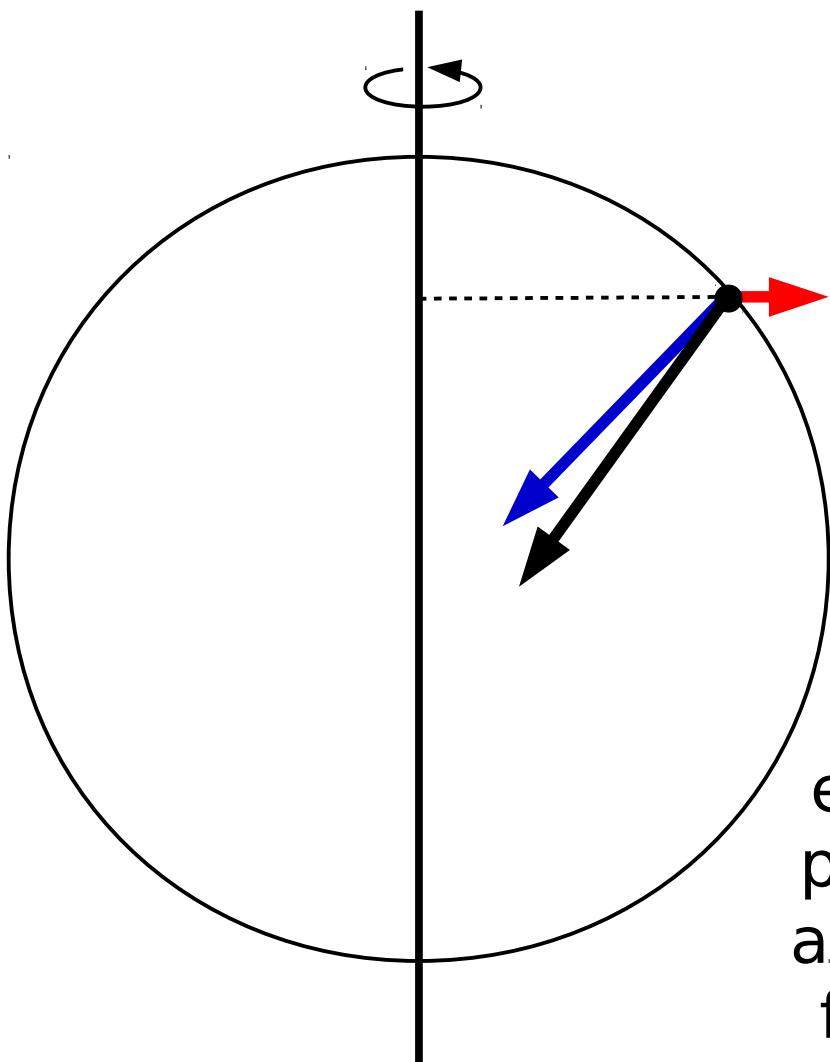




Este corpo experimenta uma força **gravitacional** e uma força[#] **centrífuga**. A resultante destas duas “forças” é chamada **vetor gravidade*** e sua amplitude é chamada, simplesmente, **gravidade*** (Hofmann-Wellenhof and Moritz, 2005).

De fato, isso não é uma força (Symon, 1971, p. 279)

* Em física, a terminologia pode ser diferente (Symon, 1971, p. 280)



Este corpo experimenta uma força **gravitacional** e uma força[#] **centrífuga**. A resultante destas duas “forças” é chamada **vetor gravidade*** e sua amplitude é chamada, simplesmente, **gravidade*** (Hofmann-Wellenhof and Moritz, 2005).

No caso de gravimetria em plataformas móveis (aviões, helicópteros, navios), há outros efeitos não-gravitacionais produzidos pelo movimento do veículo, tais como a força[#] de Coriolis e vibrações de alta frequência (Symon, 1971; Glennie et al., 2000; Nabighian et al., 2005; Baumann et al., 2012).

De fato, isso não é uma força (Symon, 1971, p. 279)

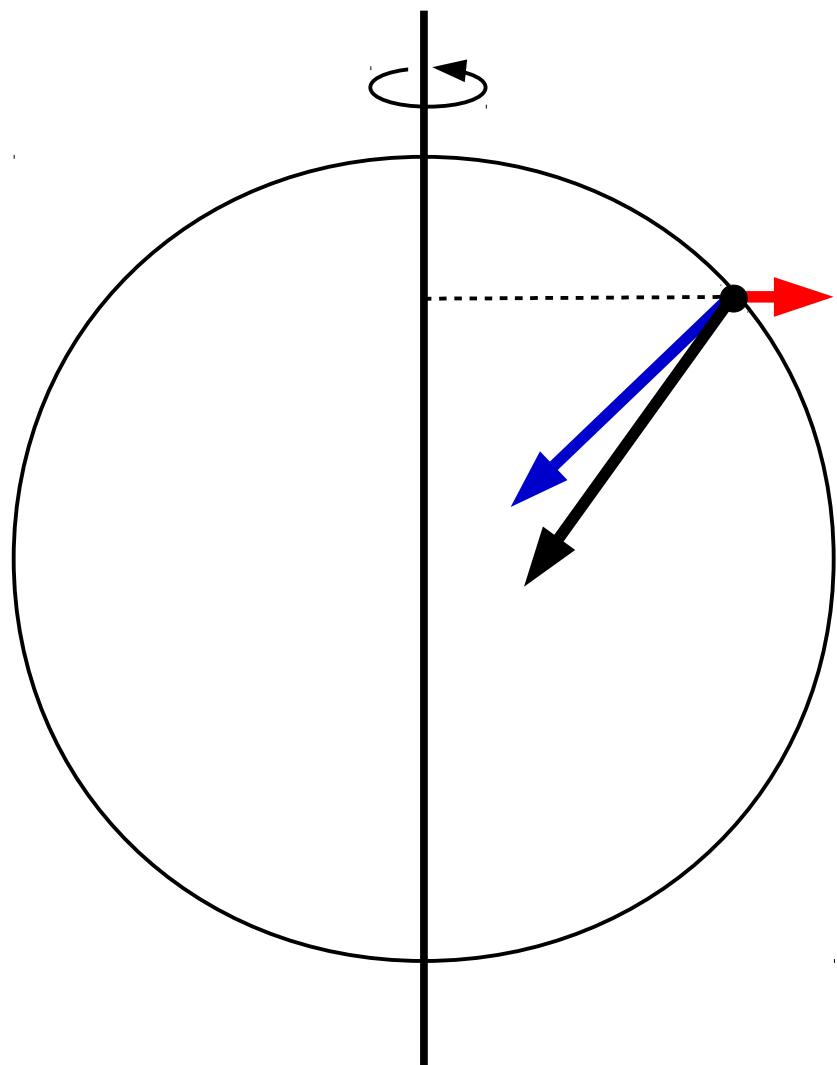
* Em física, a terminologia pode ser diferente (Symon, 1971, p. 280)

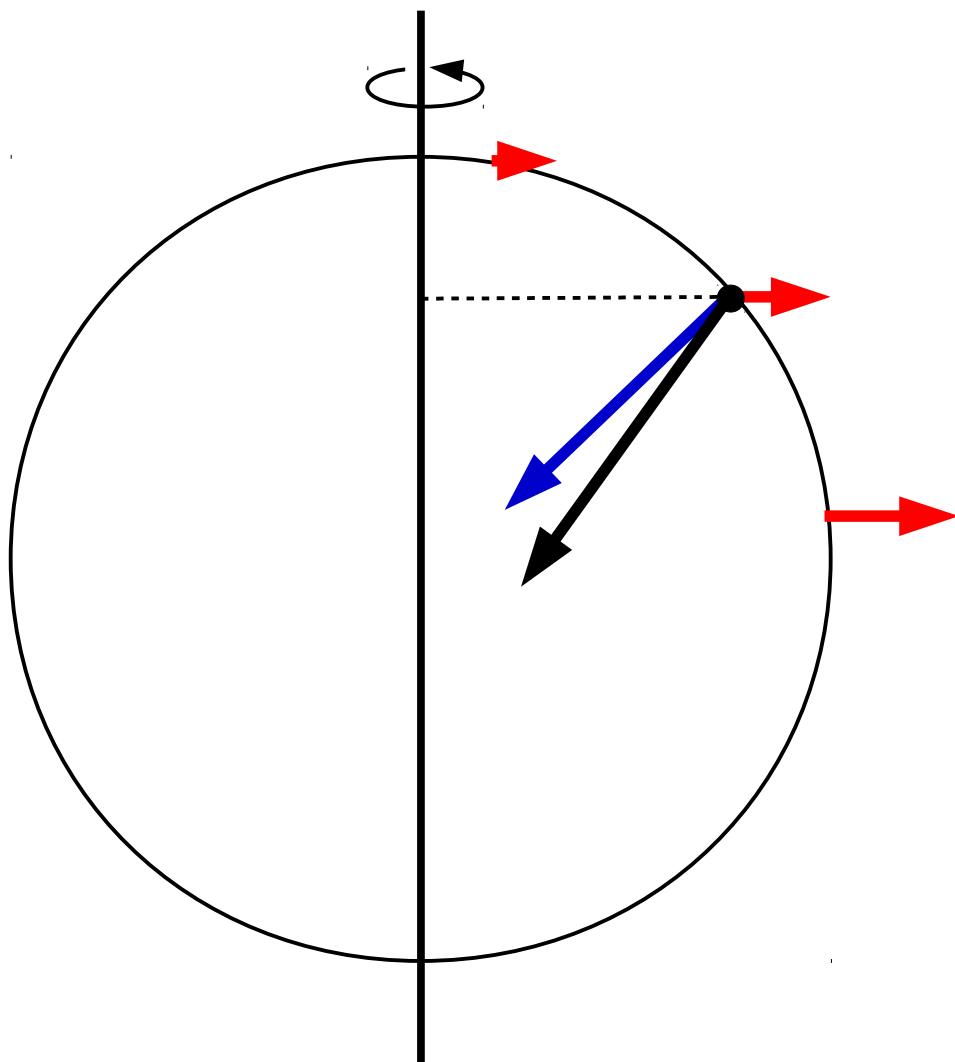
Em geral, o geofísico está interessado na componente gravitacional da gravidade, que é produzida pelas variações na distribuição interna de densidade da Terra

Em geral, o geofísico está interessado na componente gravitacional da gravidade, que é produzida pelas variações na distribuição interna de densidade da Terra

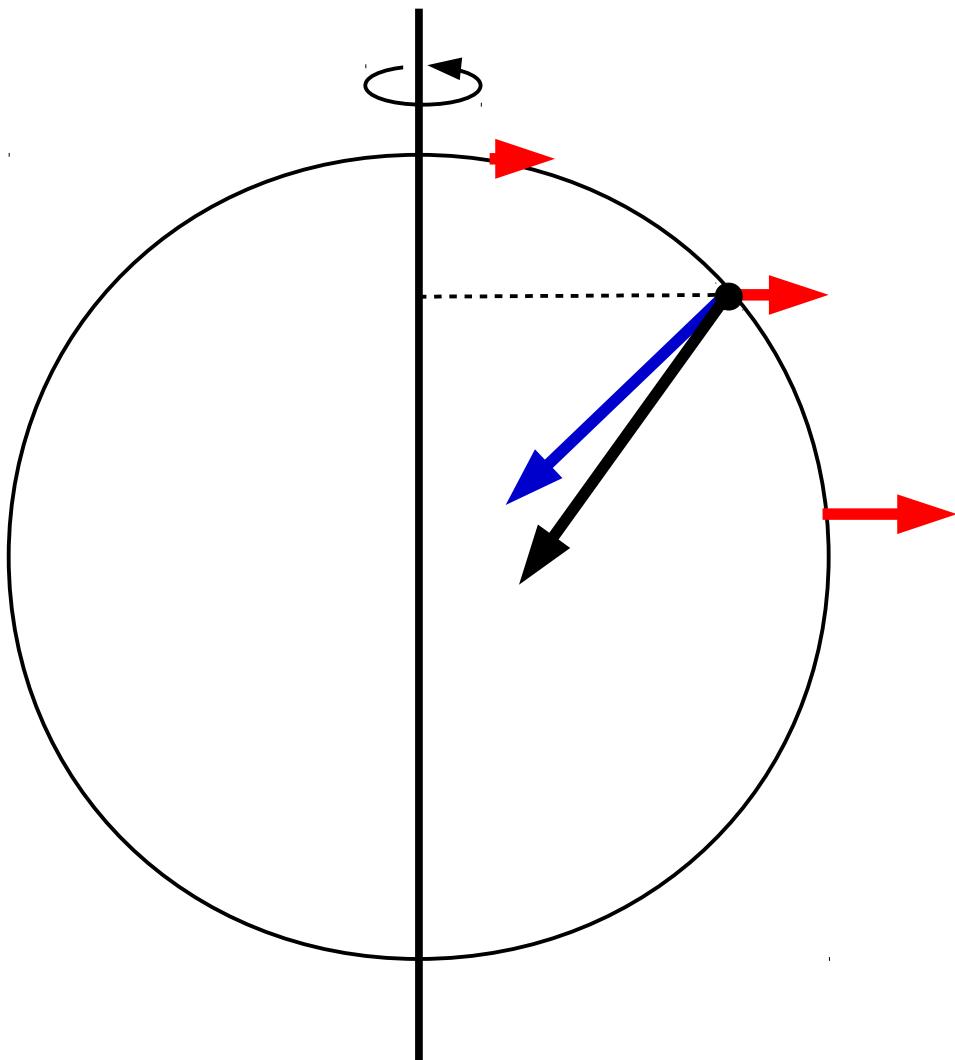
Por isso, é necessário remover as componentes não-gravitacionais produzidas pelo movimento do veículo (avião, helicóptero, navio) e também variações temporais produzidas pela atração luni-solar, deriva instrumental e variações da pressão atmosférica

De volta pra Terra ...



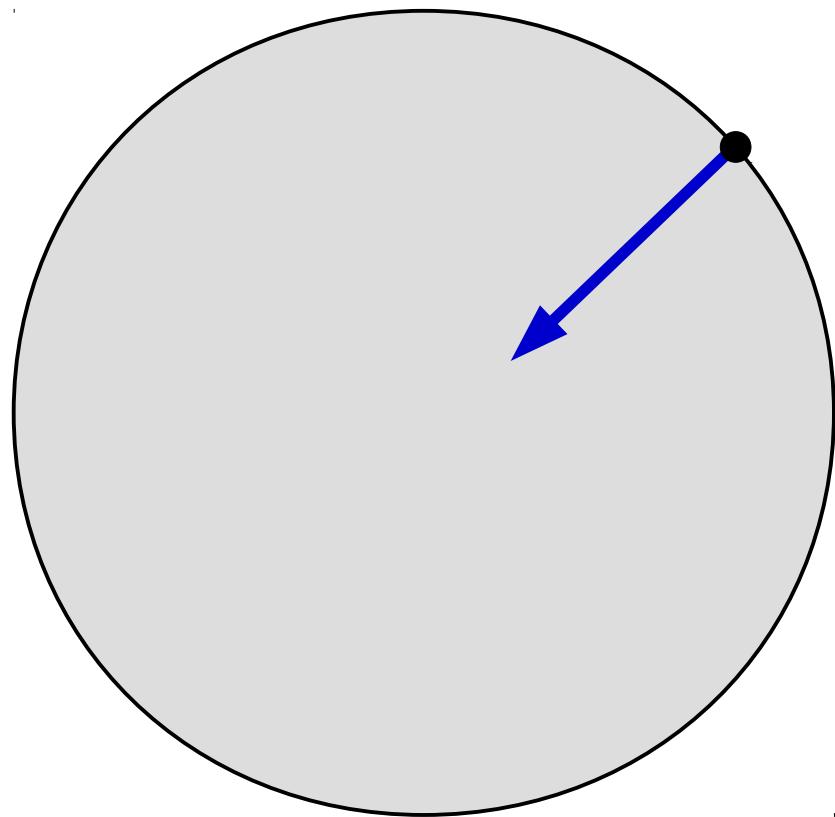


A componente **centrífuga** sempre aponta para fora da Terra e aumenta com a distância até o eixo de rotação

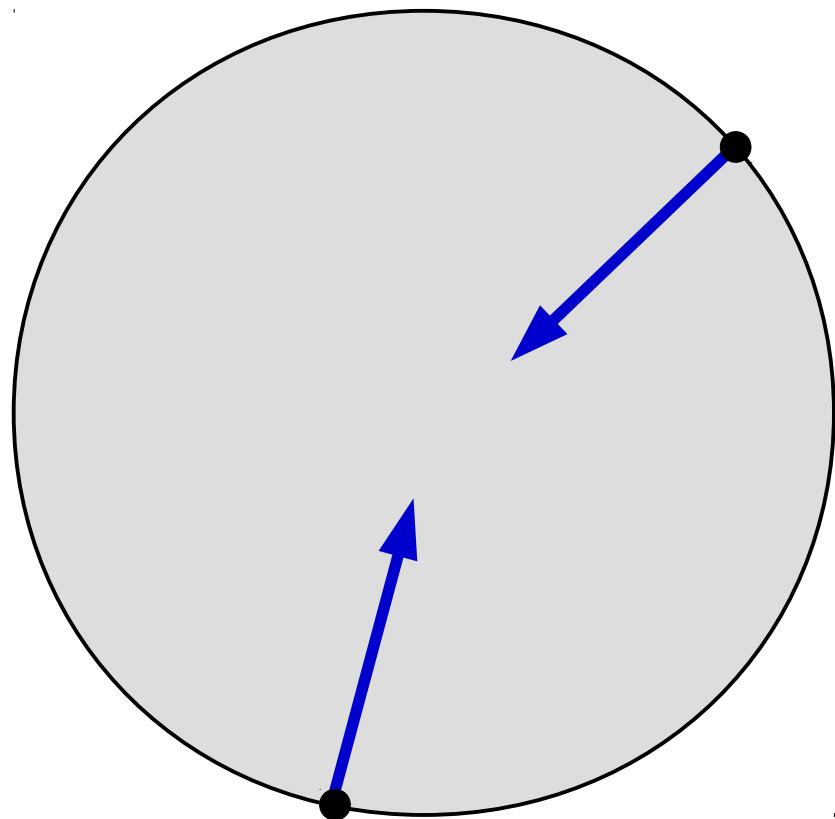


Já a componente **gravitacional** é
mais complicada ...

A componente **centrífuga**
sempre aponta para fora da
Terra e aumenta com a distância
até o eixo de rotação

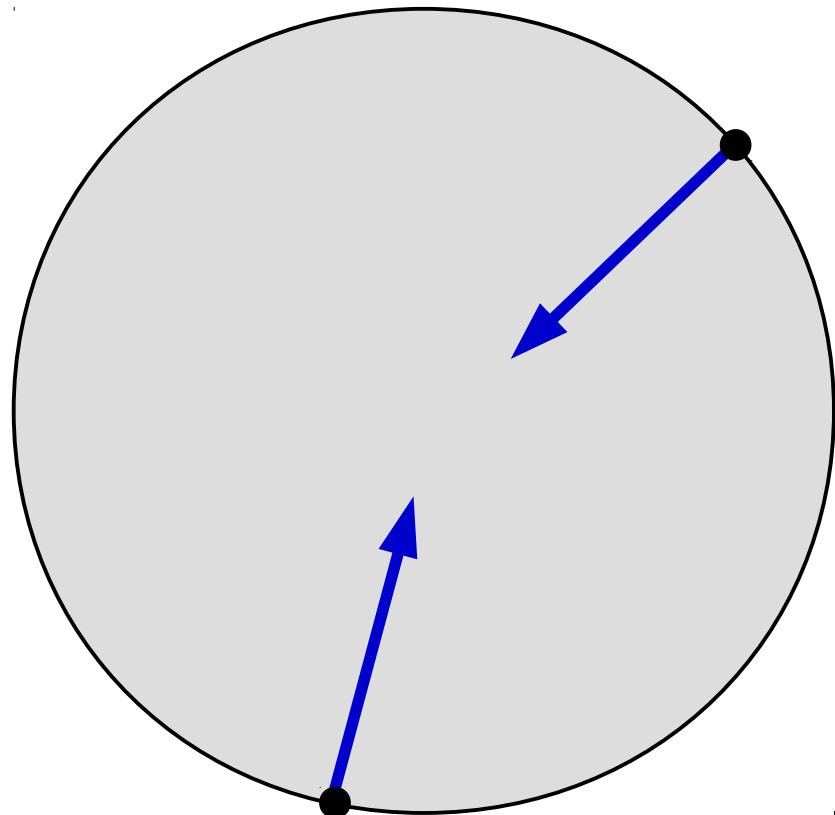


Desconsidere a componente centrífuga por um momento e considere que a Terra tem densidade constante



Desconsidere a componente centrífuga por um momento e considere que a Terra tem densidade constante

Agora considere a componente **gravitacional** em outro ponto na superfície da Terra



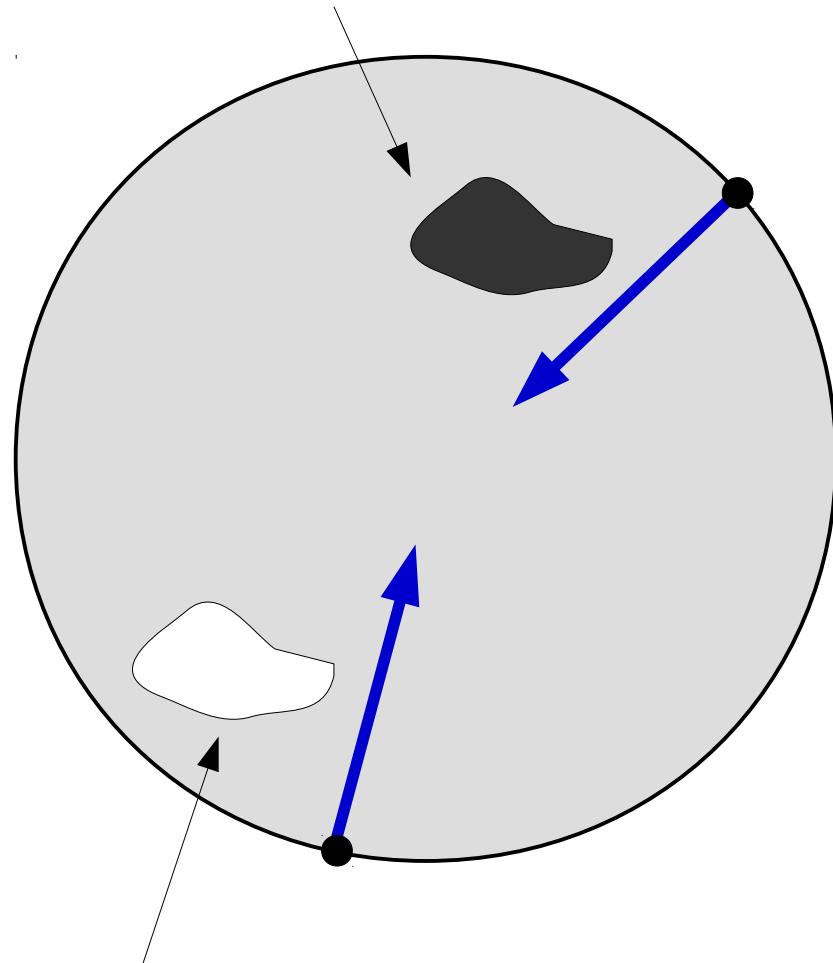
Desconsidere a componente centrífuga por um momento e considere que a Terra tem densidade constante

Agora considere a componente **gravitacional** em outro ponto na superfície da Terra

Neste caso, a direção da componente gravitacional fica bem diferente, mas a amplitude é praticamente a mesma porque a densidade é constante

Considere agora que a massa da Terra foi redistribuída, mas a massa total continua a mesma

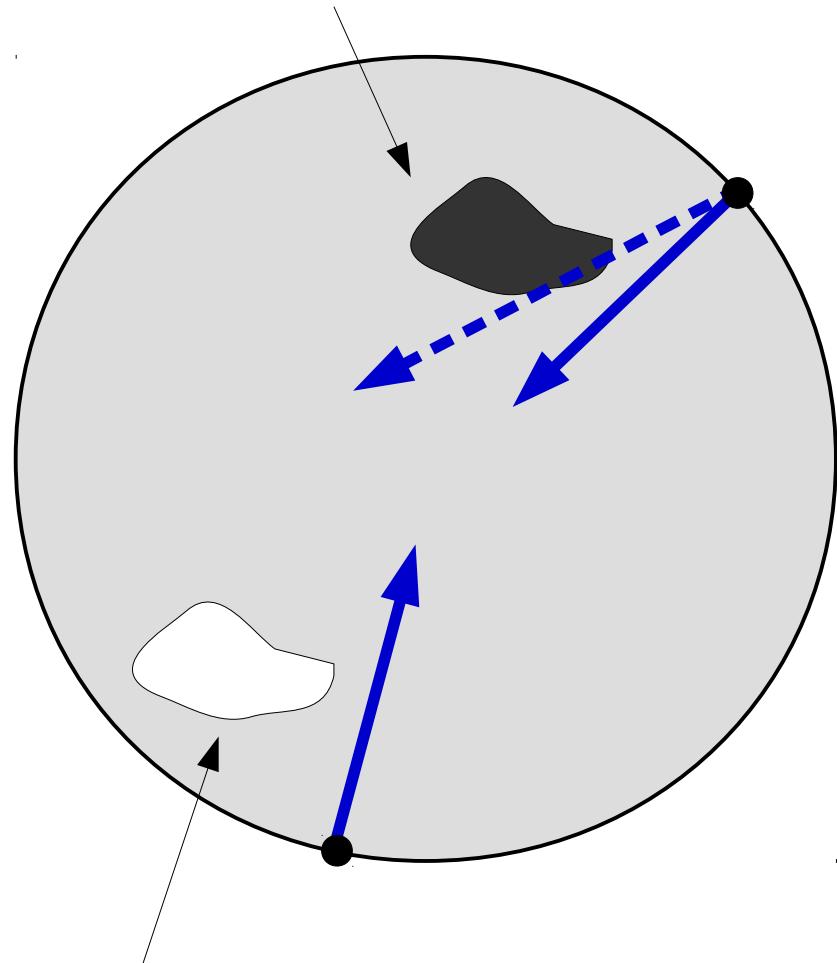
Excesso de massa



Deficiência de massa

Considere agora que a massa da Terra foi redistribuída, mas a massa total continua a mesma

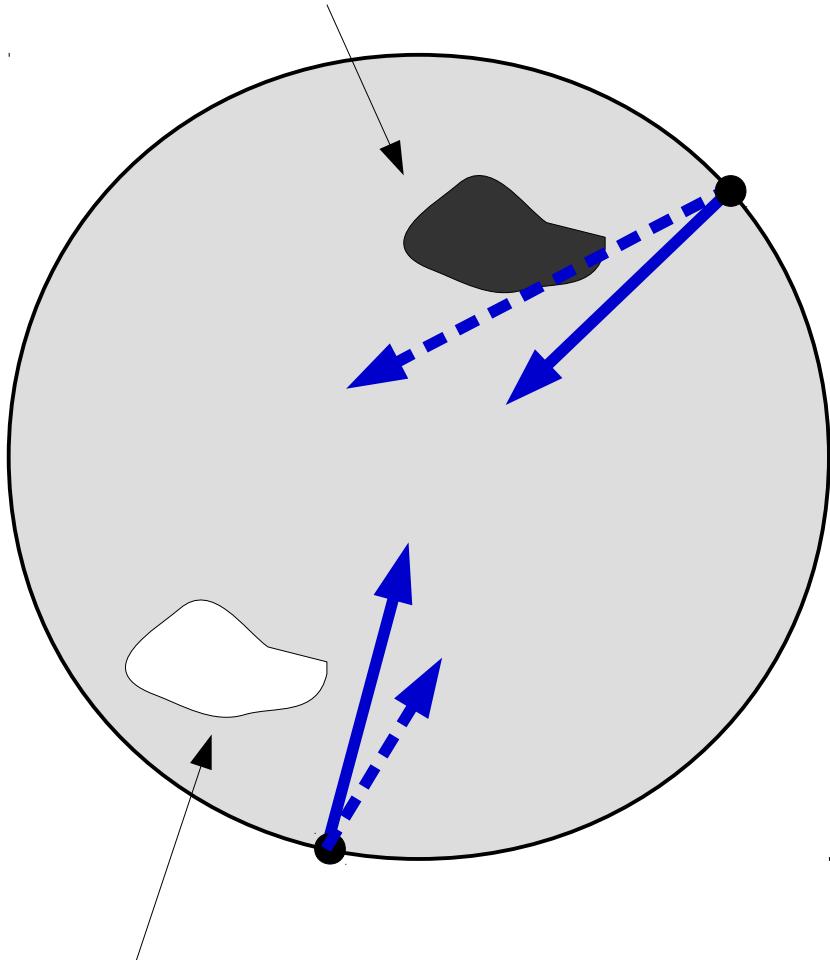
Excesso de massa



A região com **excesso** de massa irá **aumentar** a componente gravitacional em comparação ao modelo anterior, em que a densidade era constante na Terra toda

Deficiência de massa

Excesso de massa

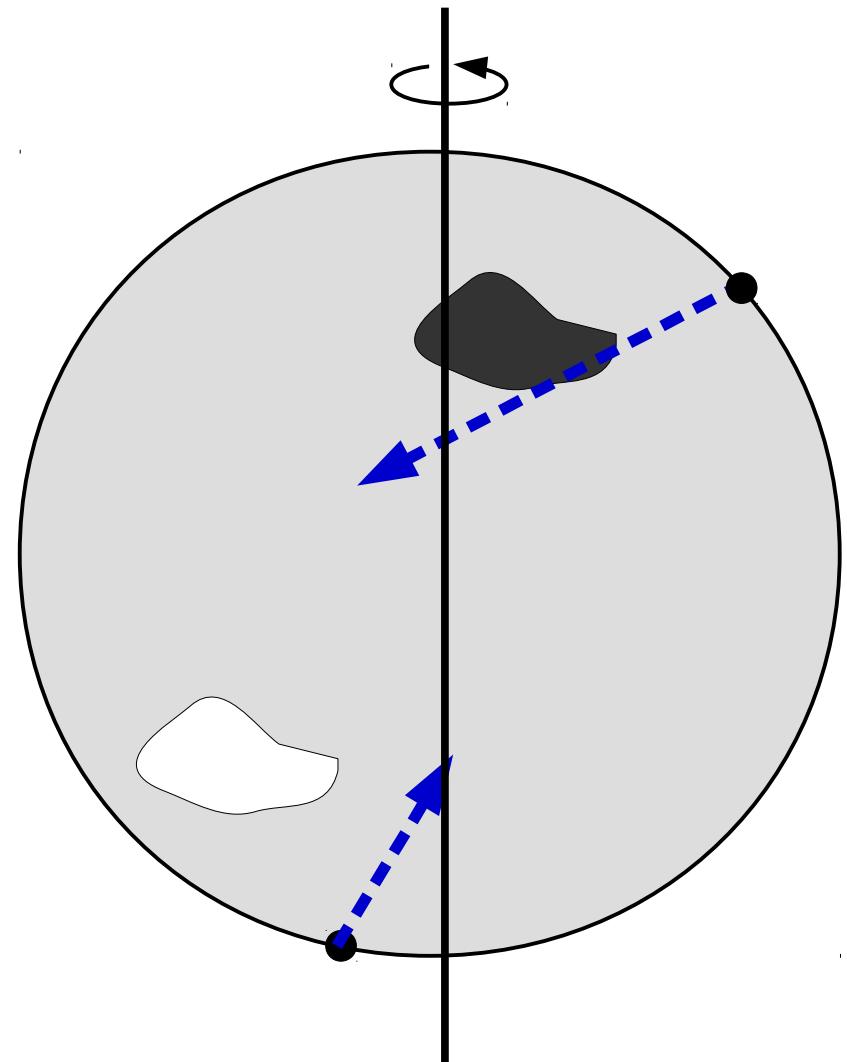
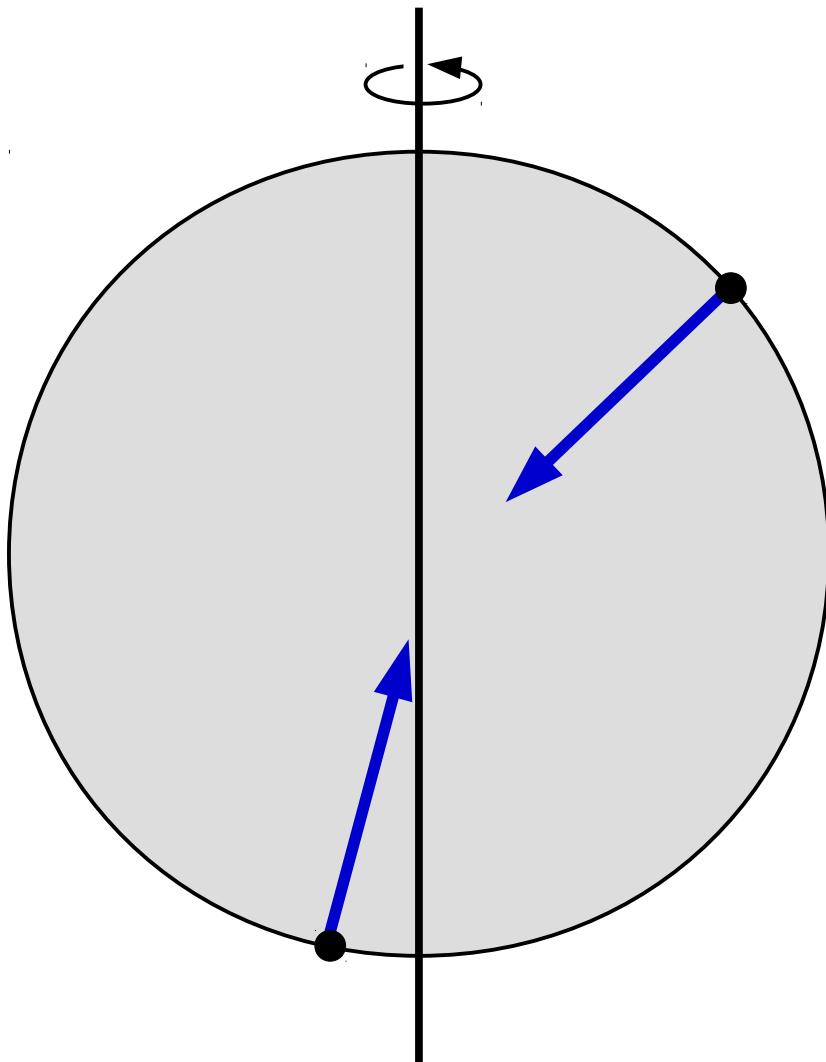


Considere agora que a massa da Terra foi redistribuída, mas a massa total continua a mesma

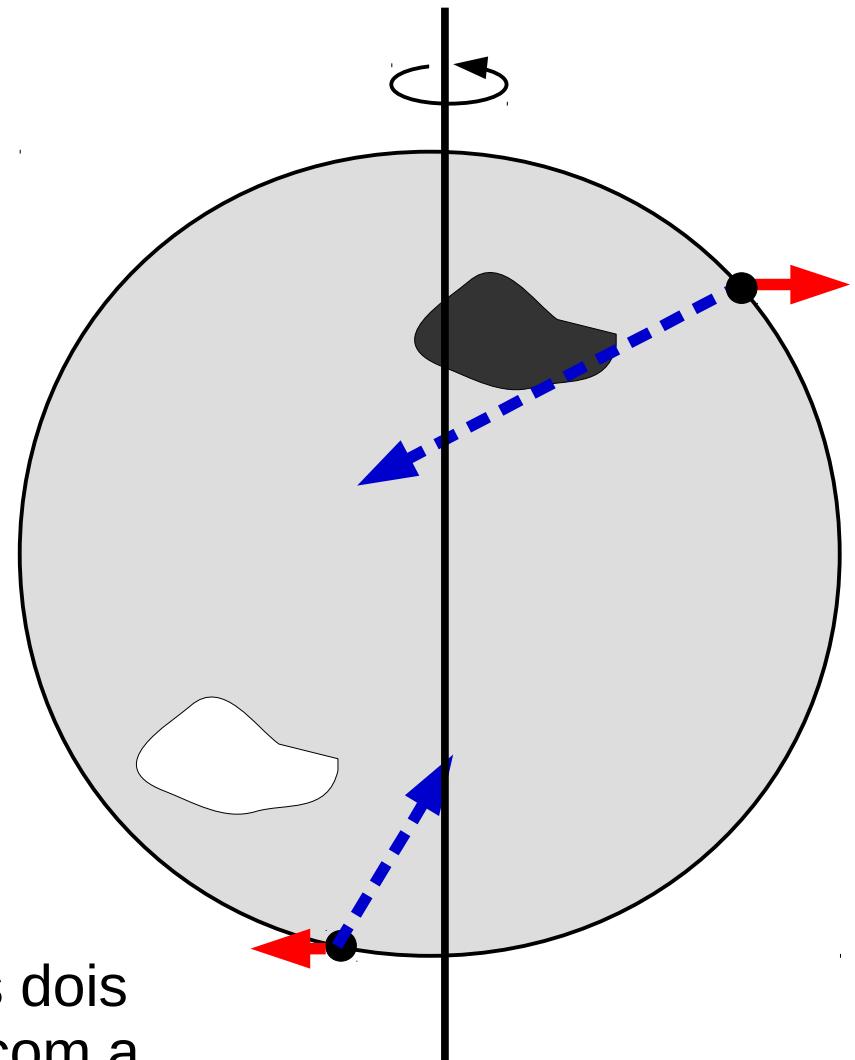
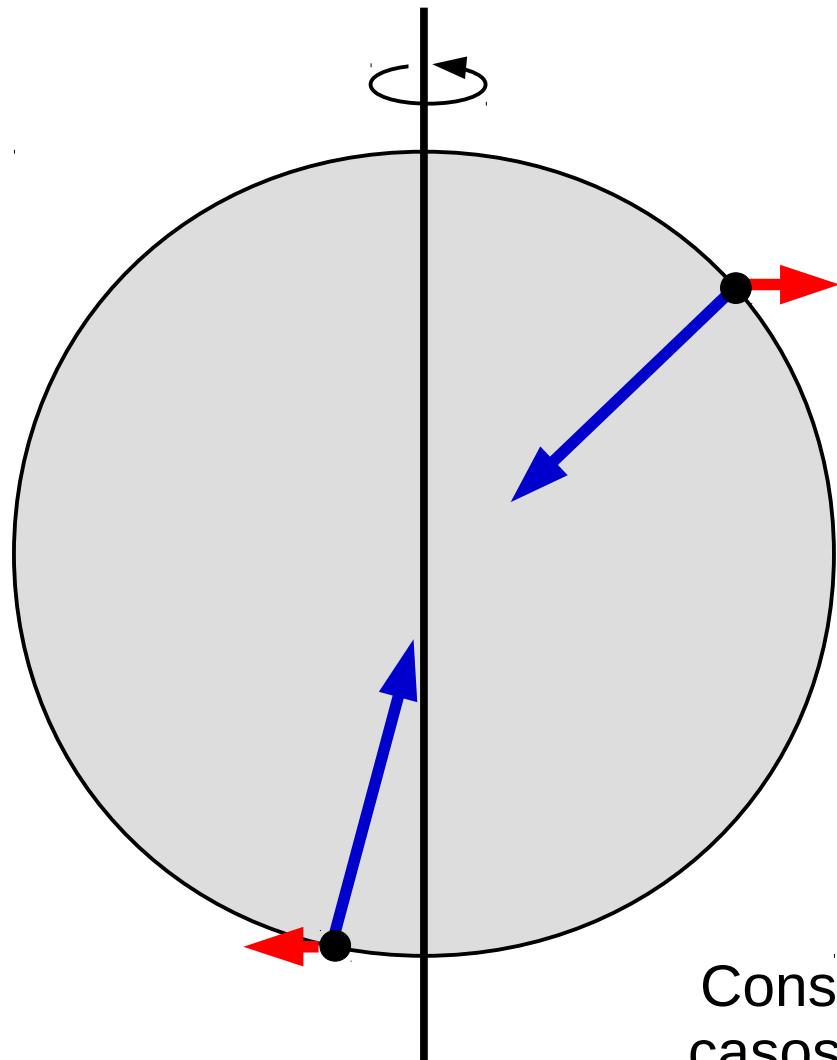
A região com **excesso** de massa irá **aumentar** a componente gravitacional em comparação ao modelo anterior, em que a densidade era constante na Terra toda

Por outro lado, a região com **deficiência** de massa irá **diminuir** a componente gravitacional em comparação ao modelo anterior, em que a densidade era constante na Terra toda

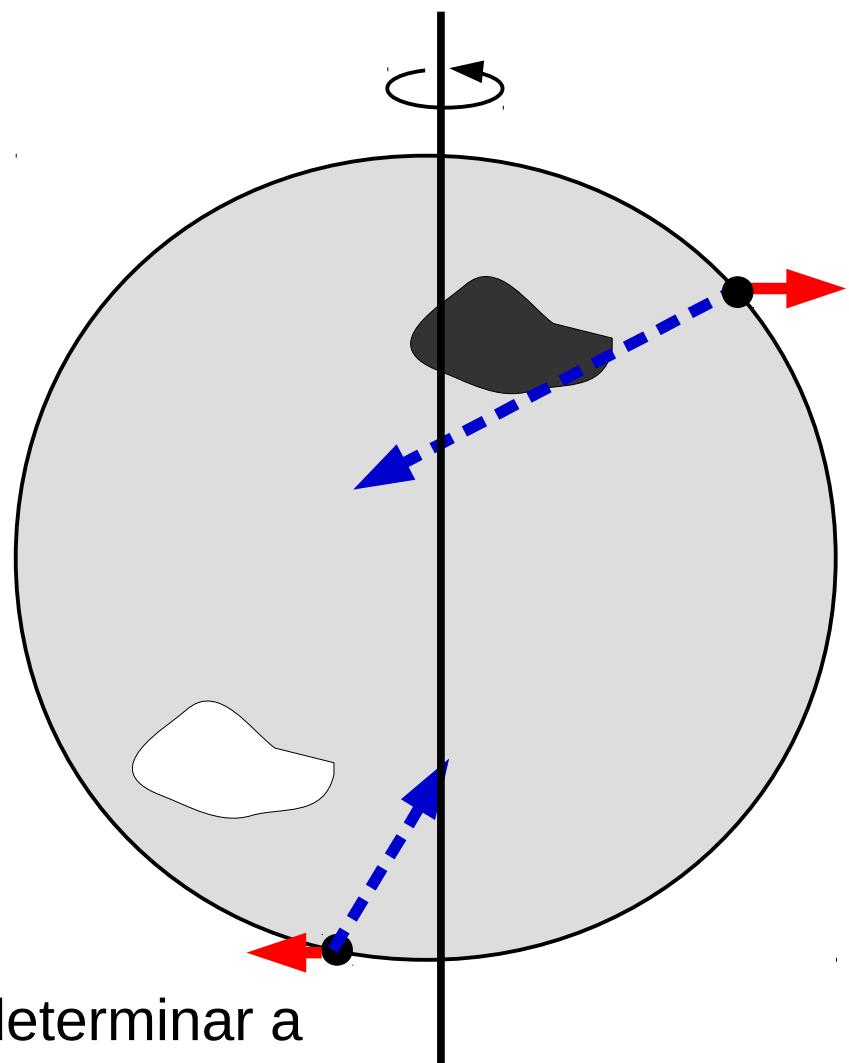
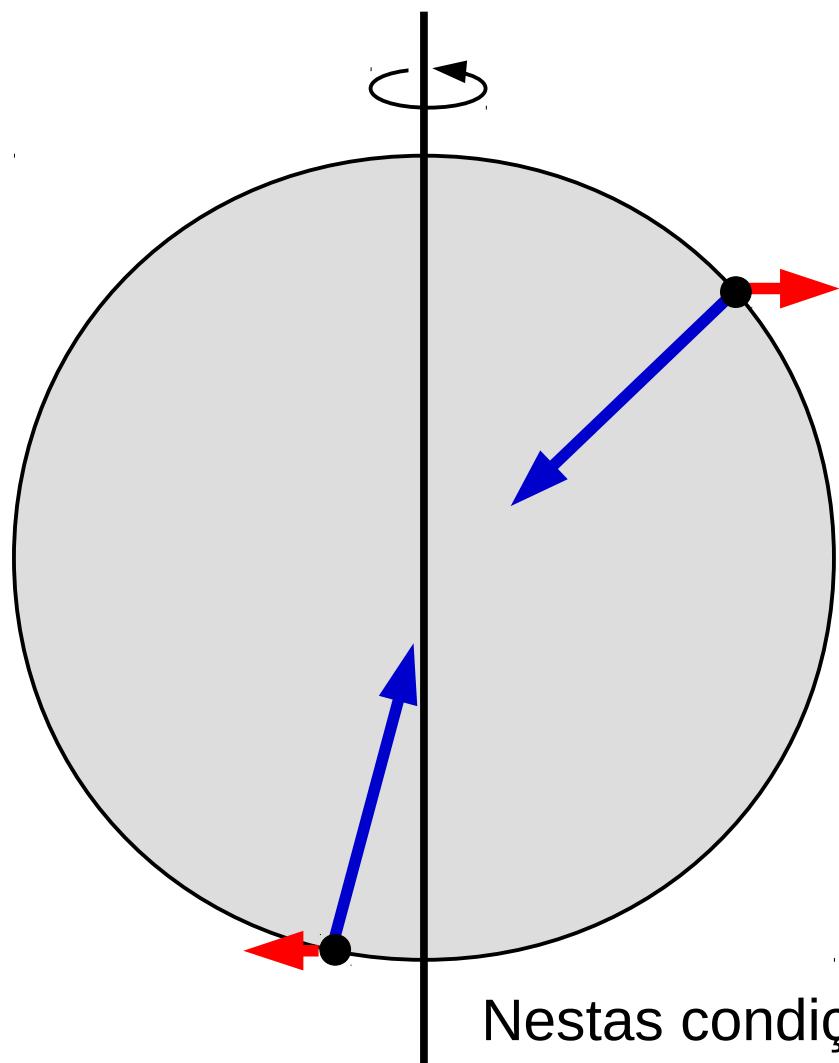
Em ambos os casos, a massa
total é a mesma



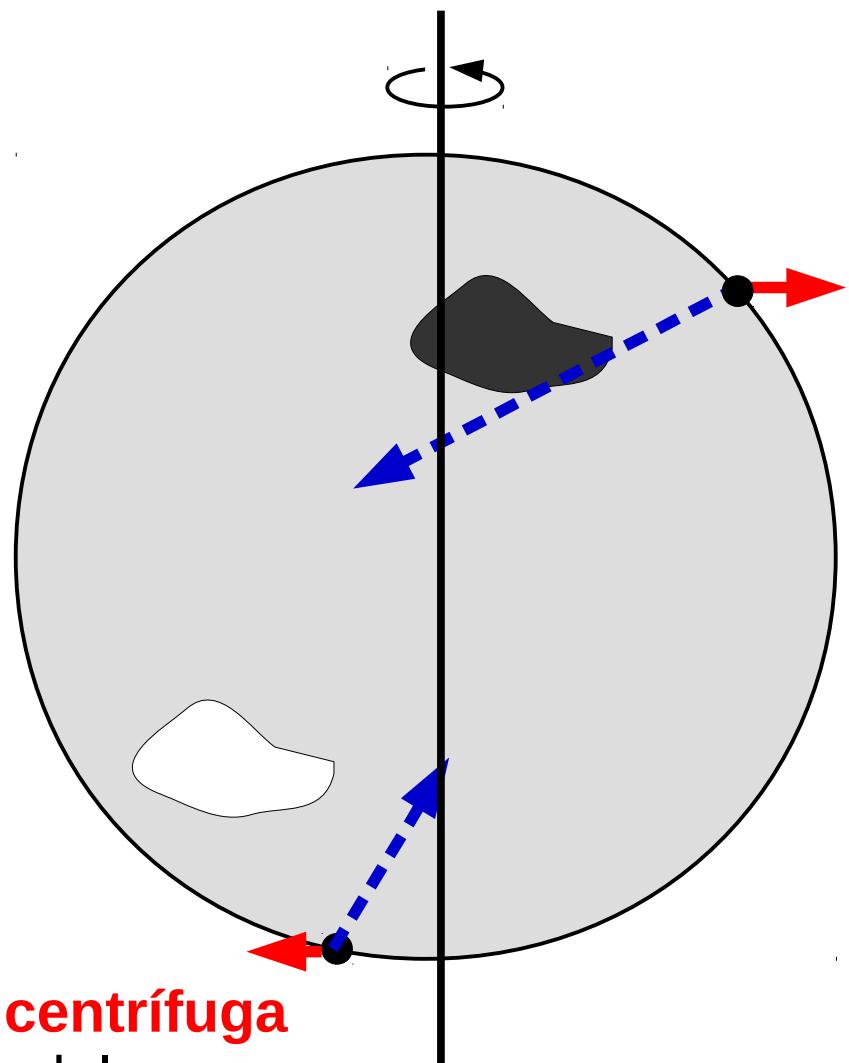
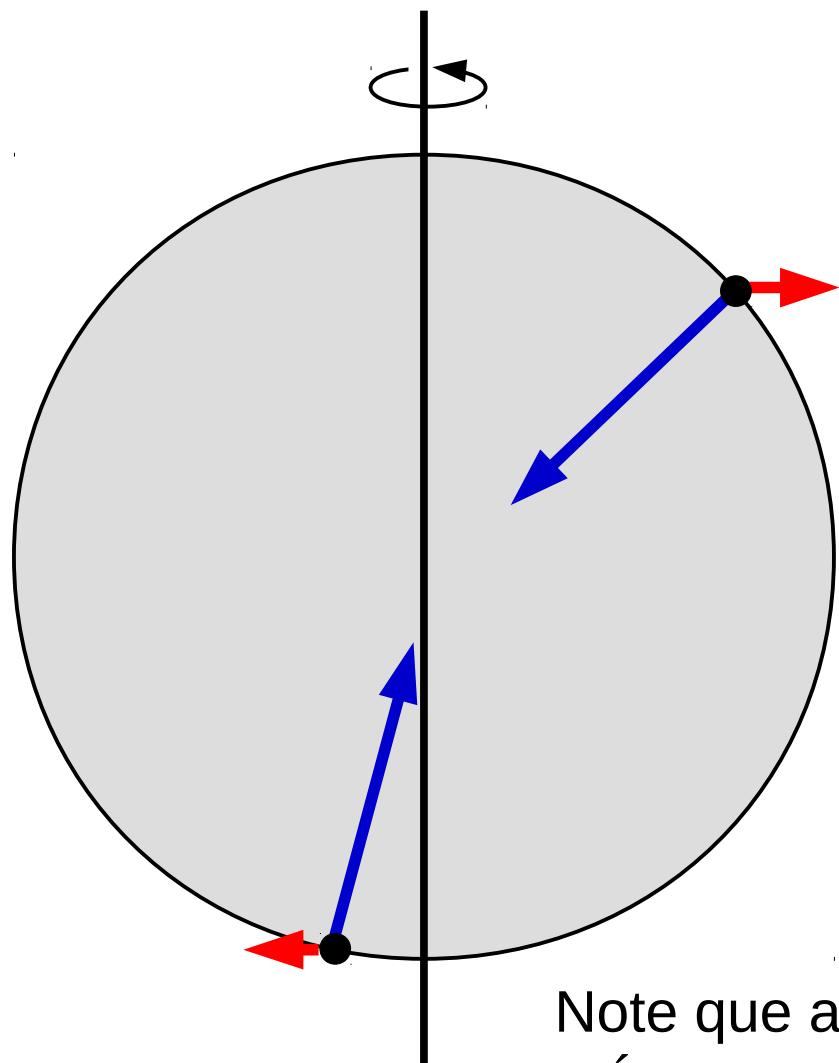
Em ambos os casos, a massa total é a mesma



Considere que nos dois casos a Terra gira com a mesma velocidade angular e, portanto, a componente centrífuga é a mesma

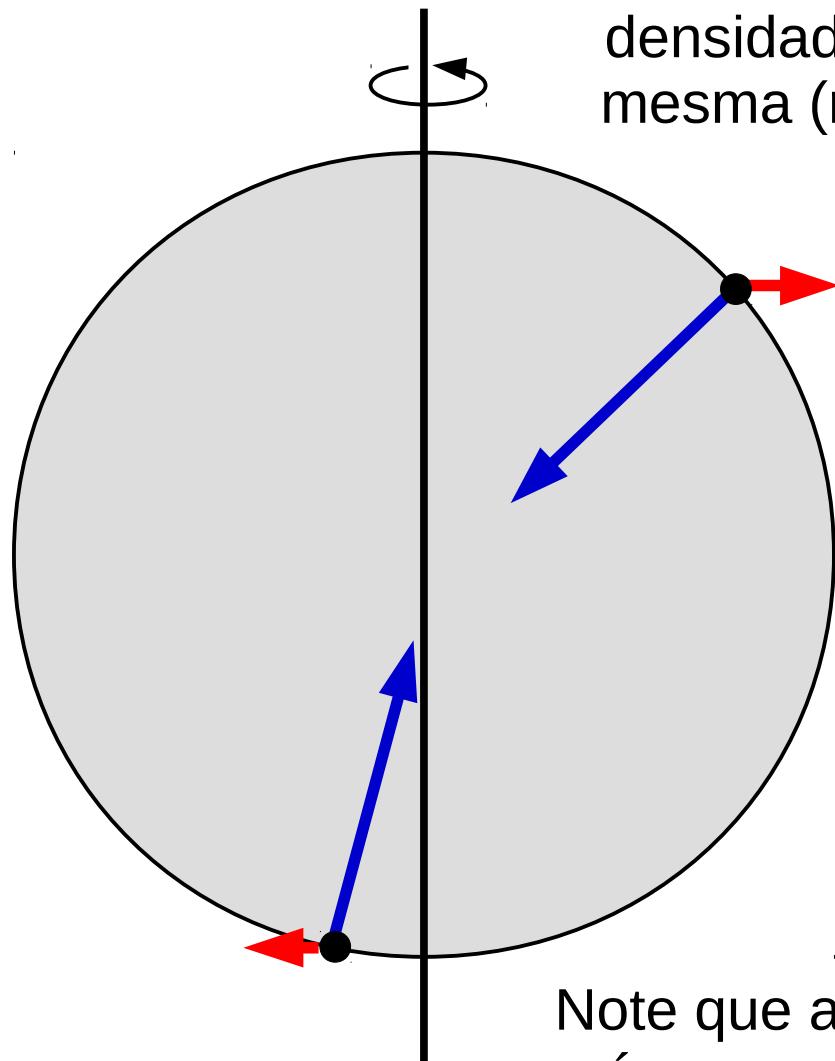


Nestas condições, vamos determinar a diferença, nos mesmos pontos, entre as componentes do vetor gravidade e também a diferença entre a distribuição de densidade dos dois modelos

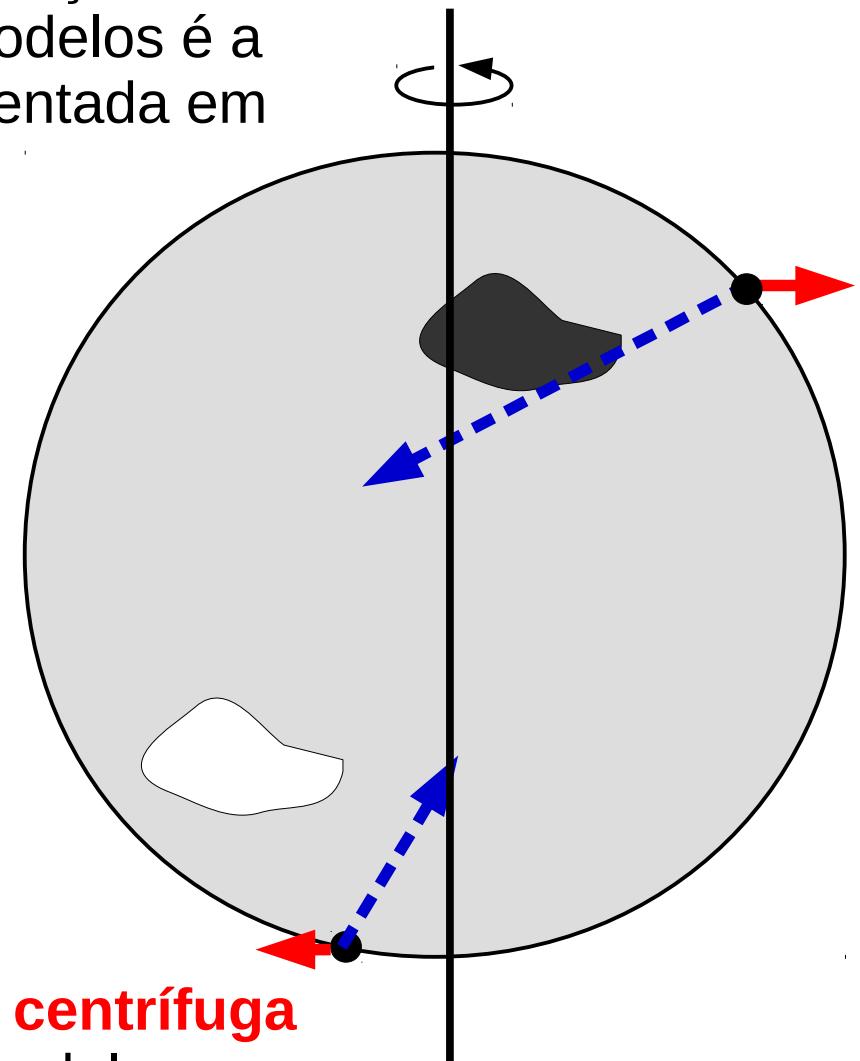


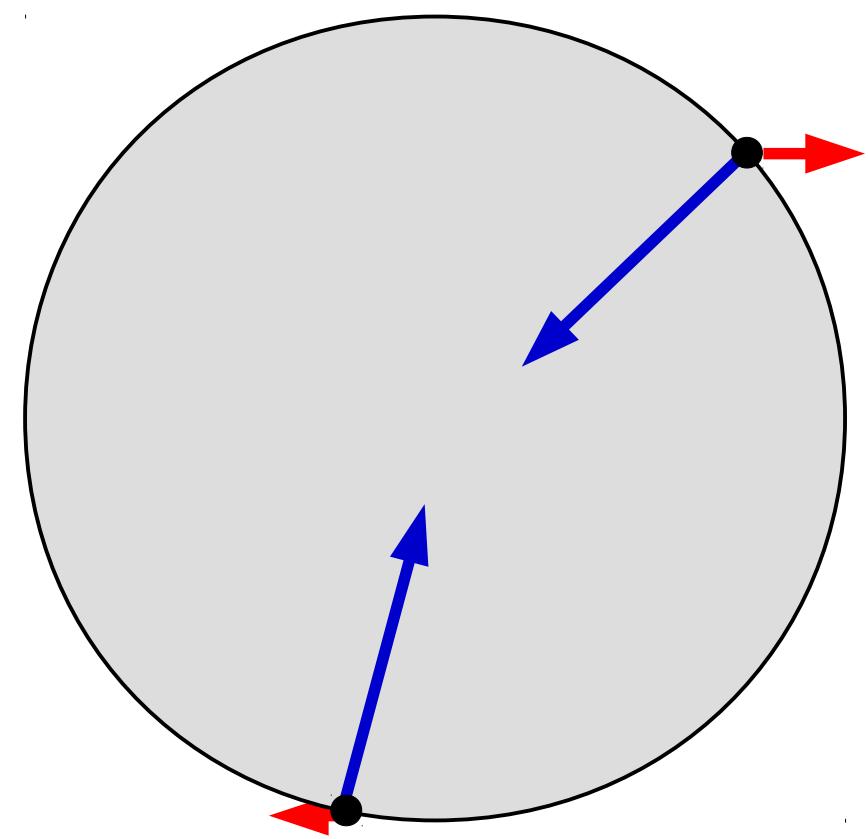
Note que a componente **centrífuga** é a mesma nos dois modelos e, portanto, elas se cancelam. O que resta é uma diferença entre as componentes gravitacionais.

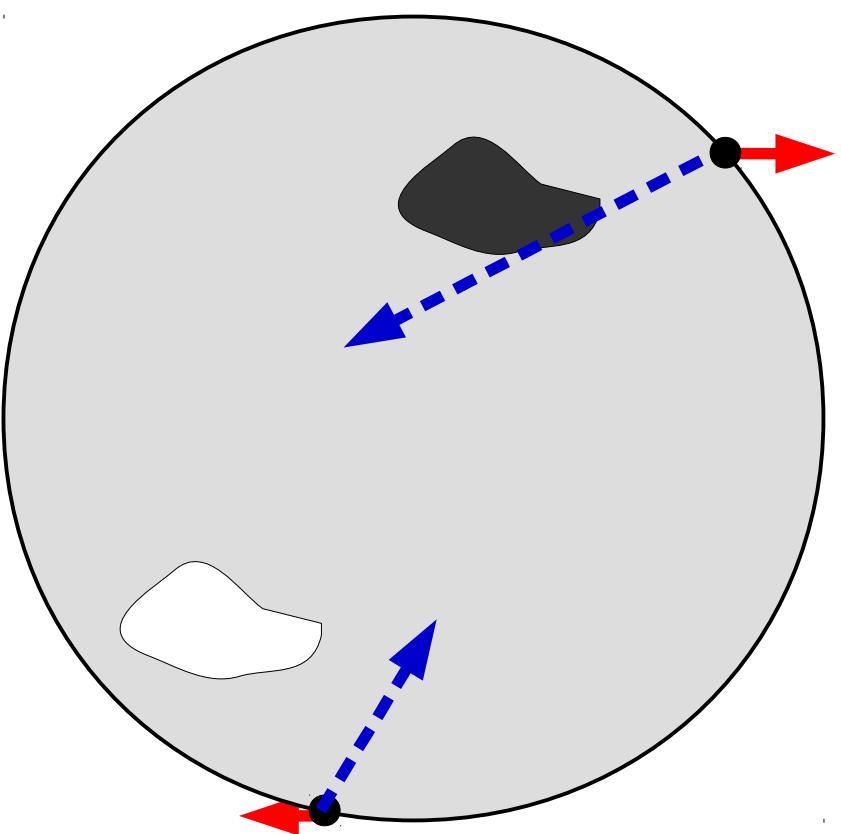
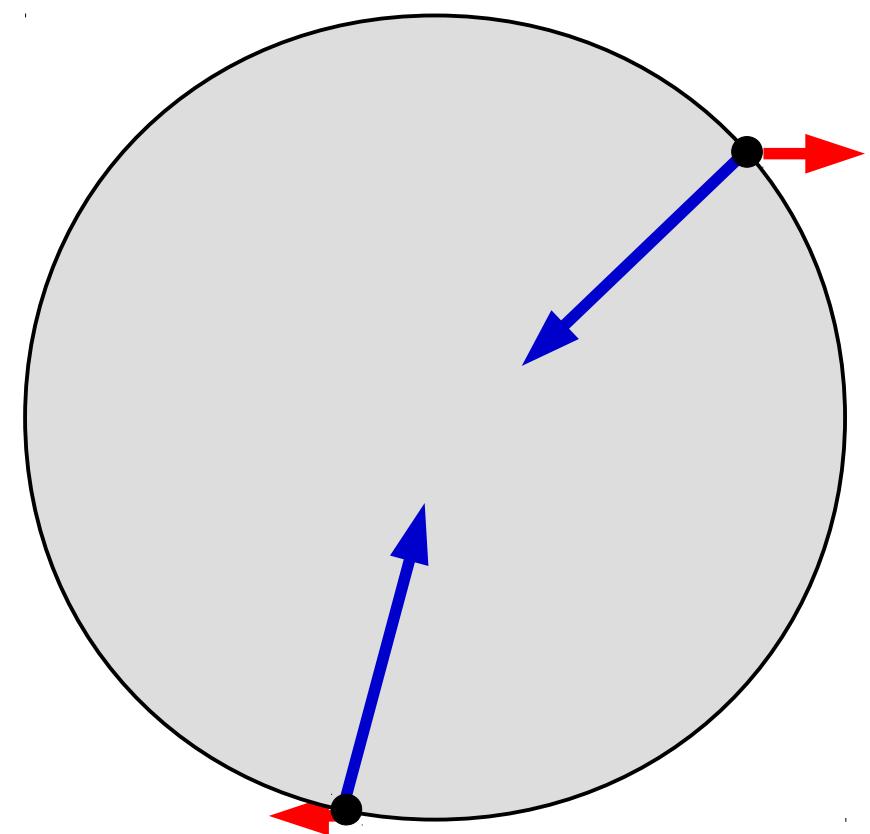
Note também que, exceto nas regiões em que a massa foi redistribuída, a distribuição de densidade nos dois modelos é a mesma (região representada em cinza claro)

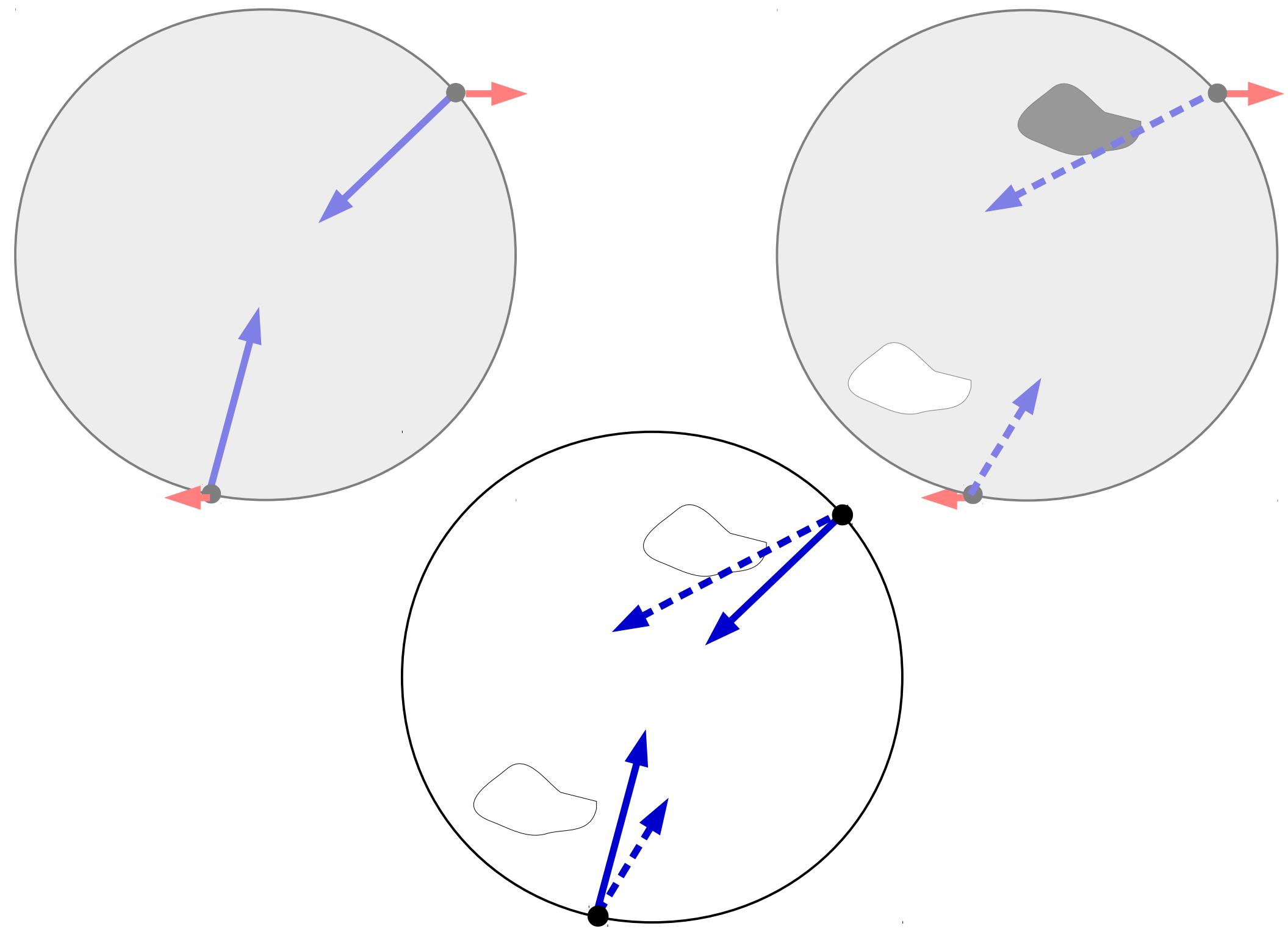


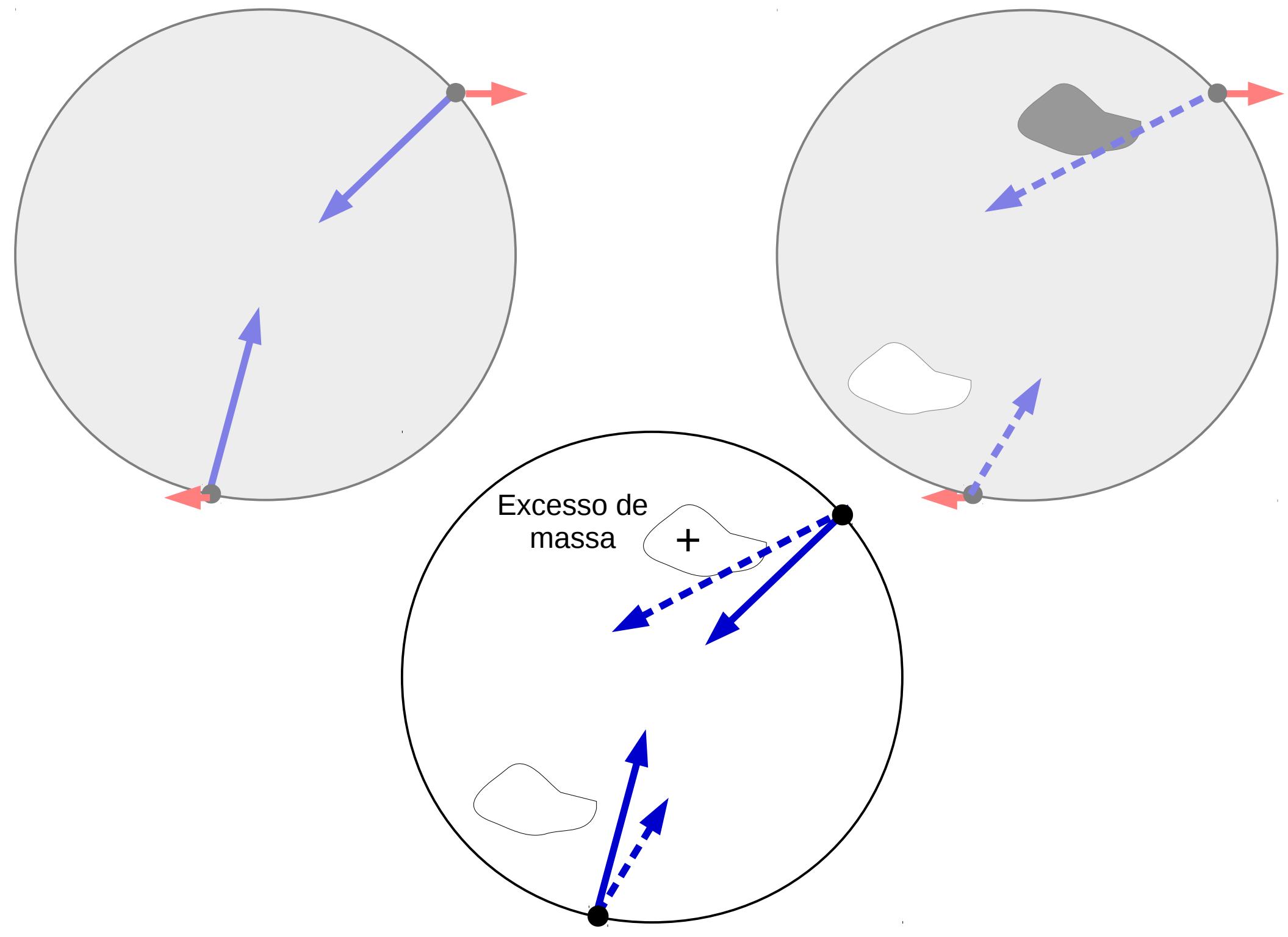
Note que a componente **centrífuga** é a mesma nos dois modelos e, portanto, elas se cancelam. O que resta é uma diferença entre as componentes gravacionais.

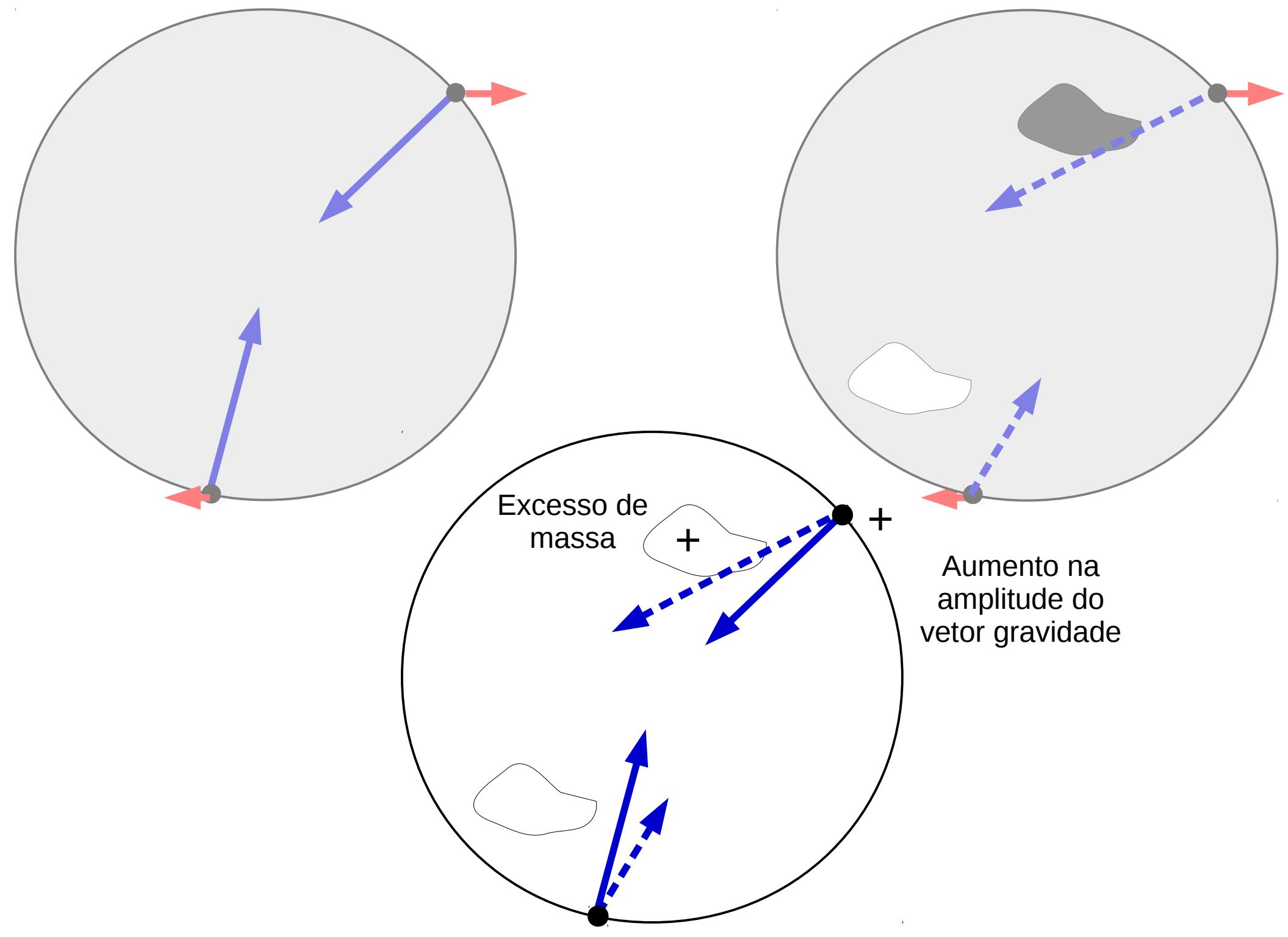


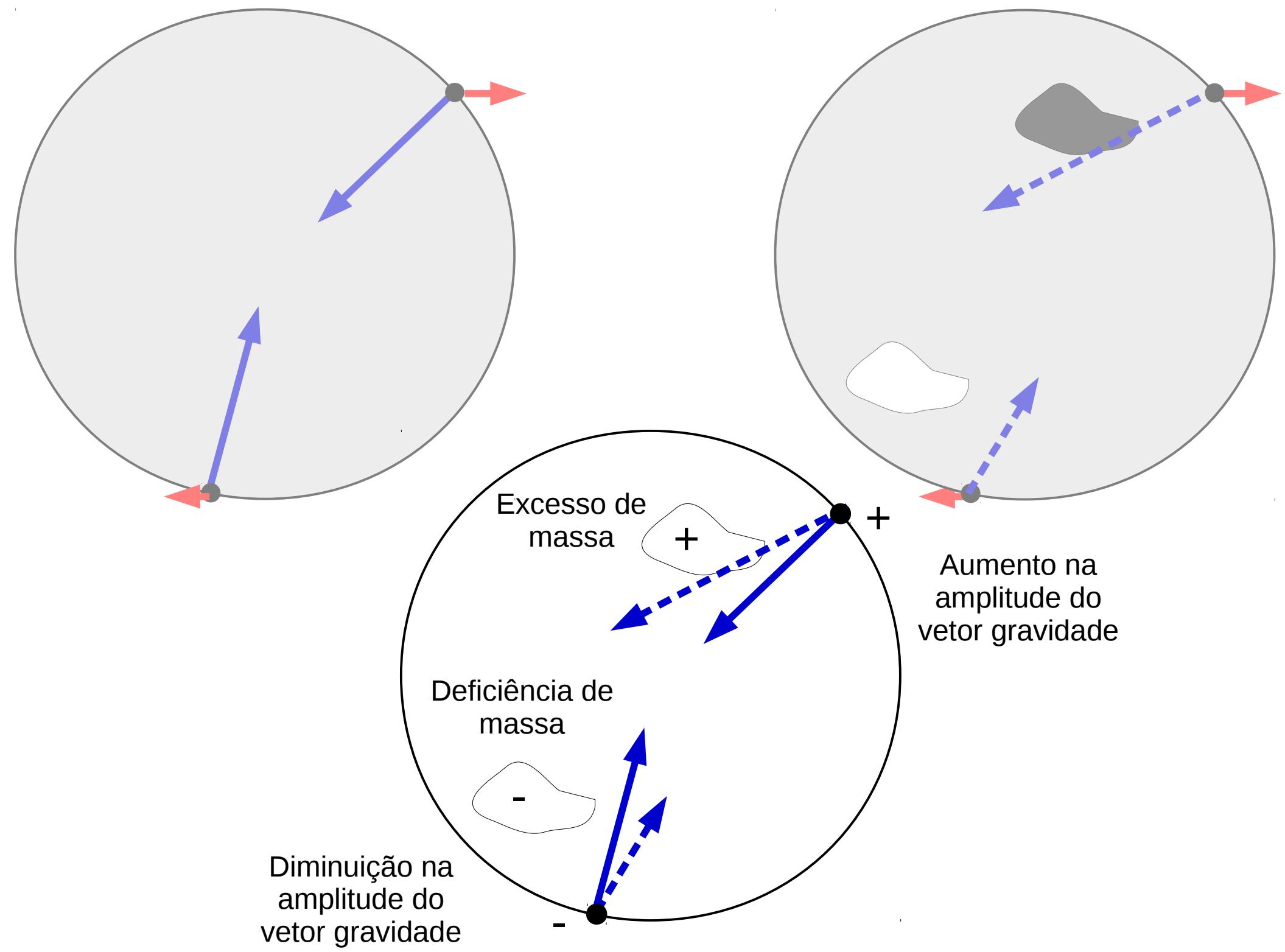




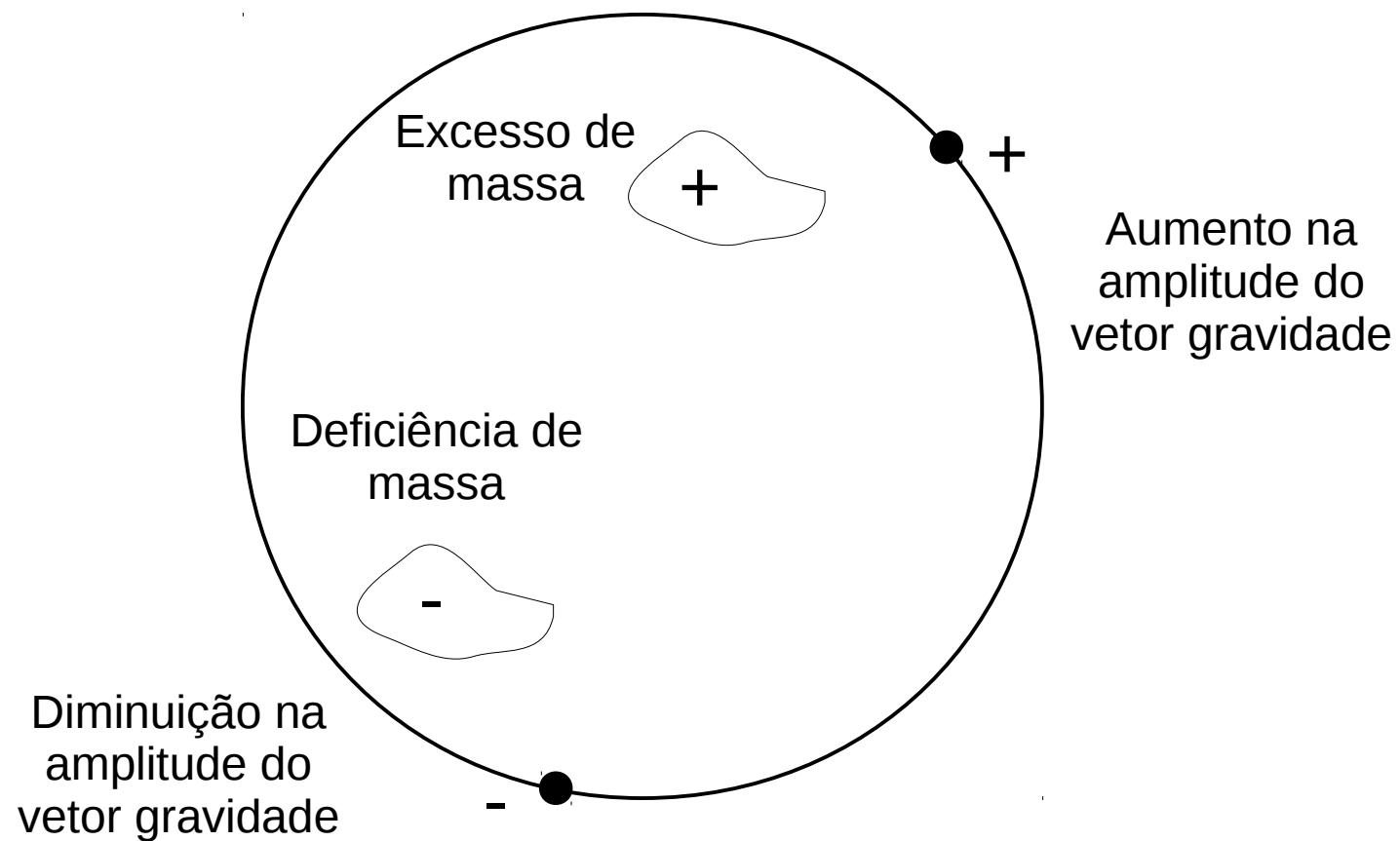






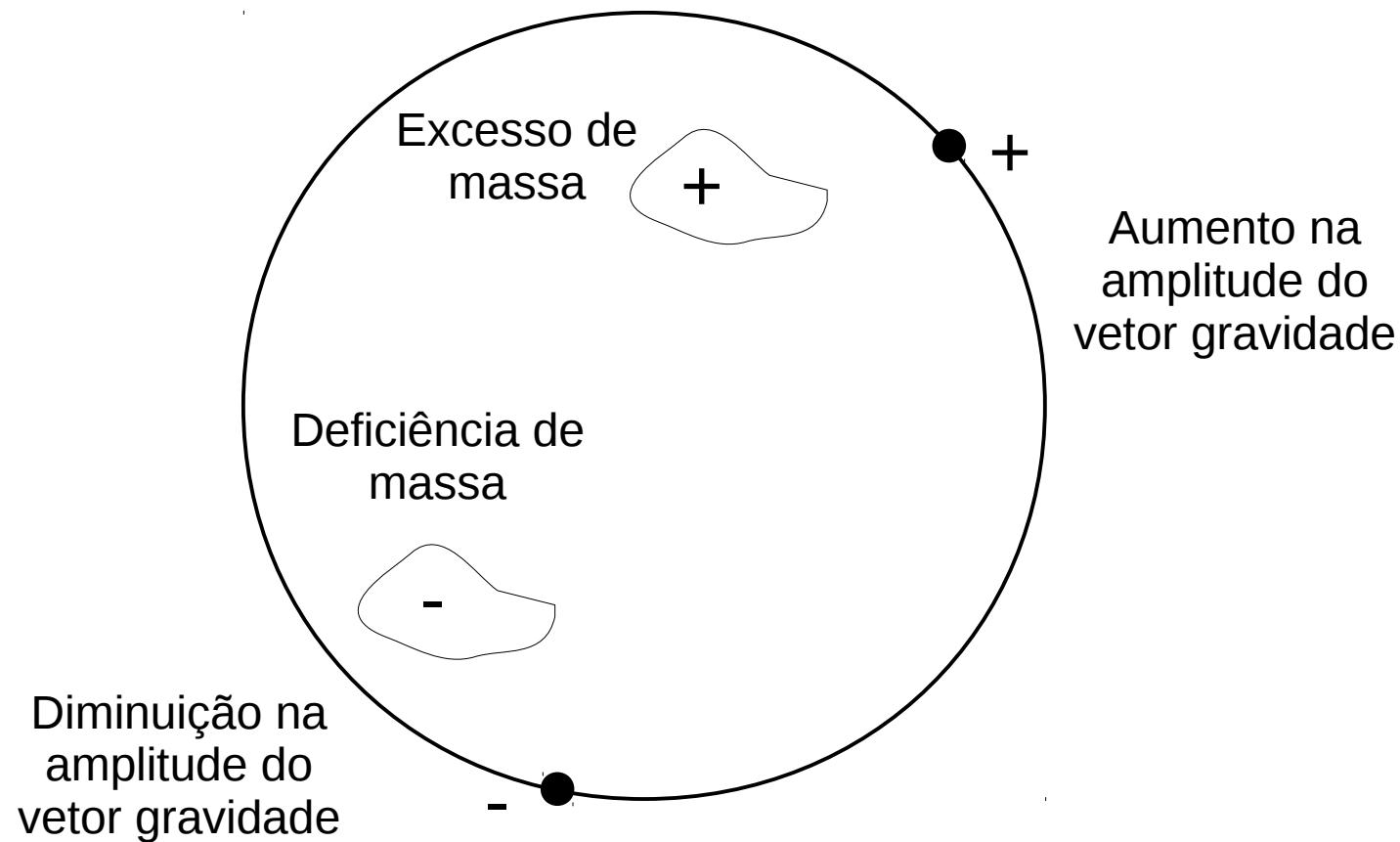


Existe um modelo de Terra que é similar a este modelo com densidade constante



Existe um modelo de Terra que é similar a este modelo com densidade constante

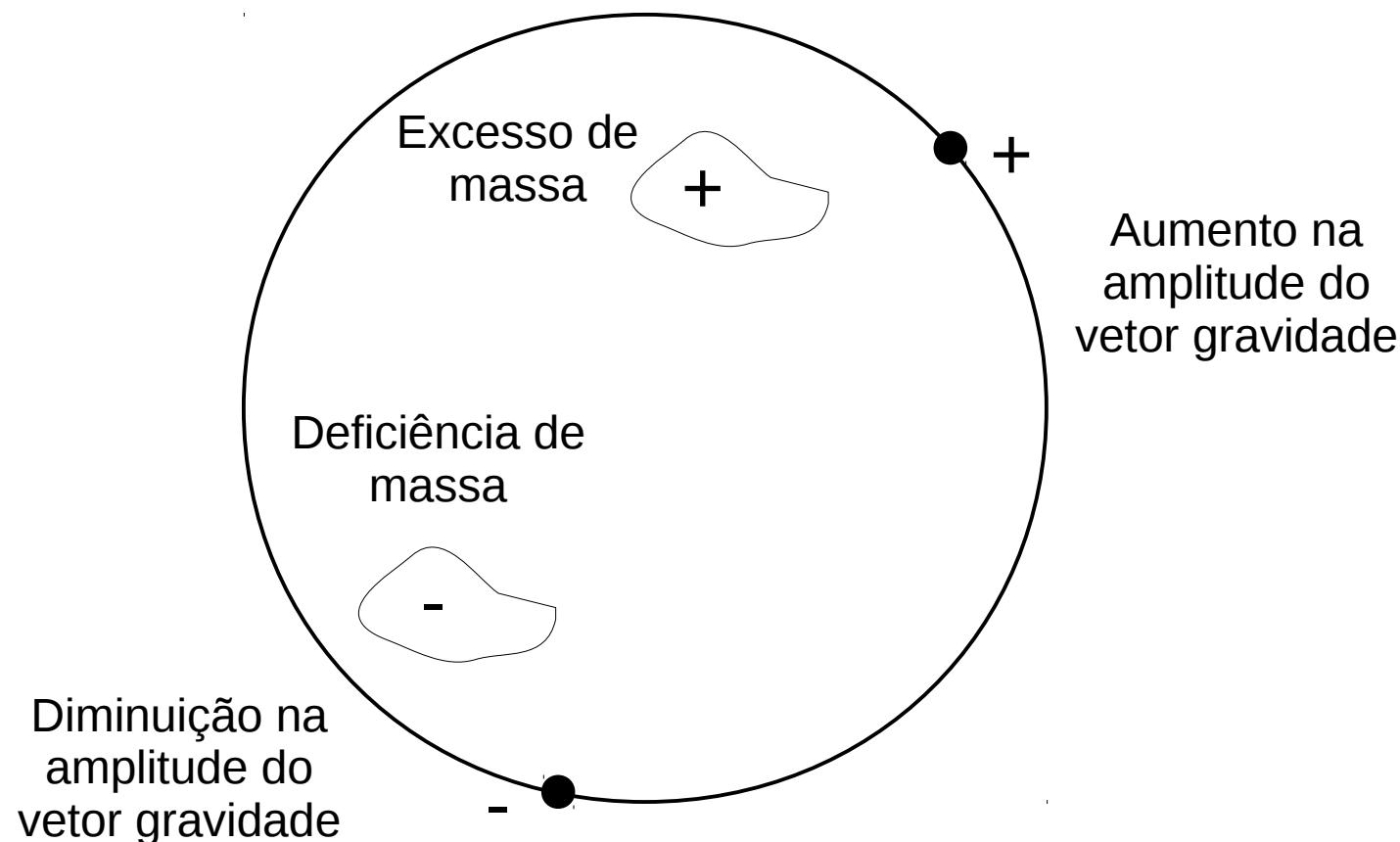
Este modelo possui a mesma massa da Terra verdadeira, a mesma velocidade angular e é uma ótima aproximação para forma da Terra



Existe um modelo de Terra que é similar a este modelo com densidade constante

Ele é denominado Modelo de Terra Normal e a gravidade produzida por este modelo é denominada gravidade normal

Este modelo possui a mesma massa da Terra verdadeira, a mesma velocidade angular e é uma ótima aproximação para forma da Terra

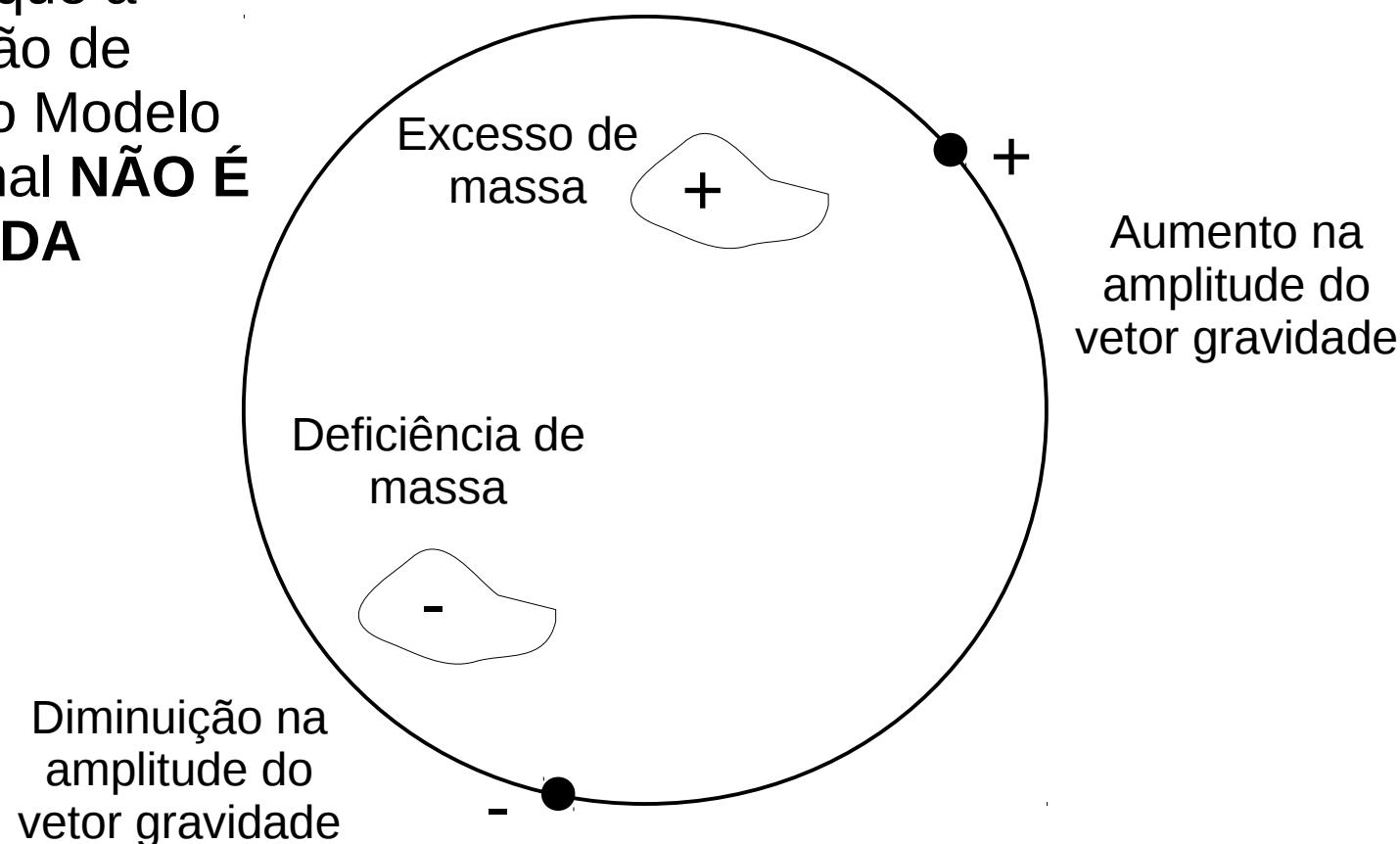


Existe um modelo de Terra que é similar a este modelo com densidade constante

É importante ressaltar, contudo, que a distribuição de densidade no Modelo de Terra Normal **NÃO É DEFINIDA**

Ele é denominado Modelo de Terra Normal e a gravidade produzida por este modelo é denominada gravidade normal

Este modelo possui a mesma massa da Terra verdadeira, a mesma velocidade angular e é uma ótima aproximação para forma da Terra

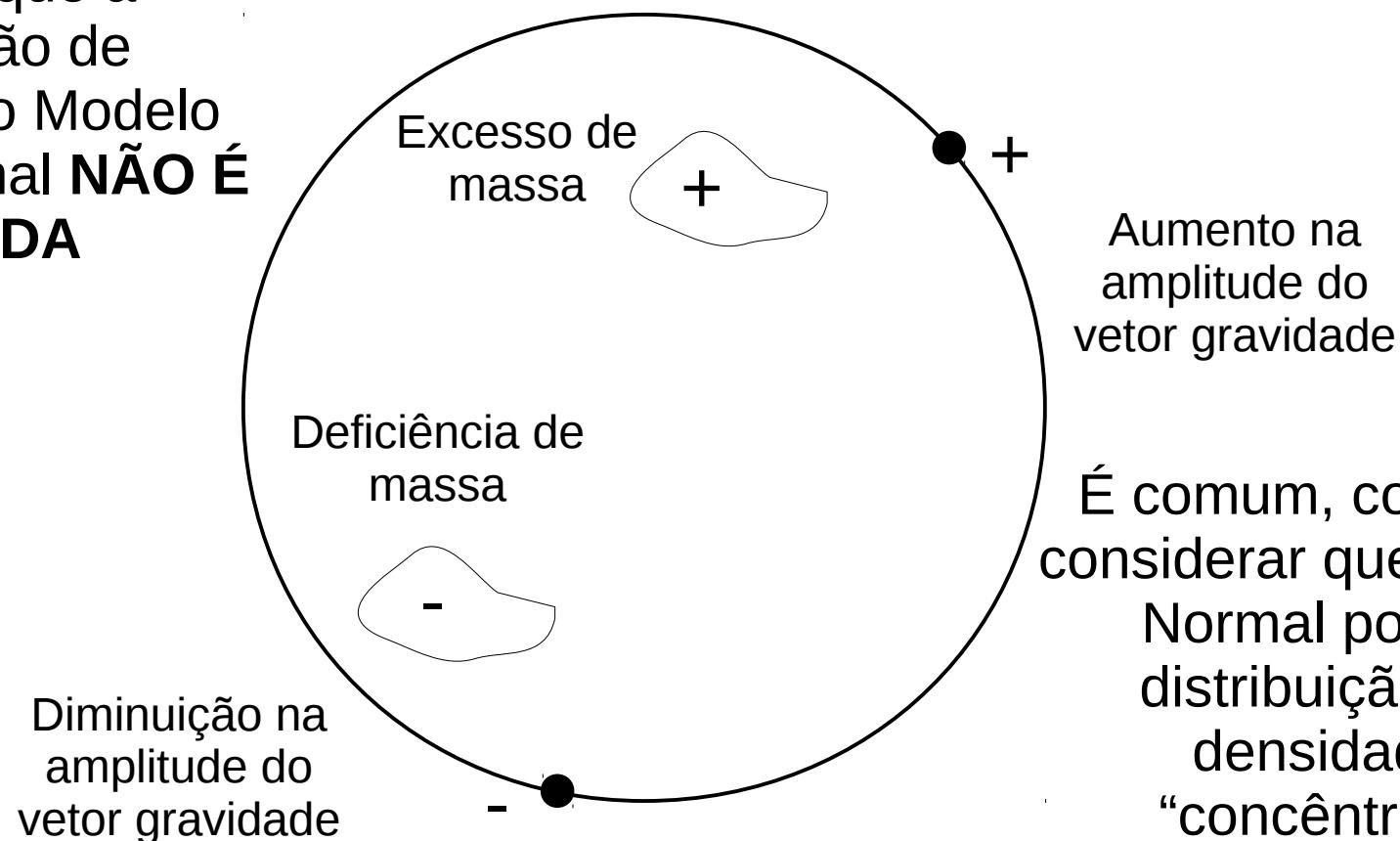


Existe um modelo de Terra que é similar a este modelo com densidade constante

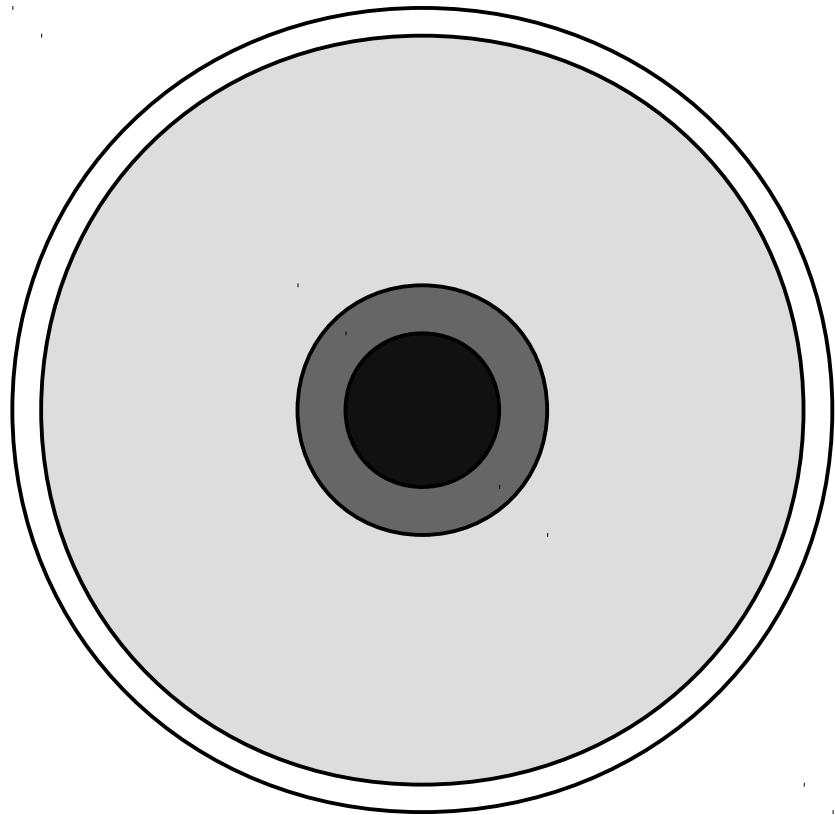
É importante ressaltar, contudo, que a distribuição de densidade no Modelo de Terra Normal **NÃO É DEFINIDA**

Ele é denominado Modelo de Terra Normal e a gravidade produzida por este modelo é denominada gravidade normal

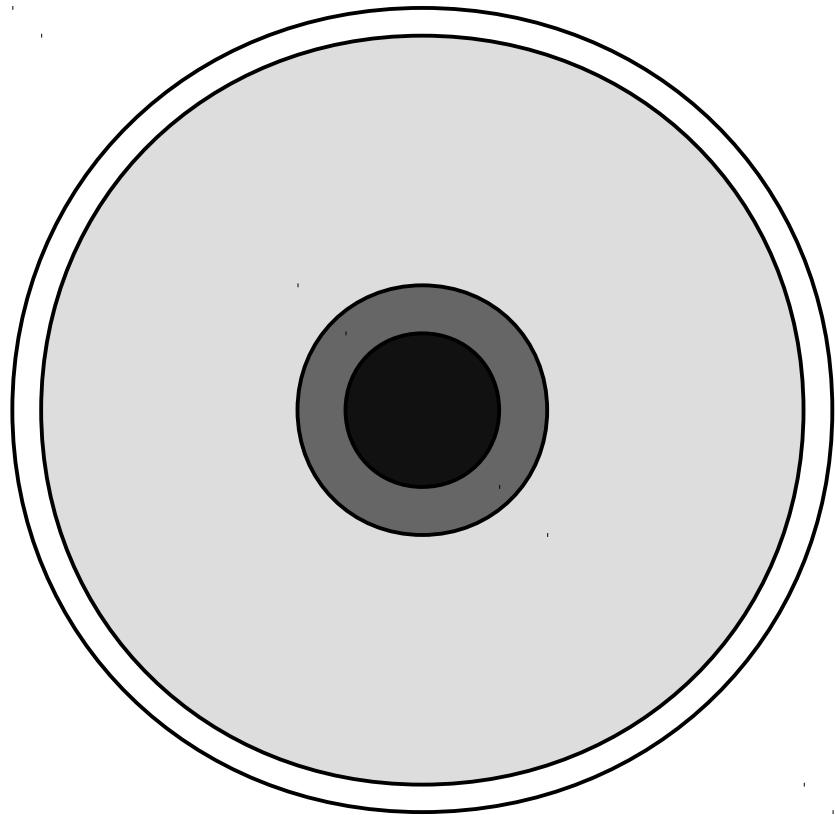
Este modelo possui a mesma massa da Terra verdadeira, a mesma velocidade angular e é uma ótima aproximação para forma da Terra



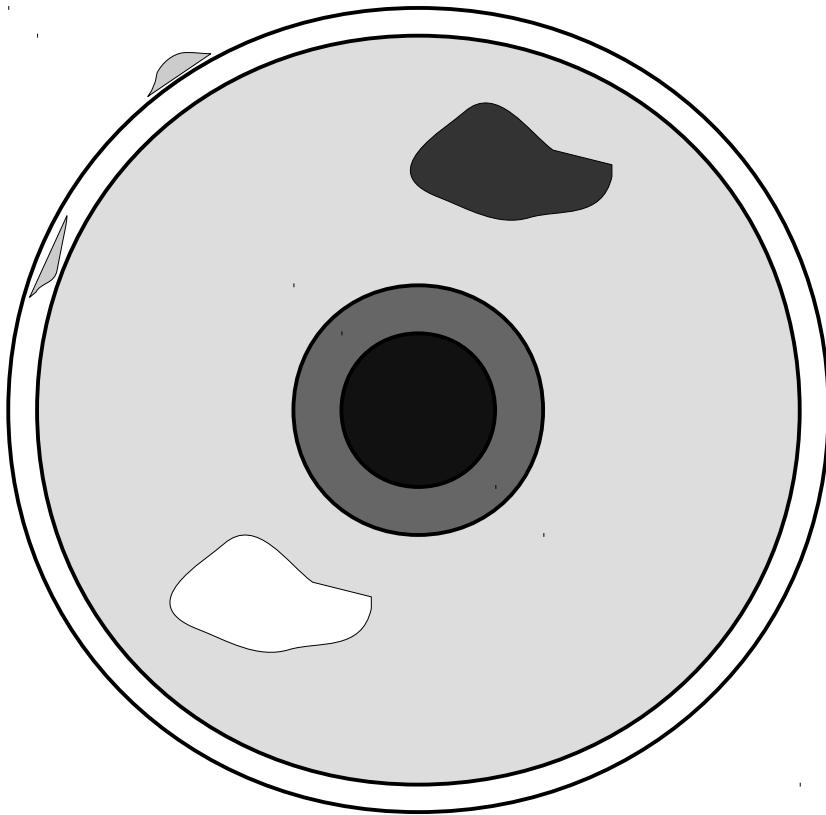
É comum, contudo, considerar que a Terra Normal possui distribuição de densidade “concêntrica”



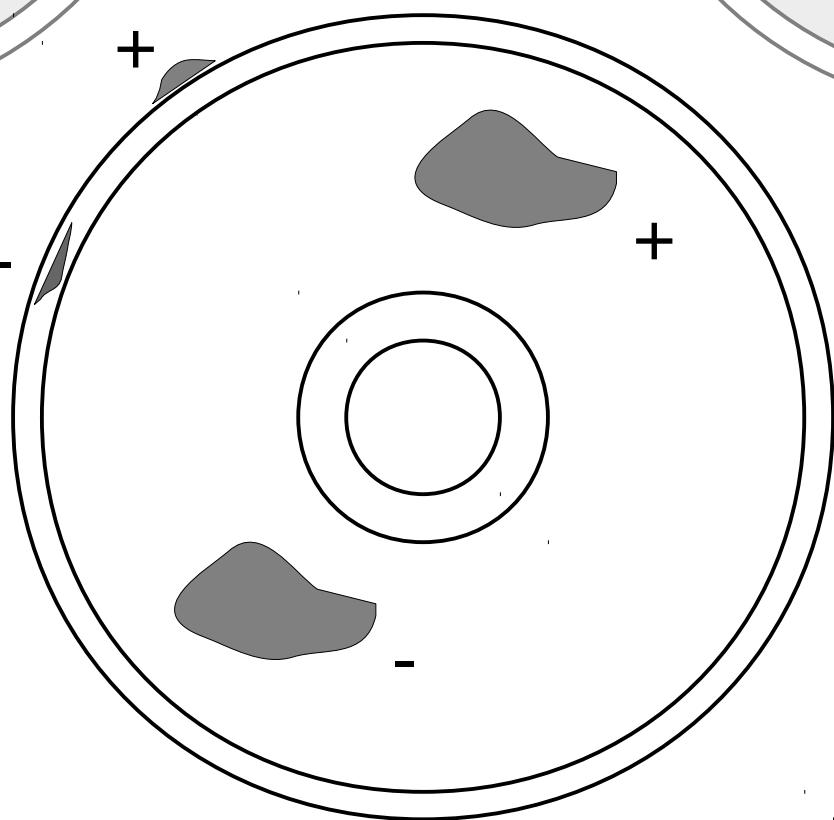
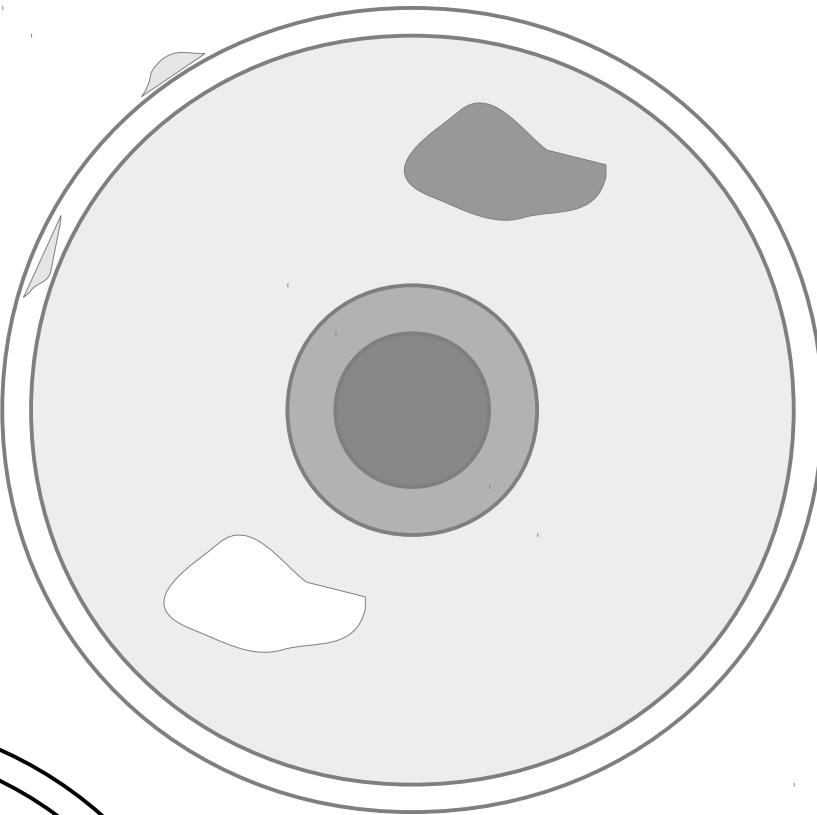
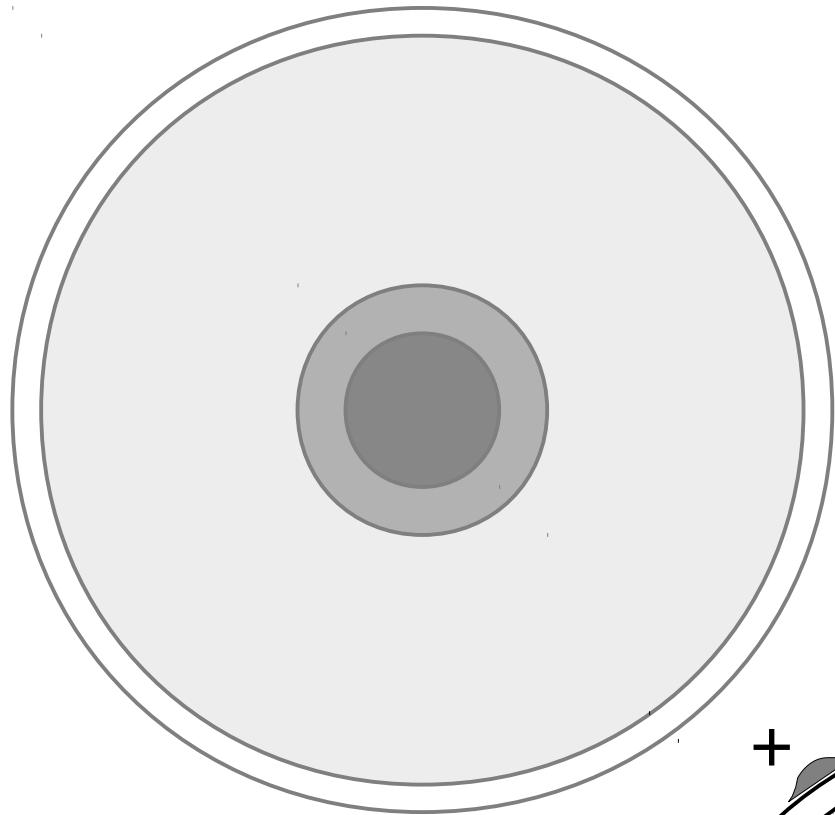
Terra Normal

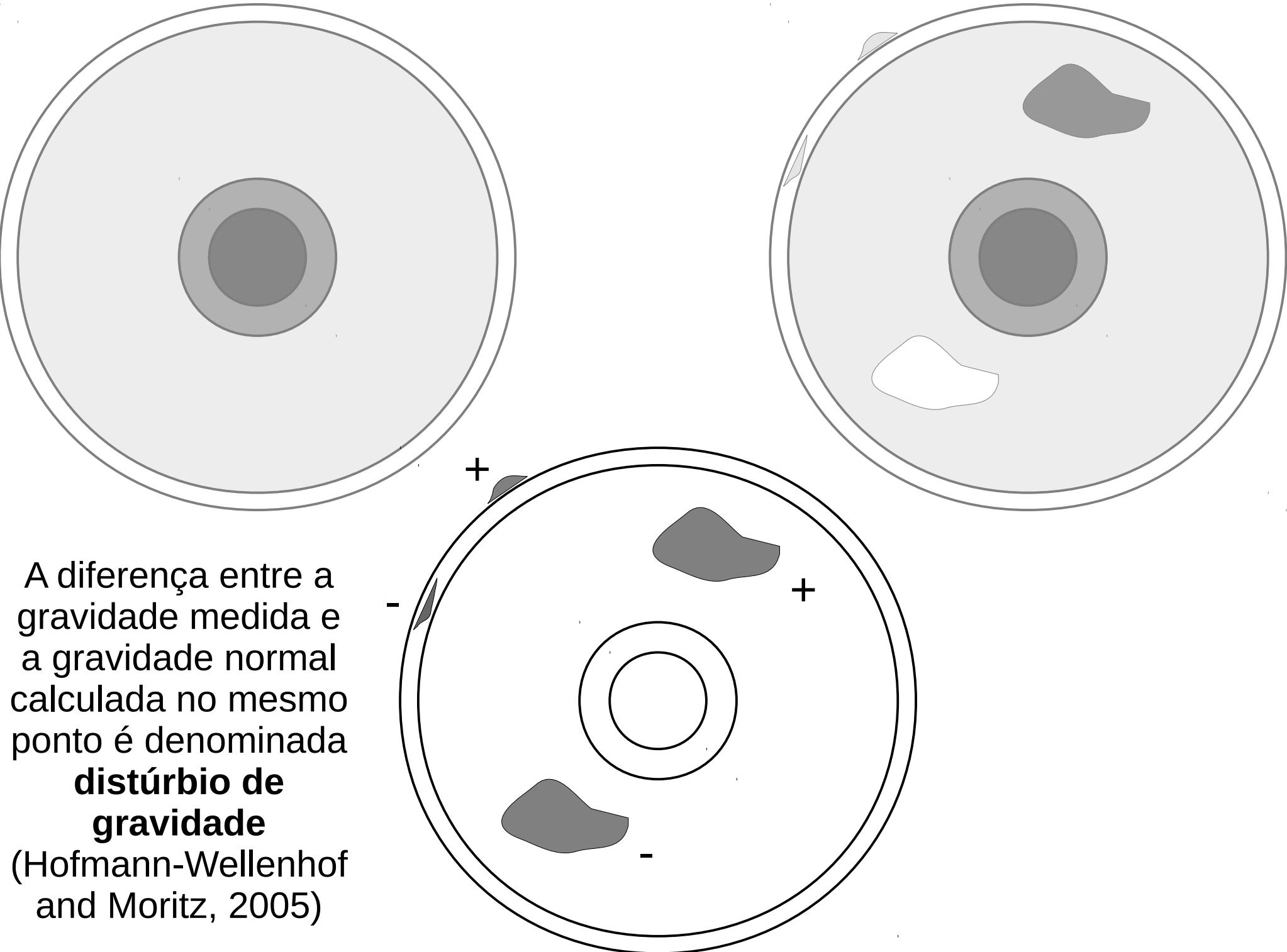


Terra Normal

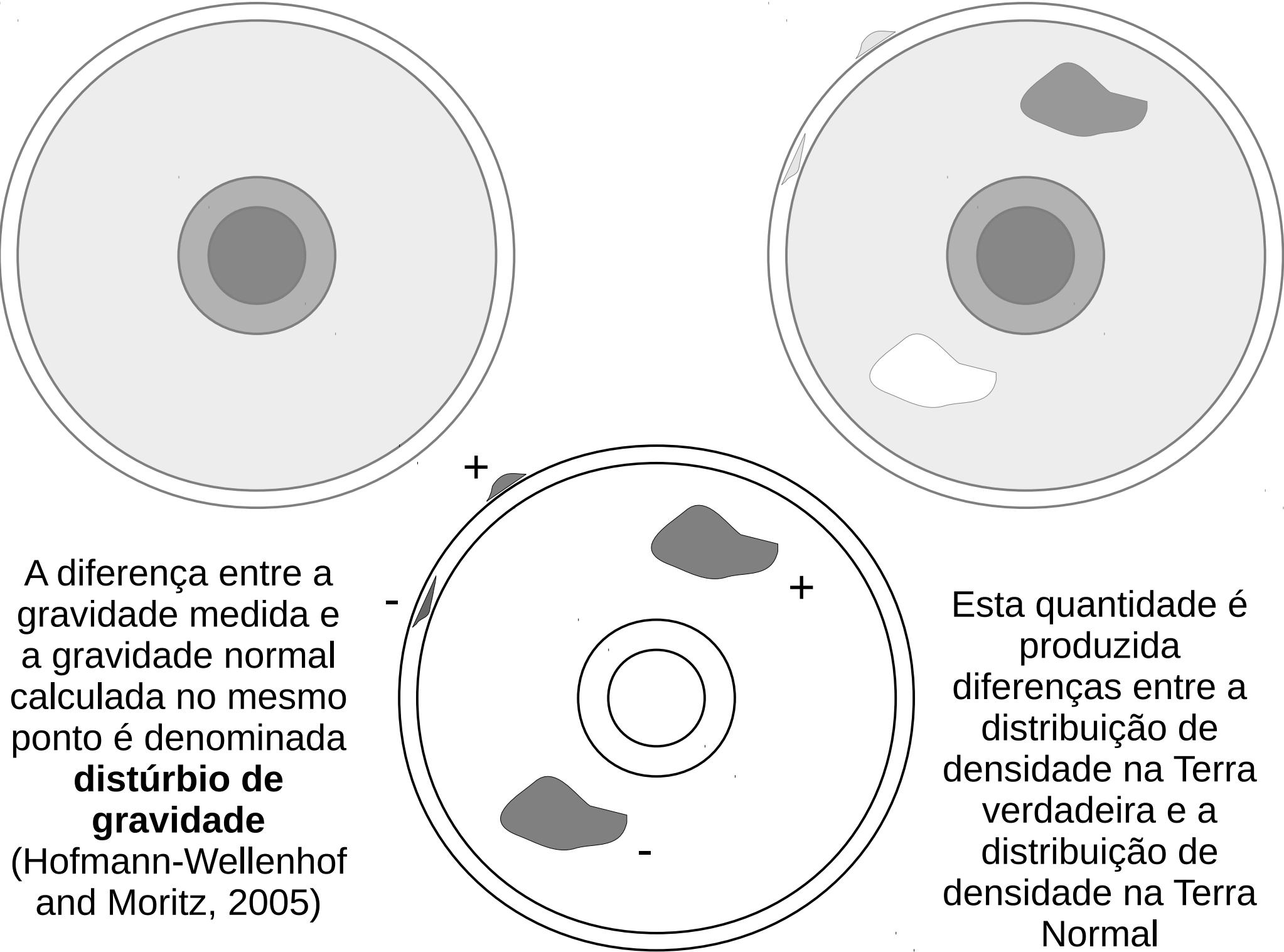


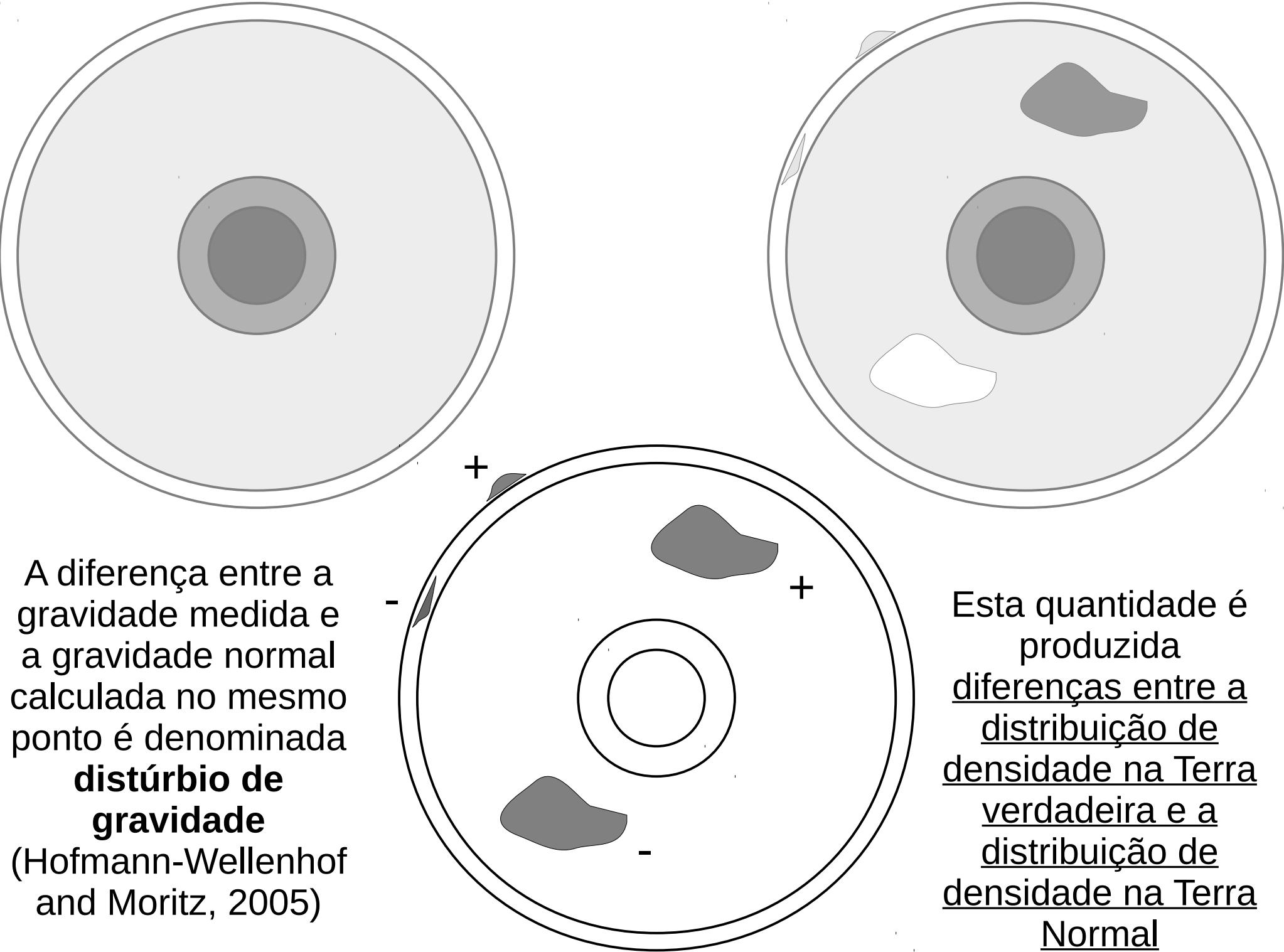
Terra verdadeira

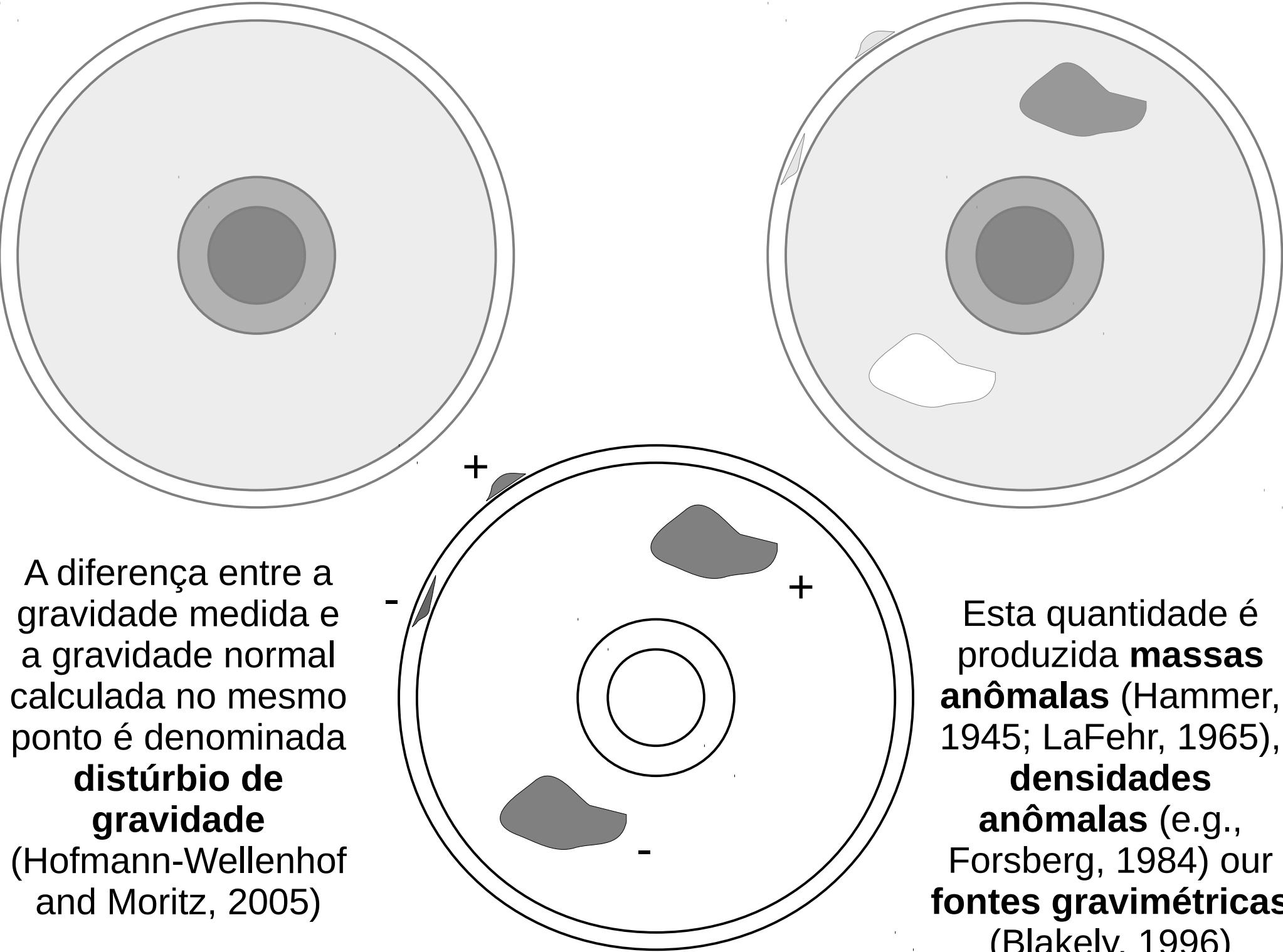




A diferença entre a gravidade medida e a gravidade normal calculada no mesmo ponto é denominada **distúrbio de gravidade**
(Hofmann-Wellenhof and Moritz, 2005)







Conteúdo

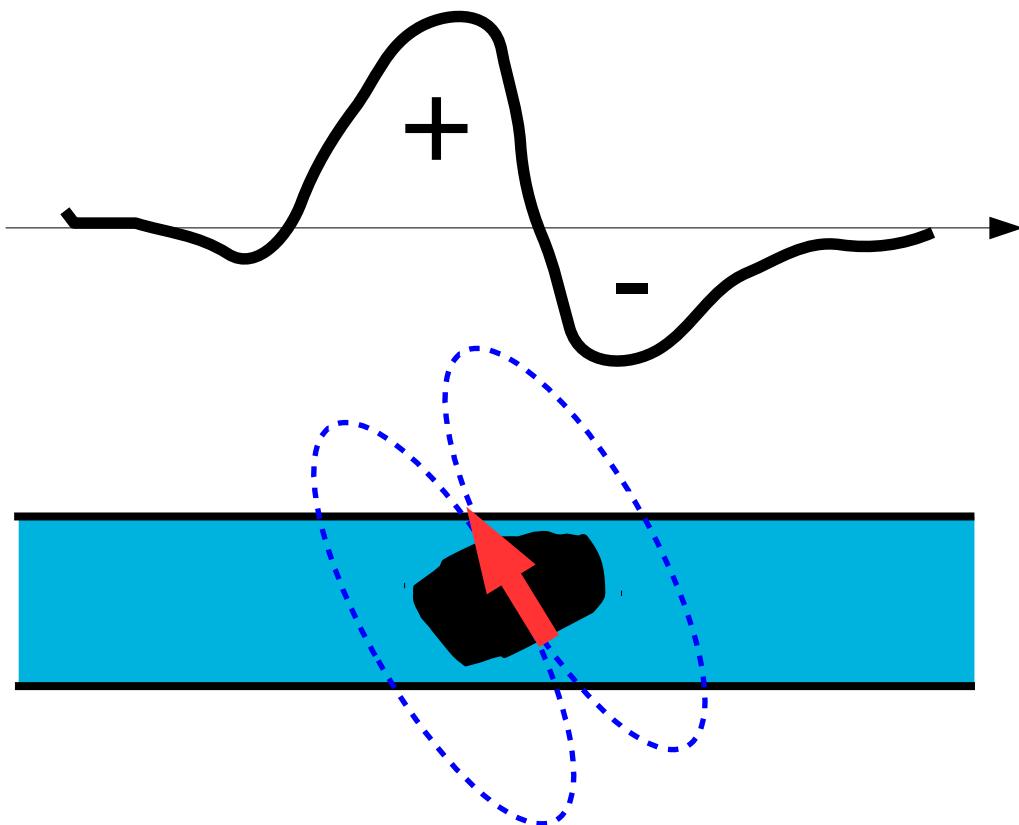
- **Métodos potenciais** {
 Magnetometria
 Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

- **Métodos potenciais** {
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

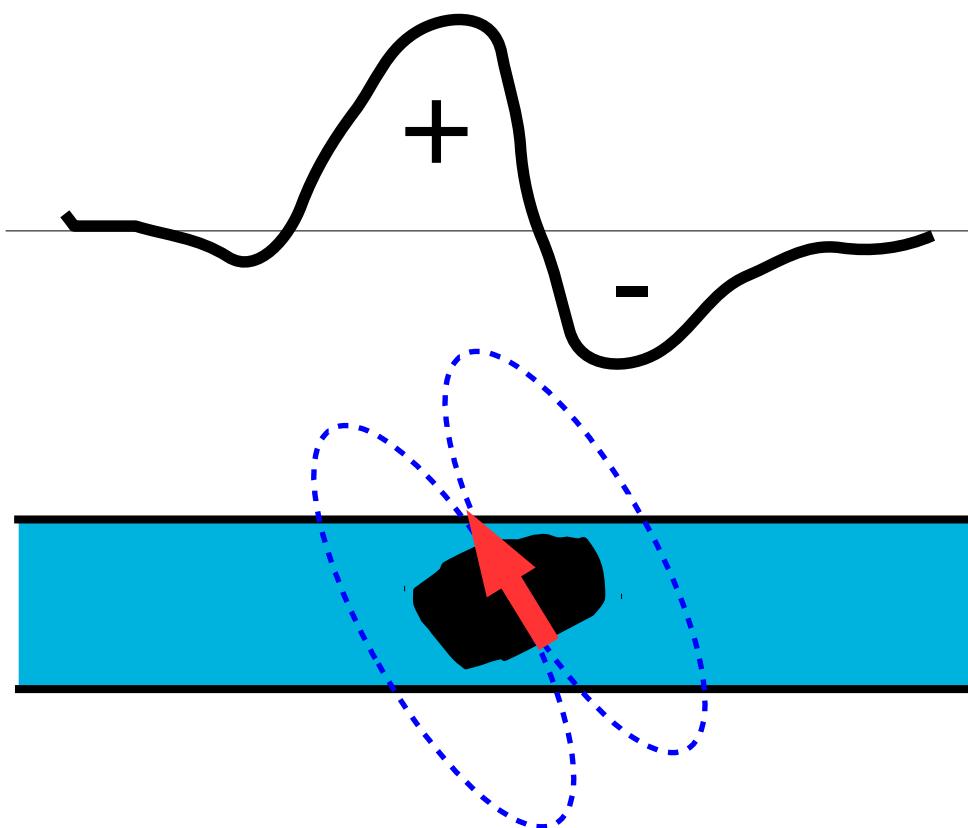
Em resumo

Anomalia de campo total

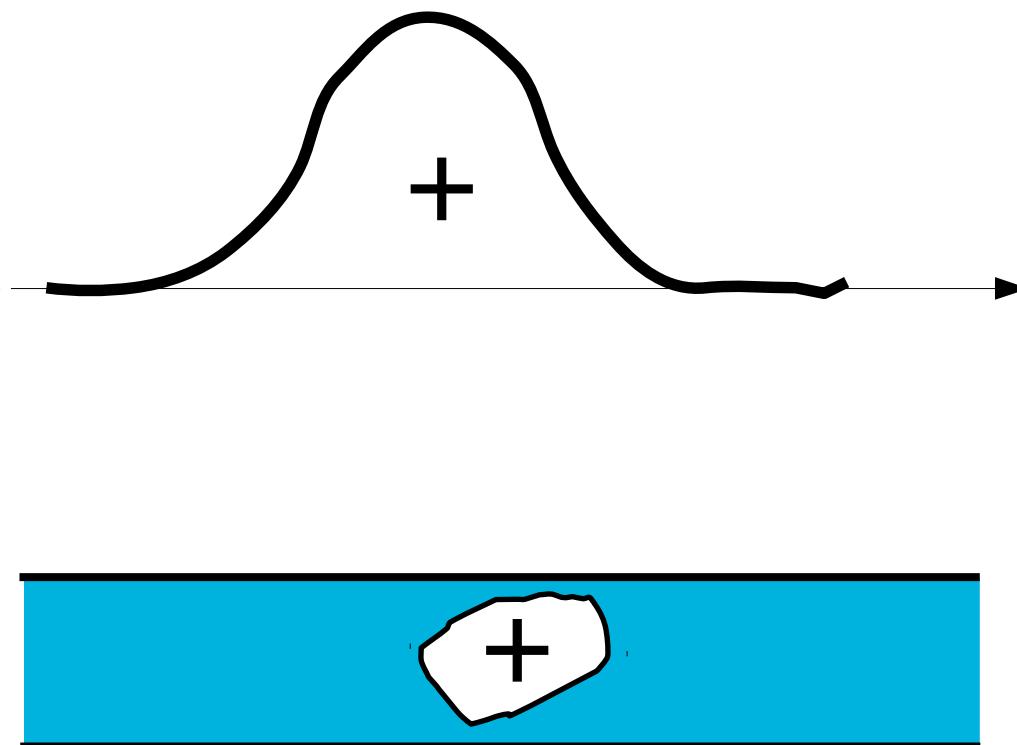


Em resumo

Anomalia de campo total

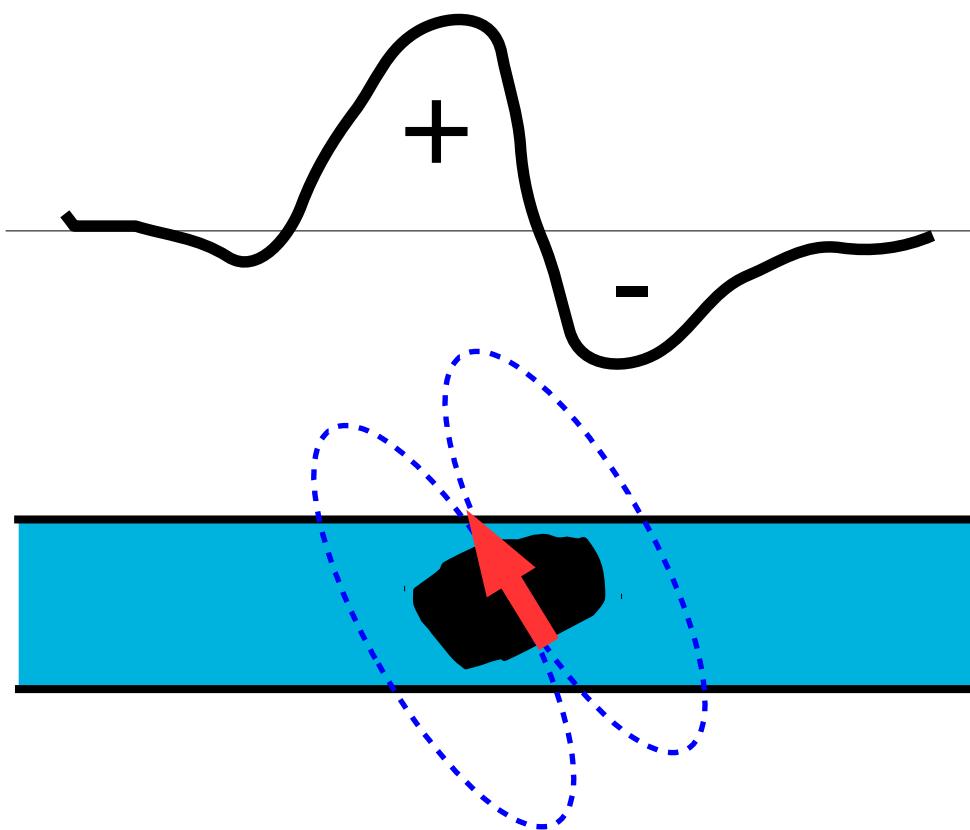


Distúrbio de gravidade



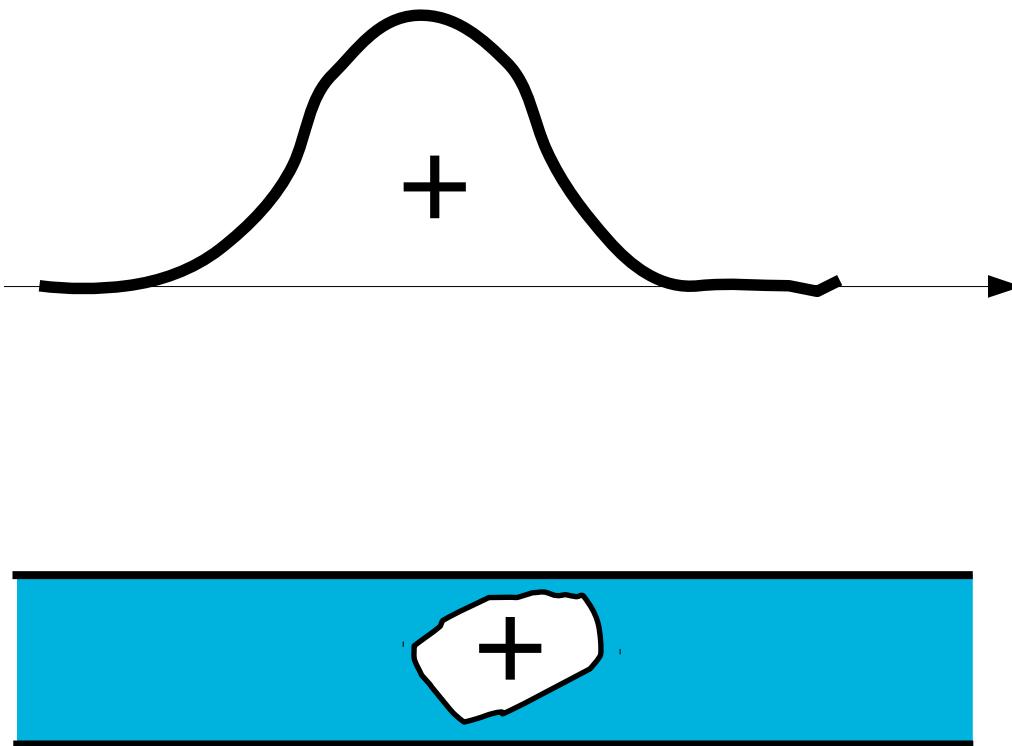
Em resumo

Anomalia de campo total



Depende da distribuição de magnetização, que é uma grandeza vetorial

Distúrbio de gravidade



Depende da distribuição de densidade, que é uma grandeza escalar

Conteúdo

- **Métodos potenciais** {
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- **Exemplo com dados sintéticos**
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- **Exemplo com dados sintéticos**
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Uieda et al (2013)



fatiando a terra
modeling and inversion for geophysics | fatiando.org

www.fatiando.org

fatiando 0.5 Install Gallery API Docs Contribute Search



fatiando a terra

An open-source Python library for modeling and inversion in geophysics.

Our goal is provide a comprehensive and extensible framework for geophysical data analysis and the development of new methodologies.

Research

Make your research more **reproducible** by writing a Python script or [Jupyter notebook](#) instead of clicking through complicated menus.

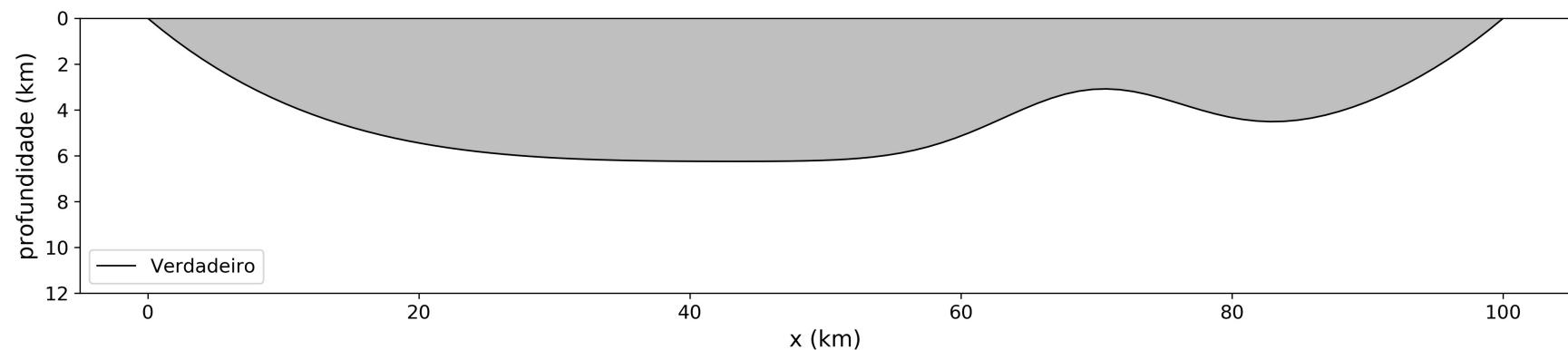
Development

Don't start from scratch! Build upon the existing tools in Fatiando to develop new methods.

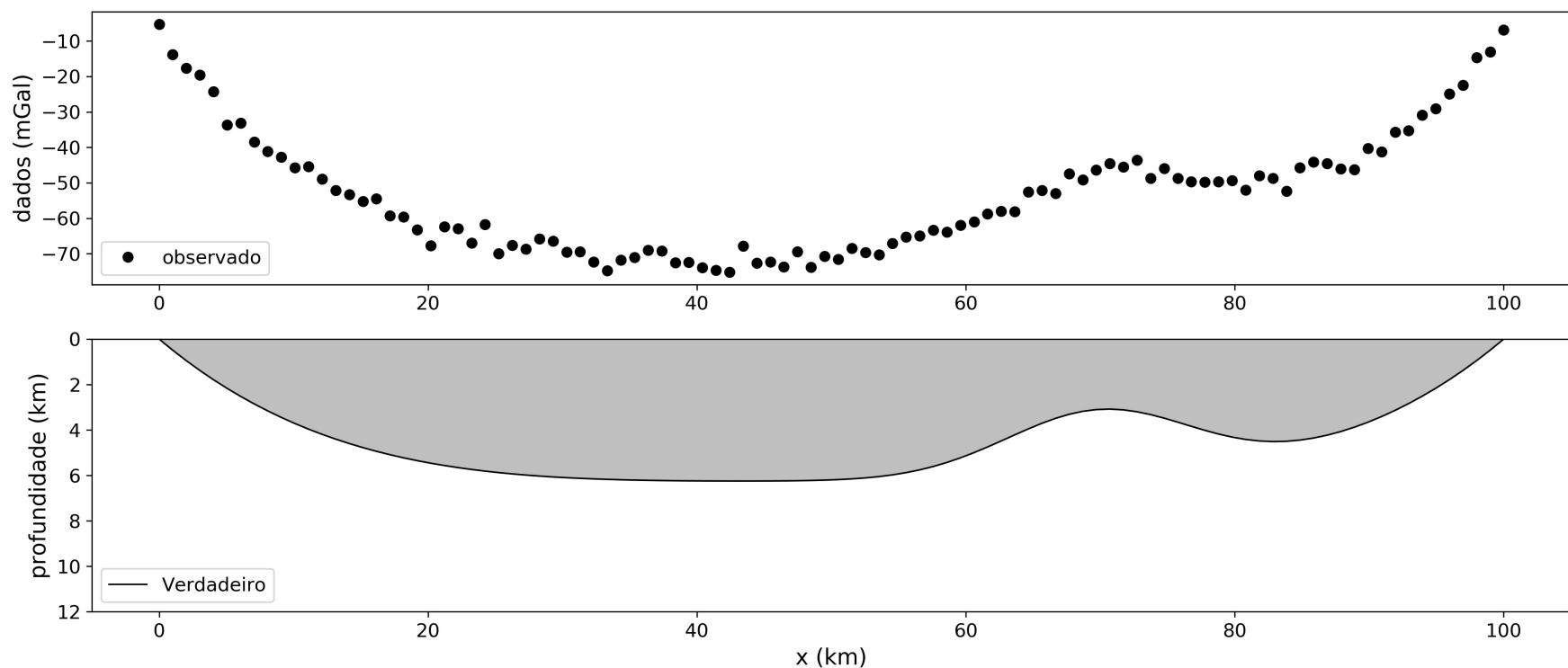
Teaching

Combine Fatiando with the [Jupyter notebook](#) to make rich, interactive documents. Great for teaching fundamental concepts of geophysics!

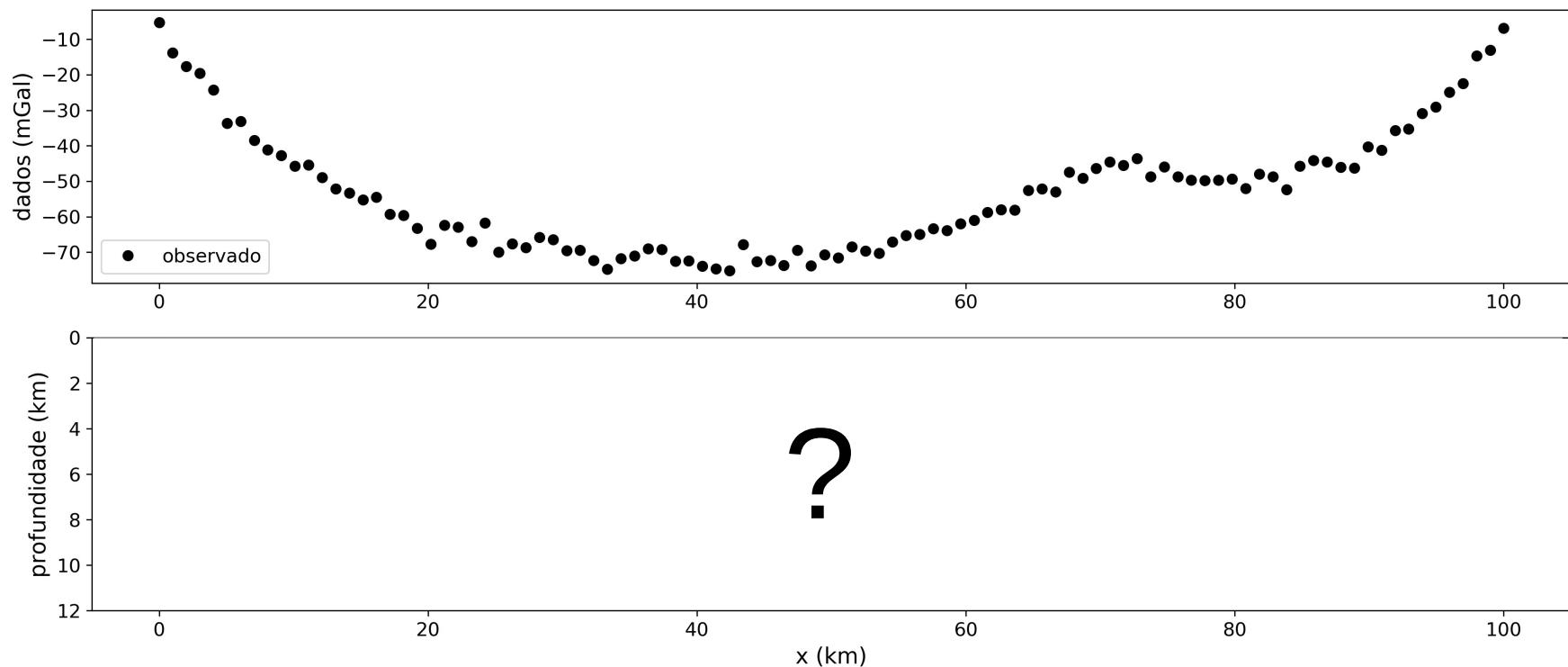
Considere uma bacia sedimentar (simplificada)



Uma bacia sedimentar
representa uma deficiência
de massa e, portanto,
contribui para que a
gravidade seja menor

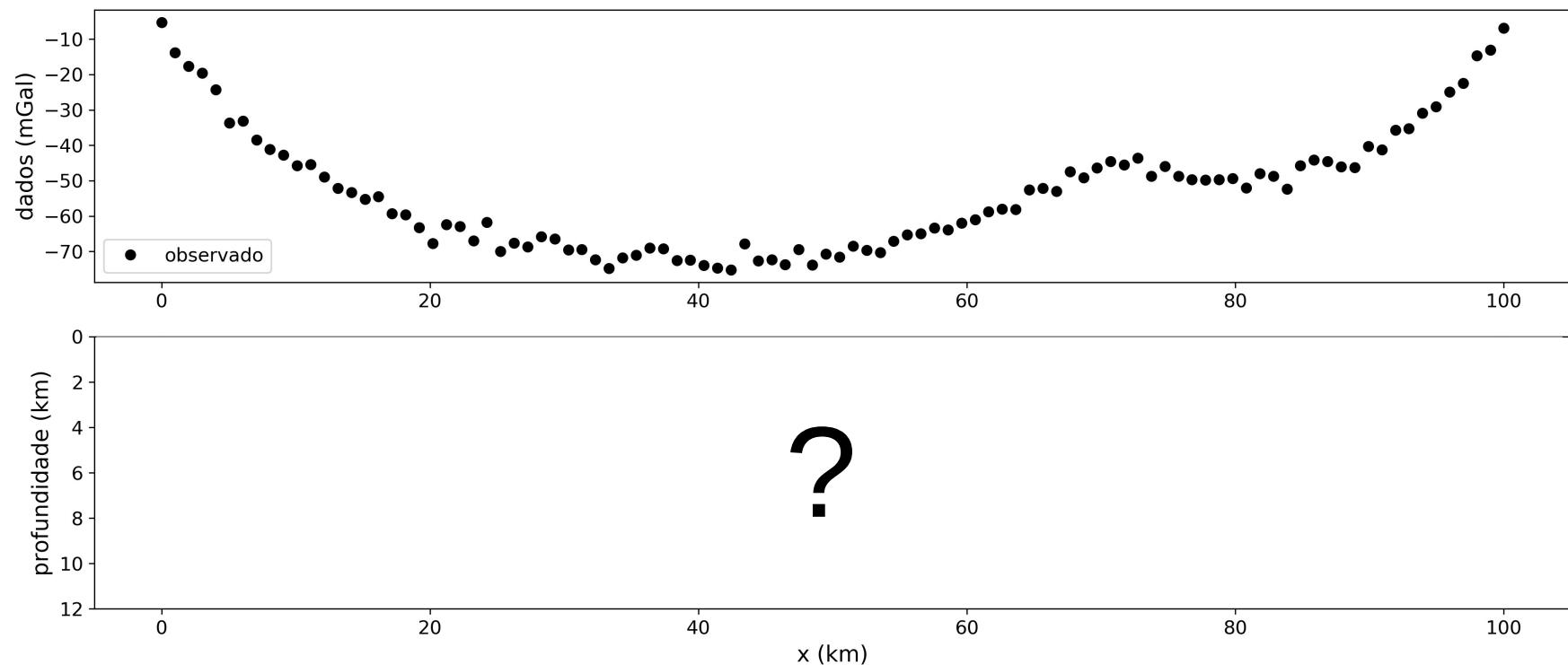


Em geral, a gente tem apenas os dados e algumas poucas informações, tais como uma estimativa da densidade dos sedimentos e a profundidade do embasamento em alguns pontos



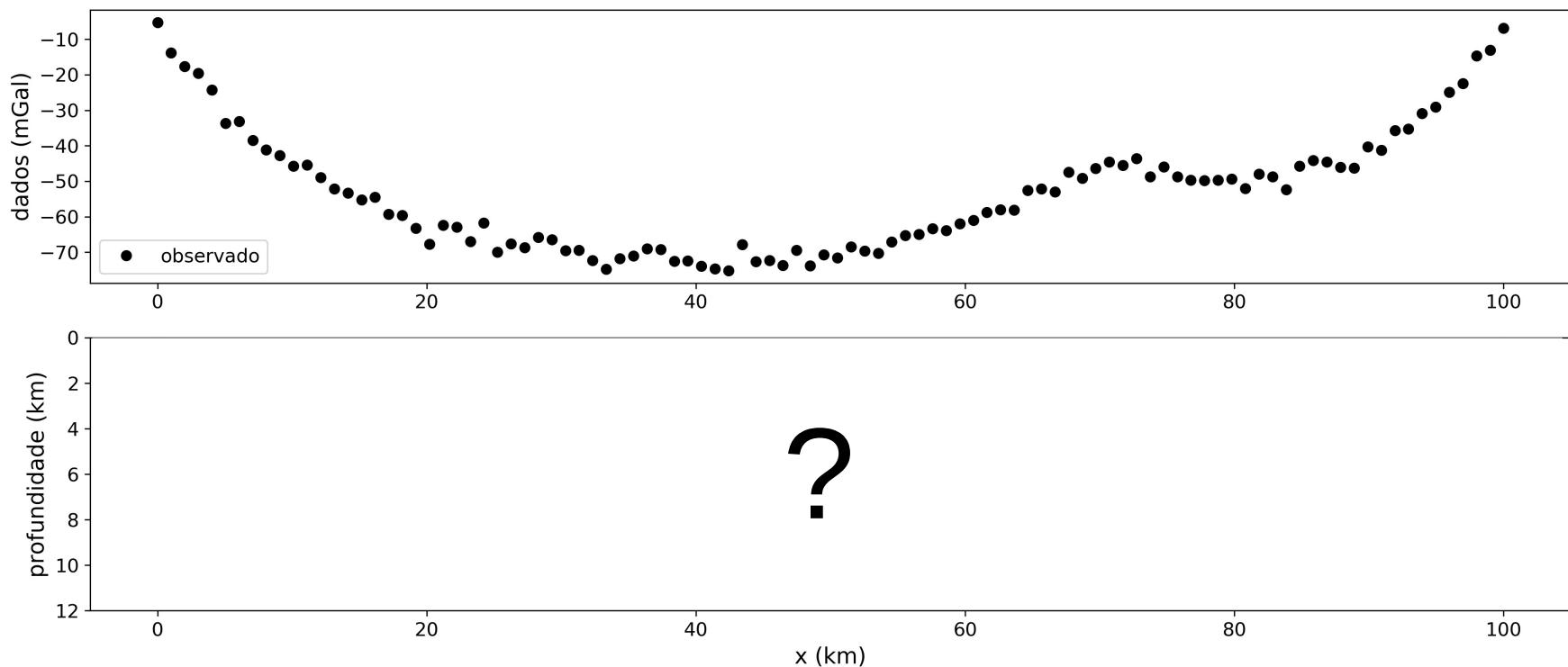
Para estimar o relevo do embasamento, neste caso, é necessário:

- 1) aproximar a bacia por algo que produza um distúrbio de gravidade que eu saiba calcular

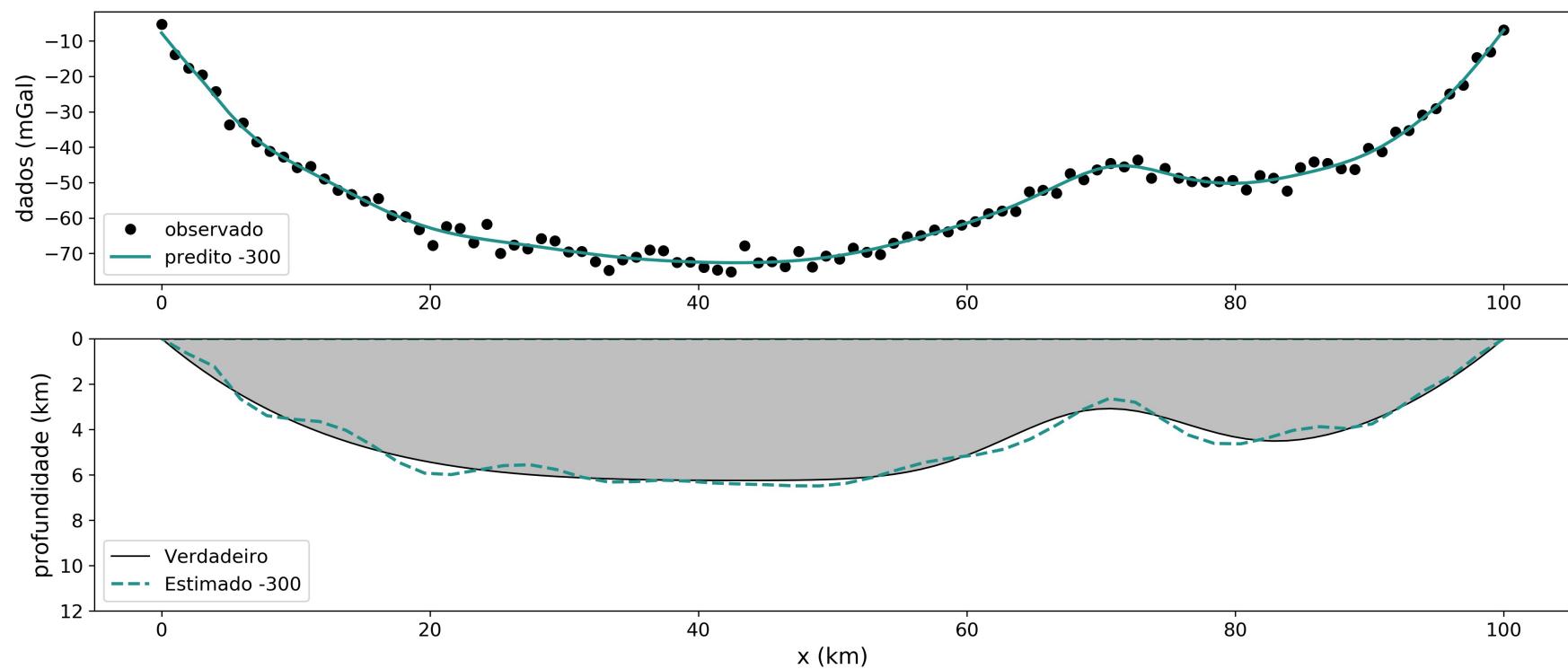


Para estimar o relevo do embasamento, neste caso, é necessário:

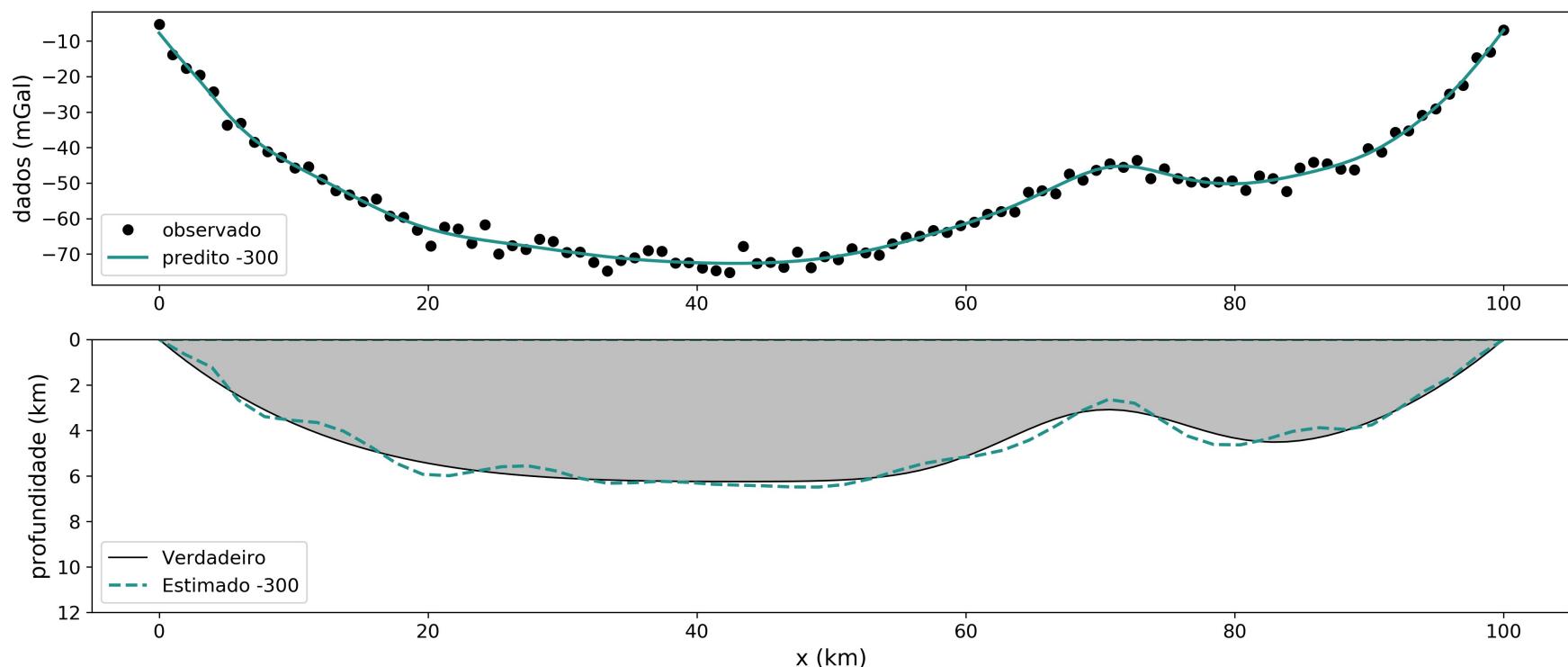
- 1) aproximar a bacia por algo que produza um distúrbio de gravidade que eu saiba calcular
- 2) encontrar os parâmetros ótimos para que esta aproximação produza um distúrbio calculado (dado predito) o mais próximo possível do distúrbio medido (dados observados)



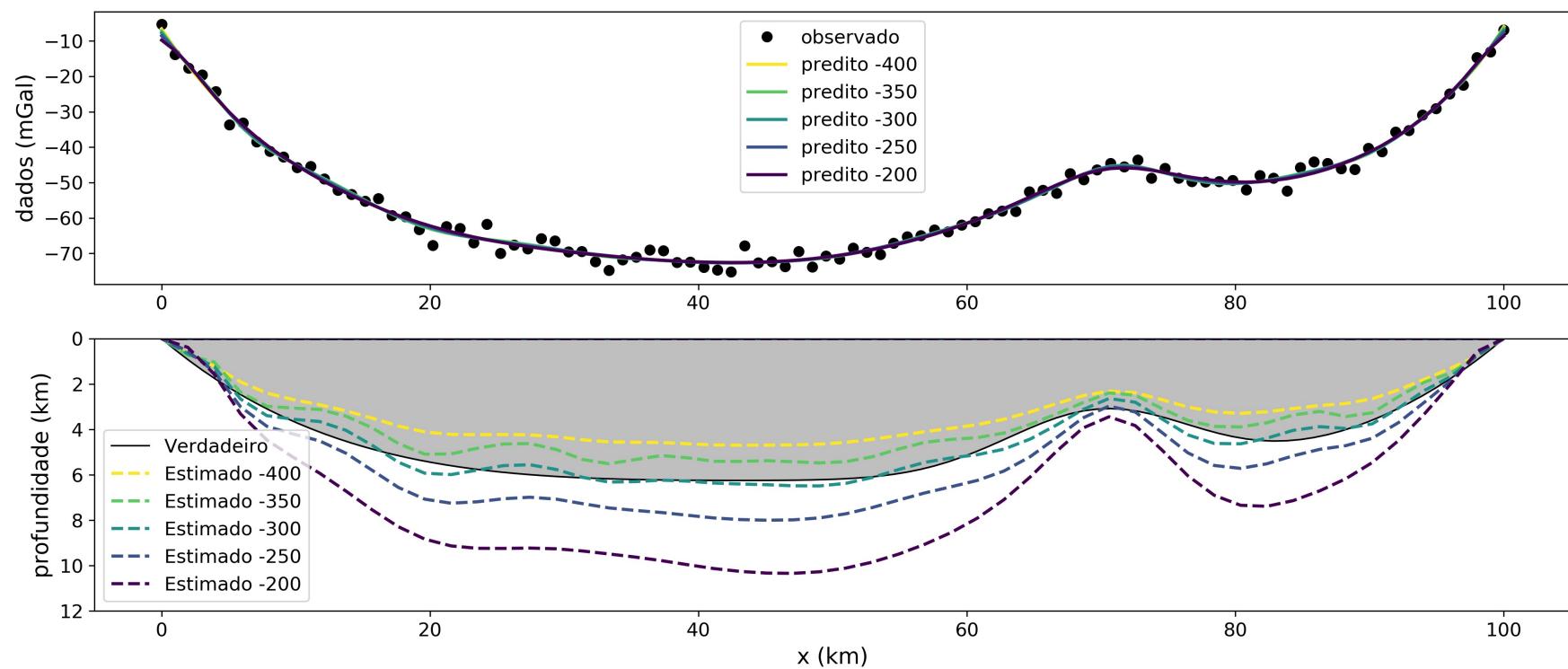
Se a aproximação for boa o suficiente ...



Com a maioria dos métodos geofísicos,
os métodos potenciais sofram com um
problema de ambiguidade (Skeels, 1947;
Roy, 1962)

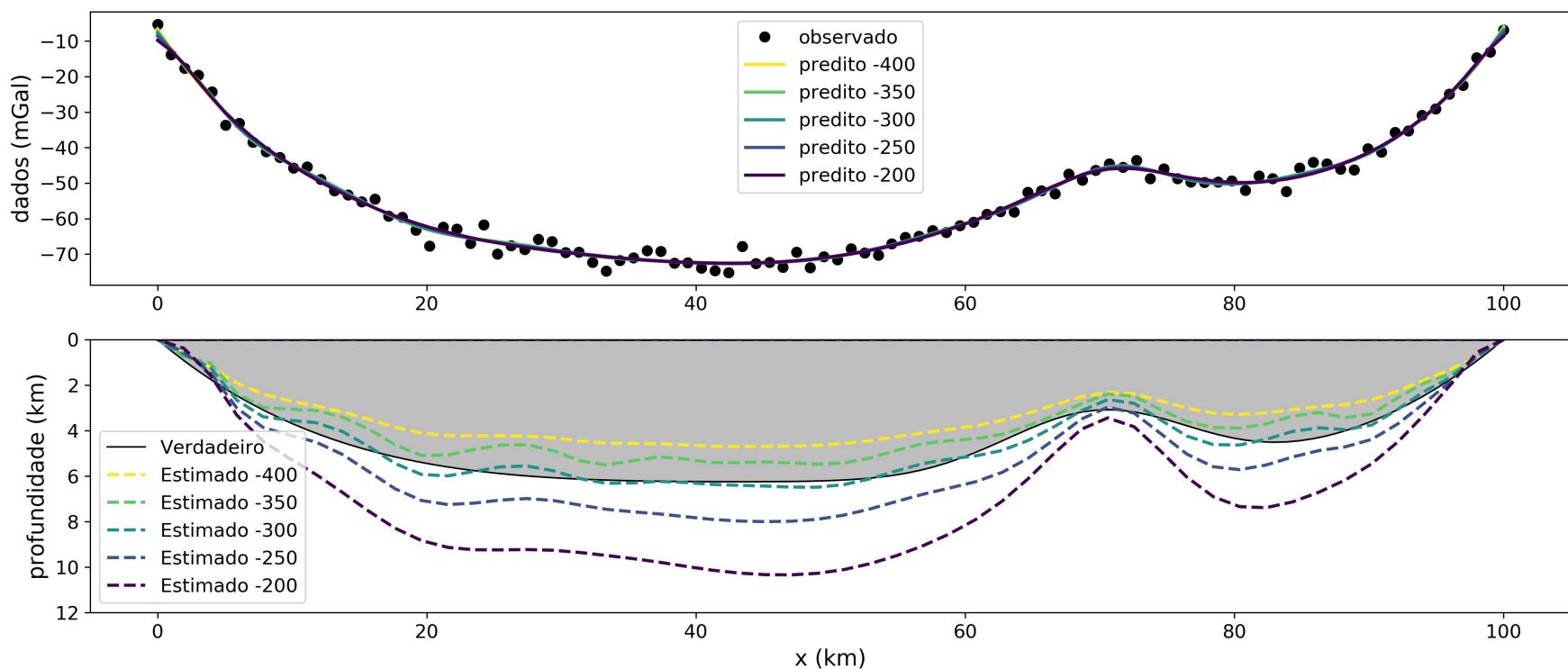


Isso significa que diferentes “fontes” são capazes de ajustar o mesmo conjunto de dados

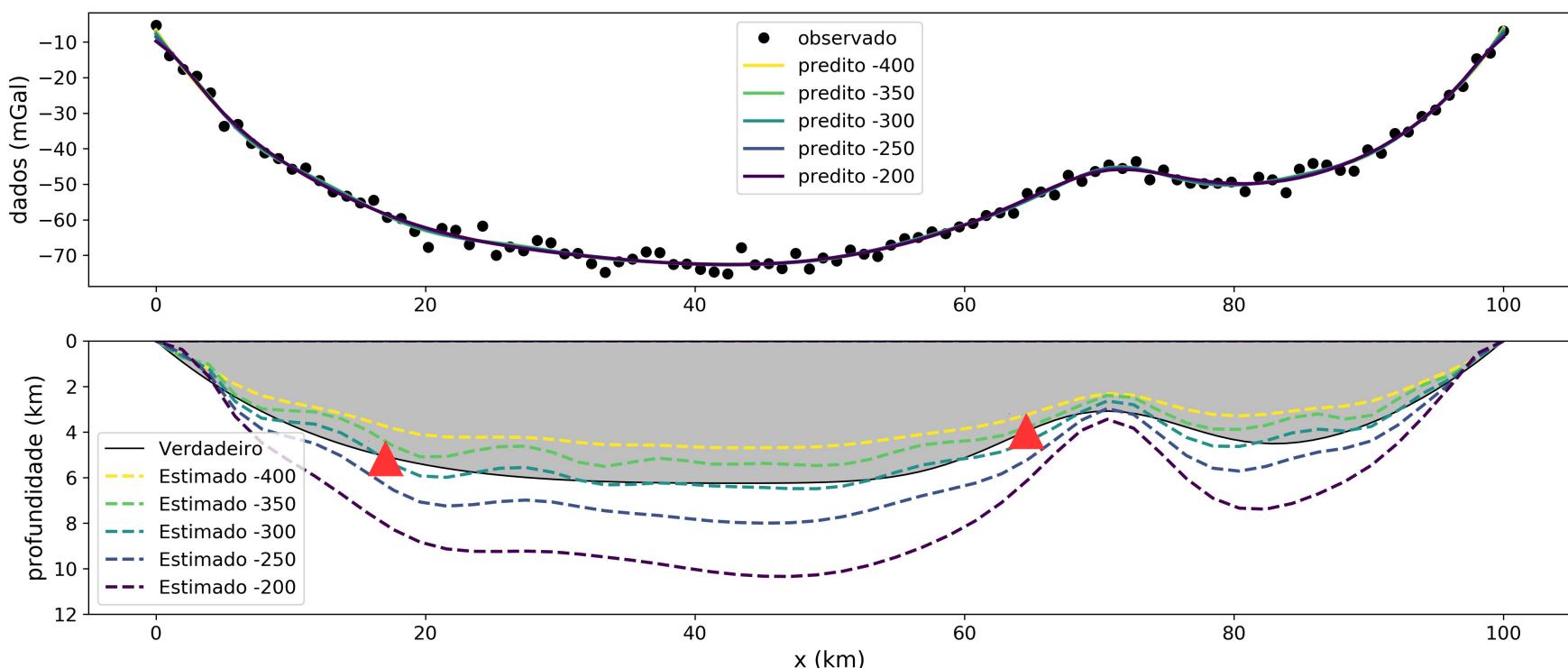


Isso significa que diferentes “fontes” são capazes de ajustar o mesmo conjunto de dados

Para resolver o problema da ambiguidade é necessário utilizar informação adicional (informação a priori)



Nesse caso, por exemplo, o conhecimento da profundidade do embasamento em **alguns pontos** seria suficiente para restringir o número de soluções possíveis

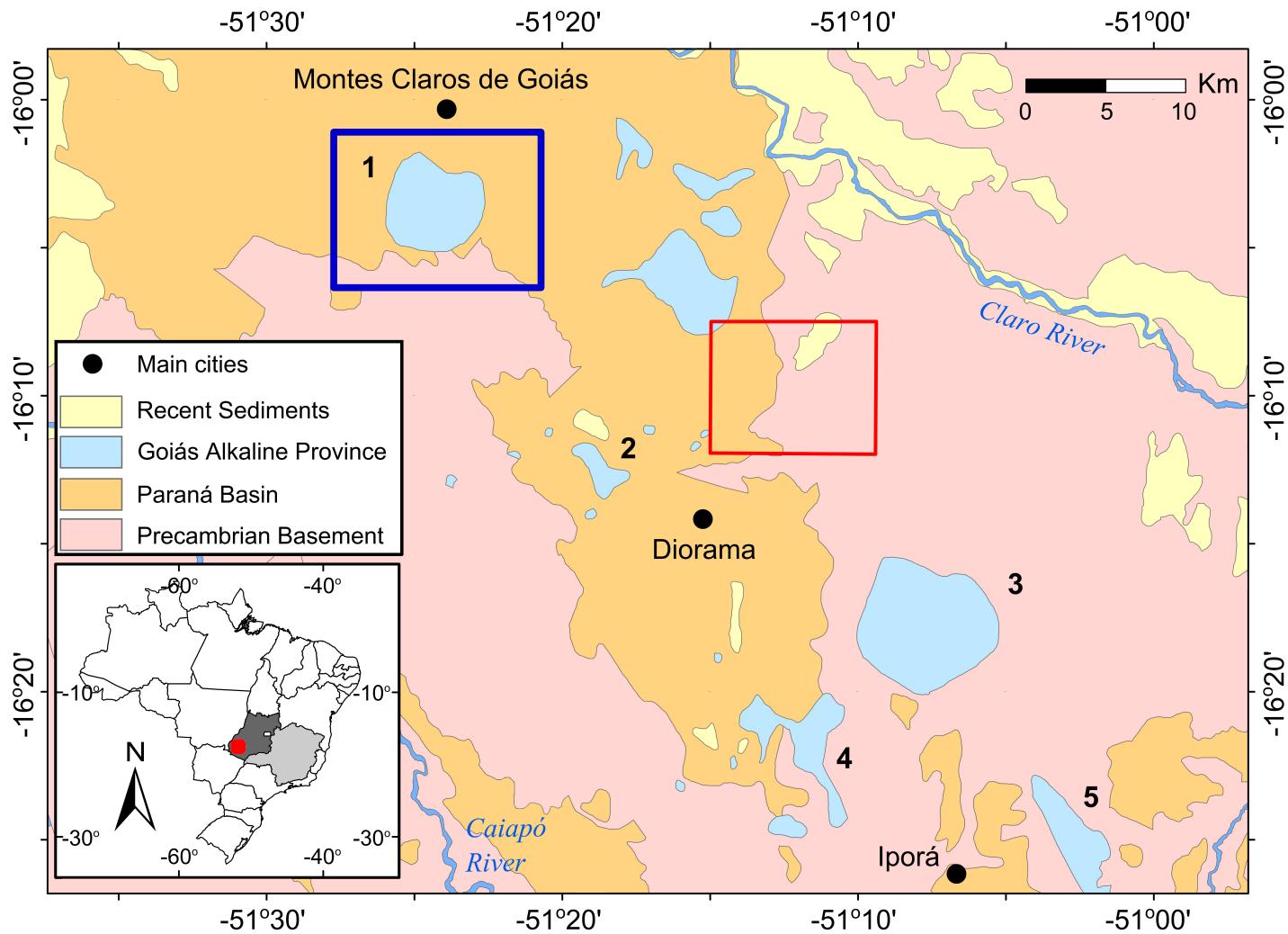


Conteúdo

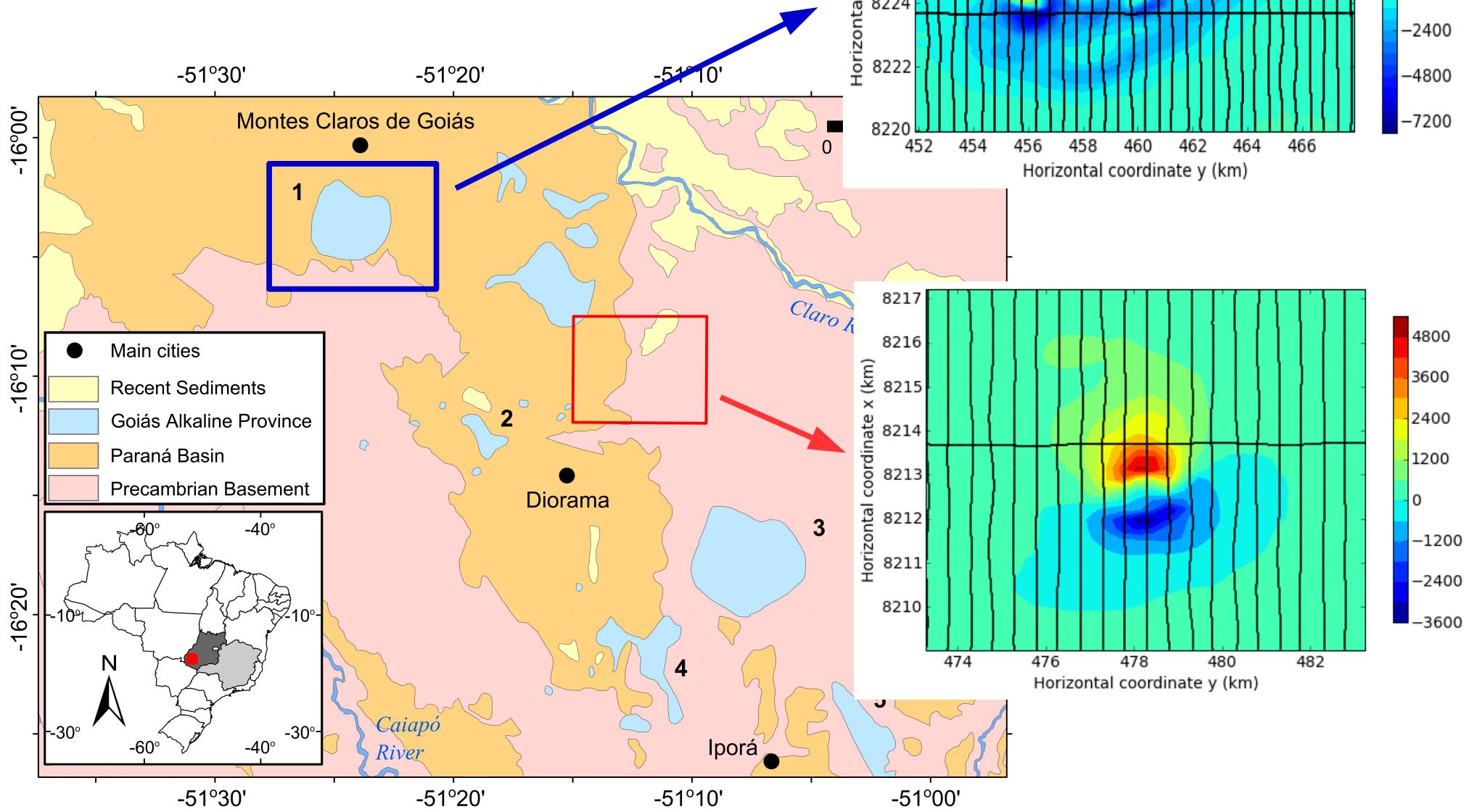
- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- **Exemplo com dados sintéticos**
- Exemplo com dados reais
- Considerações finais

Conteúdo

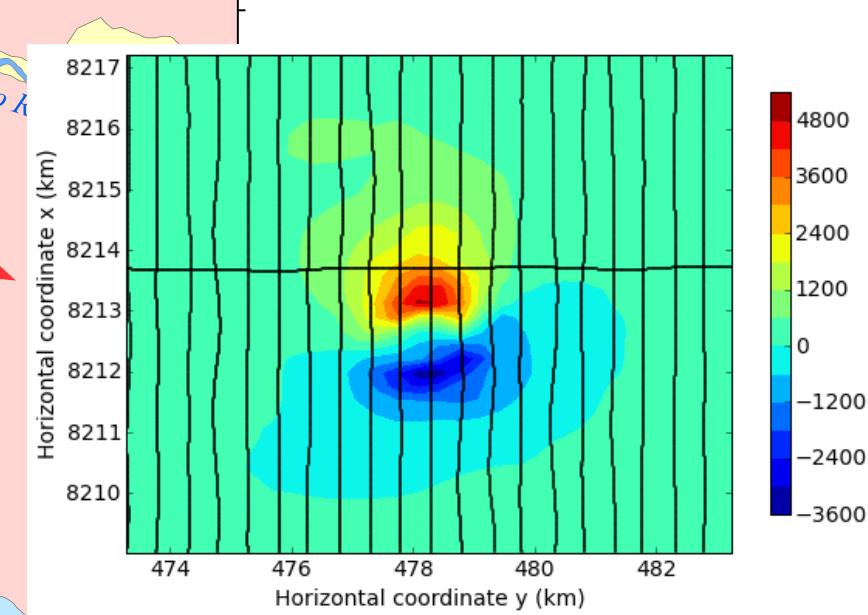
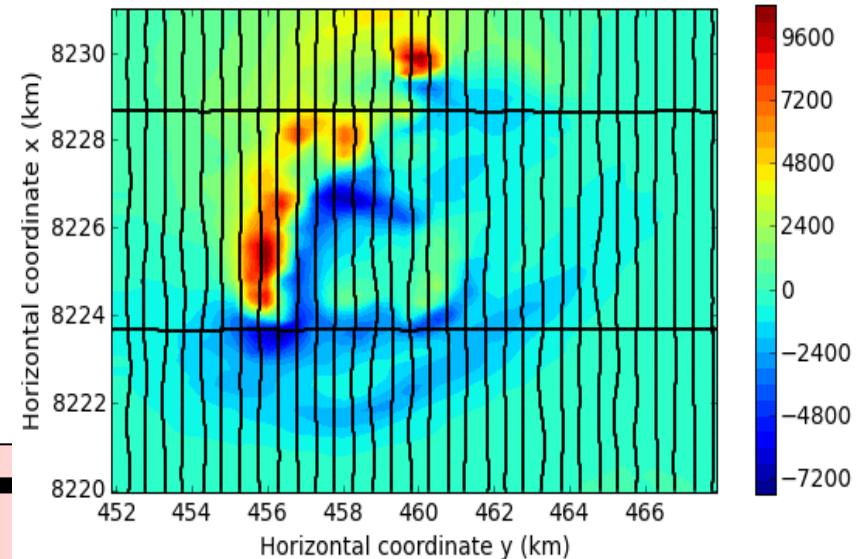
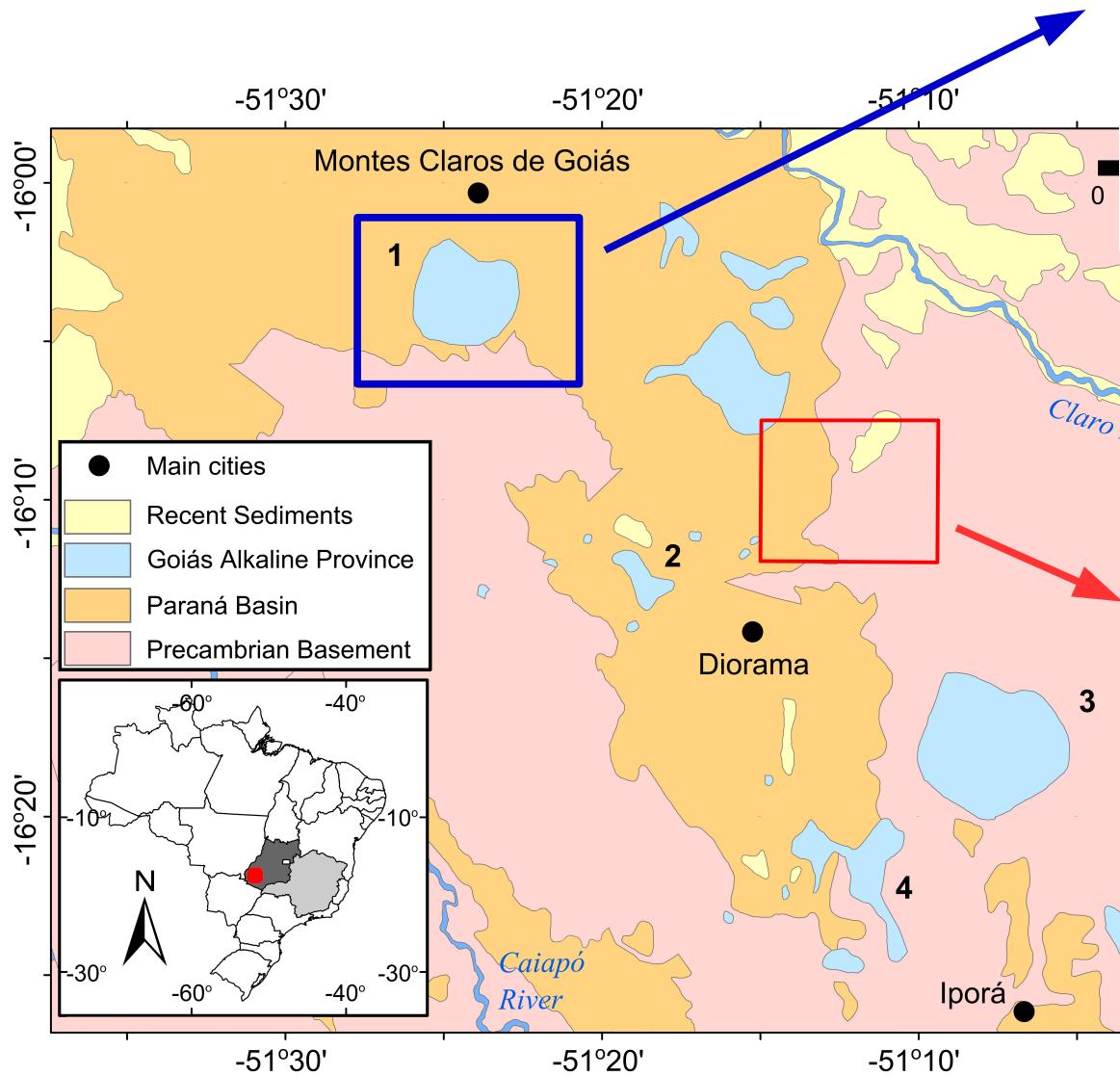
- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- **Exemplo com dados reais**
- Considerações finais



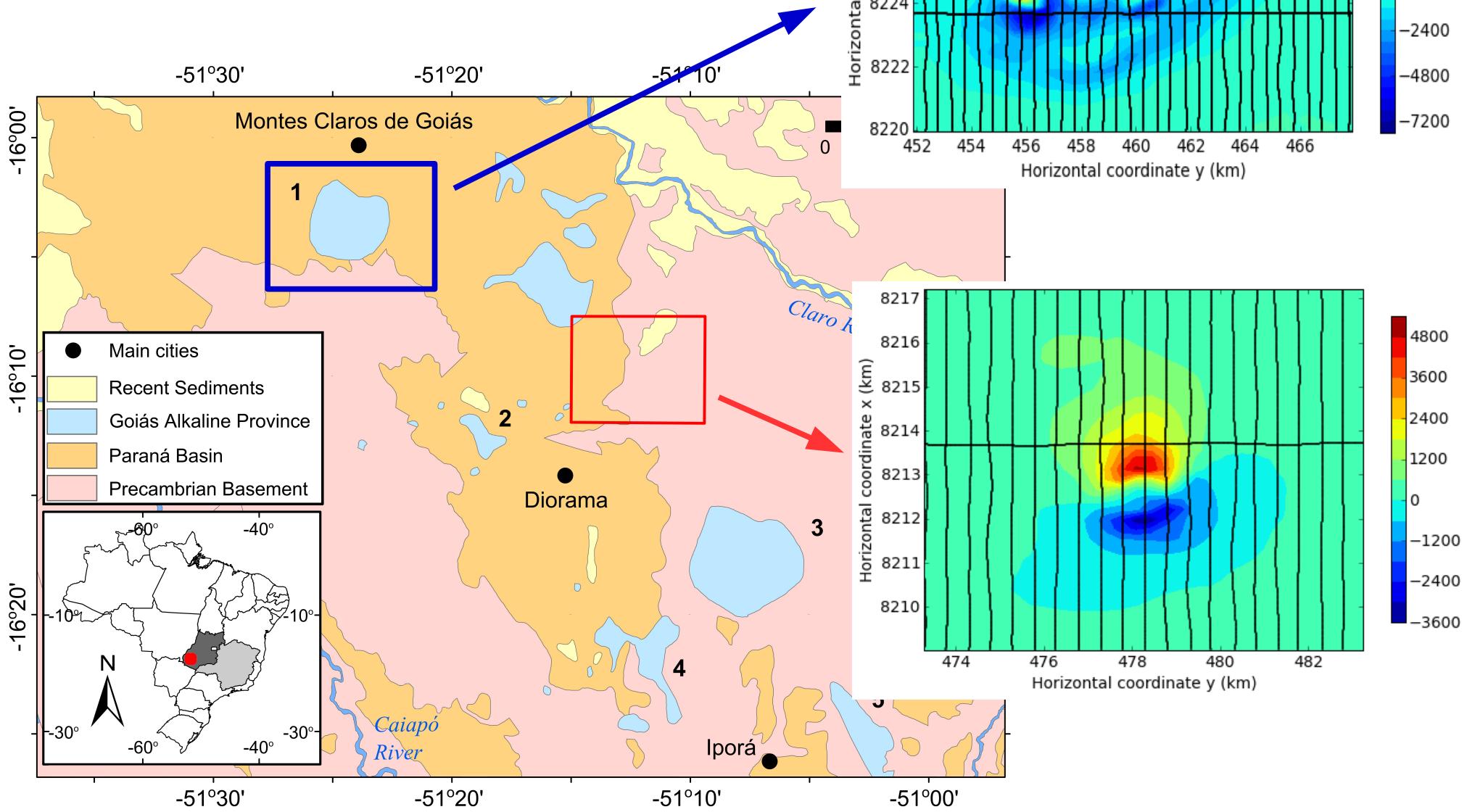
Anomalias de campo total



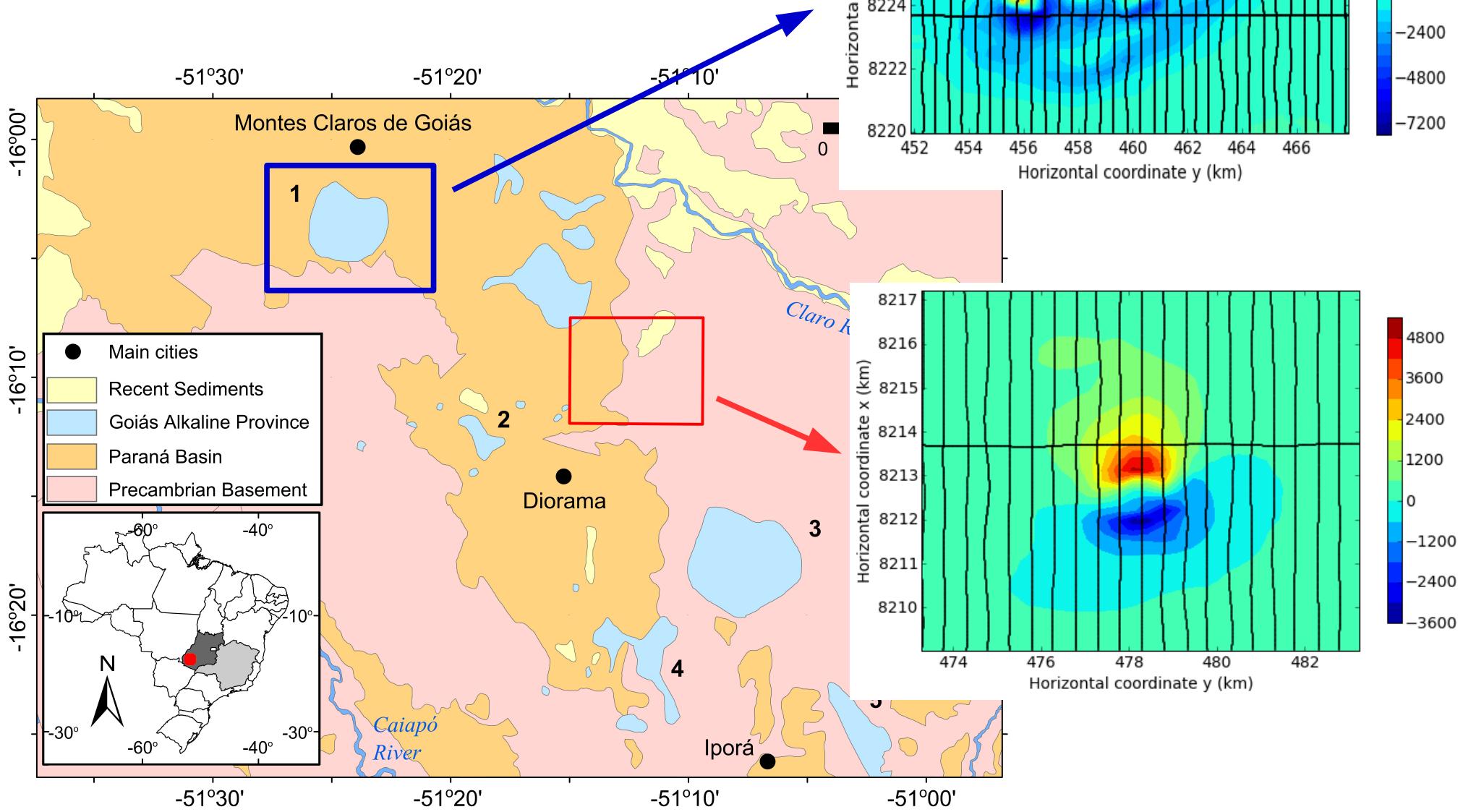
Como determinar os limites horizontais das fontes magnéticas utilizando estas anomalias de campo total?



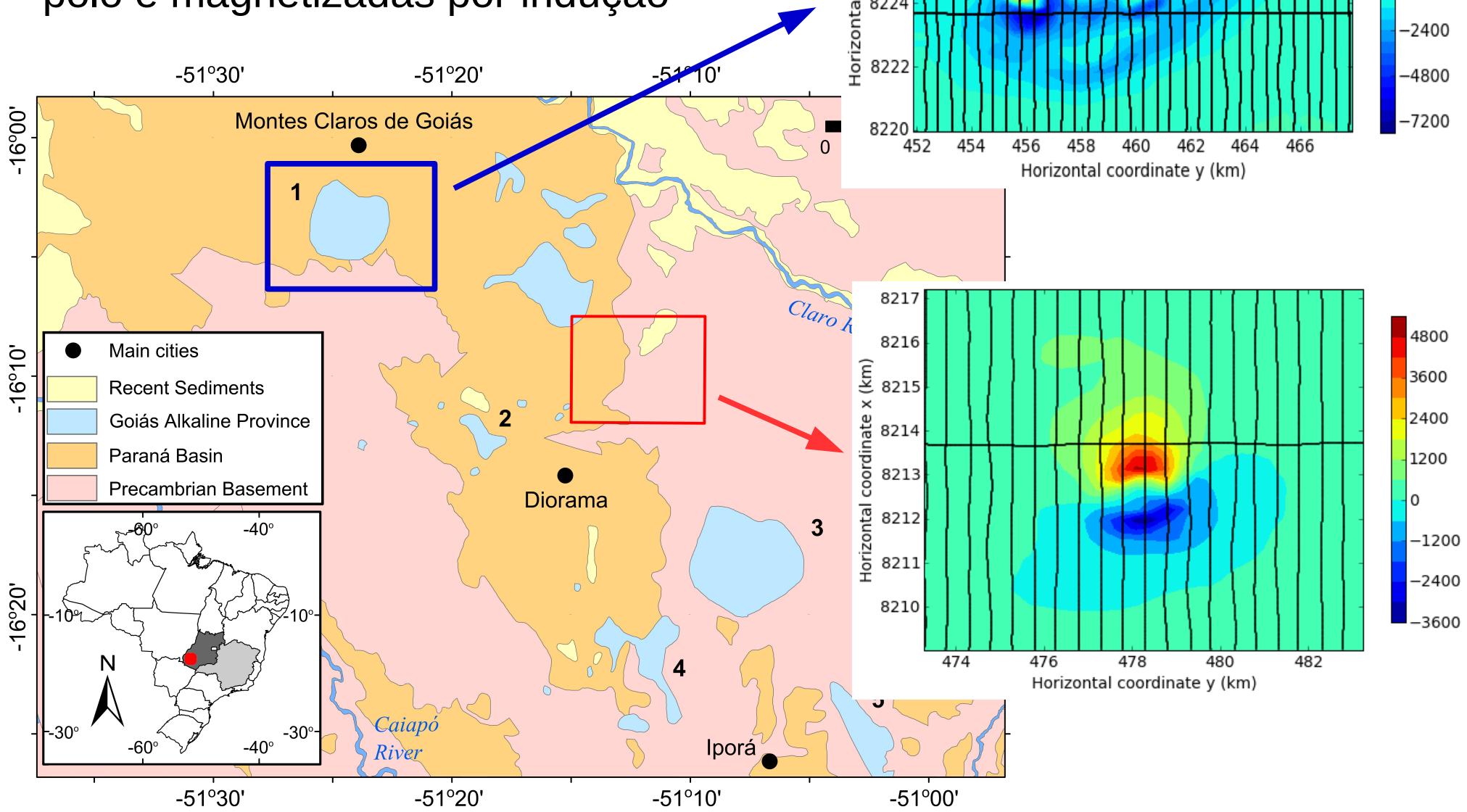
Anomalias de campo total
são, em geral, compostas
por uma parte negativa e
outra positiva



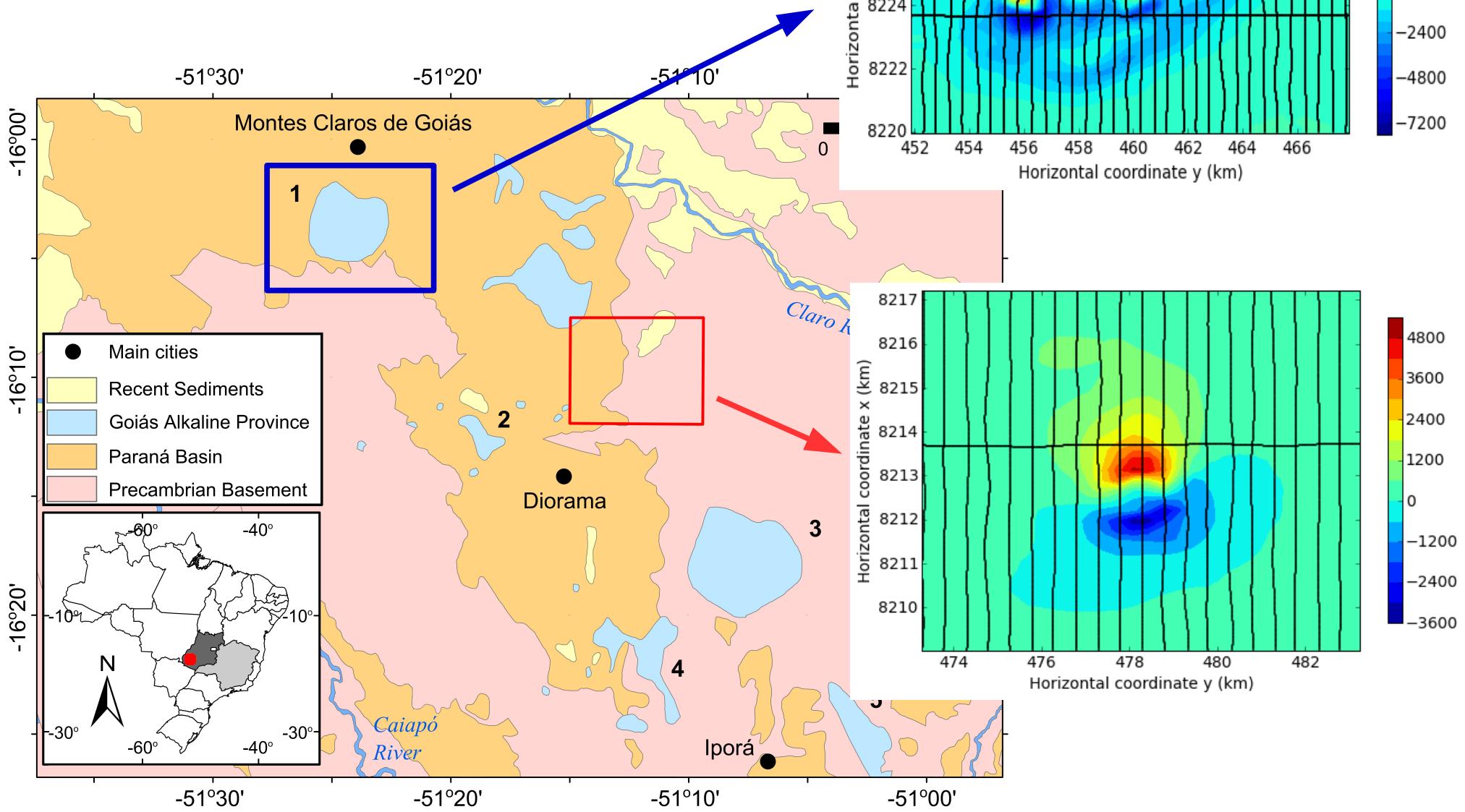
Isso dificulta a definição dos limites horizontais das fontes



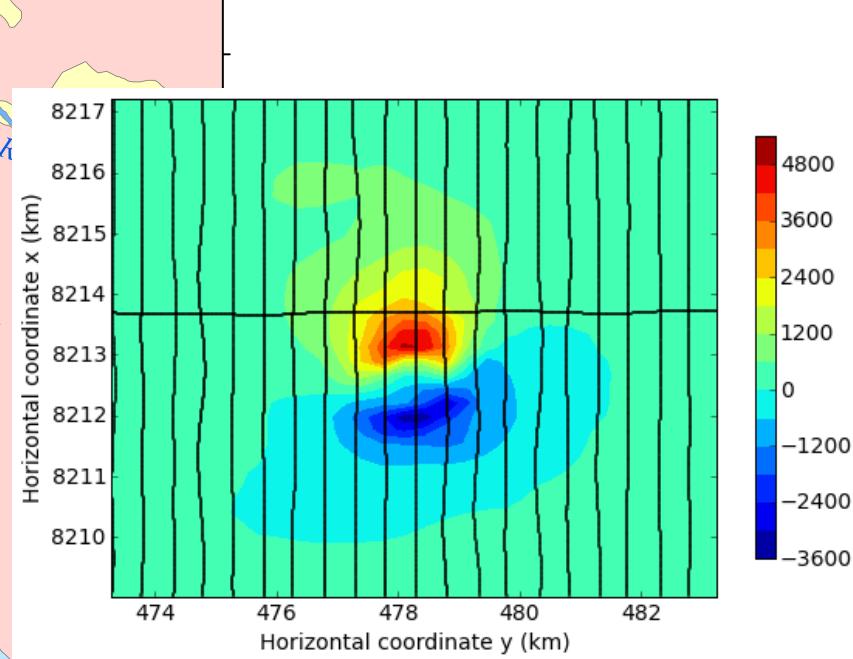
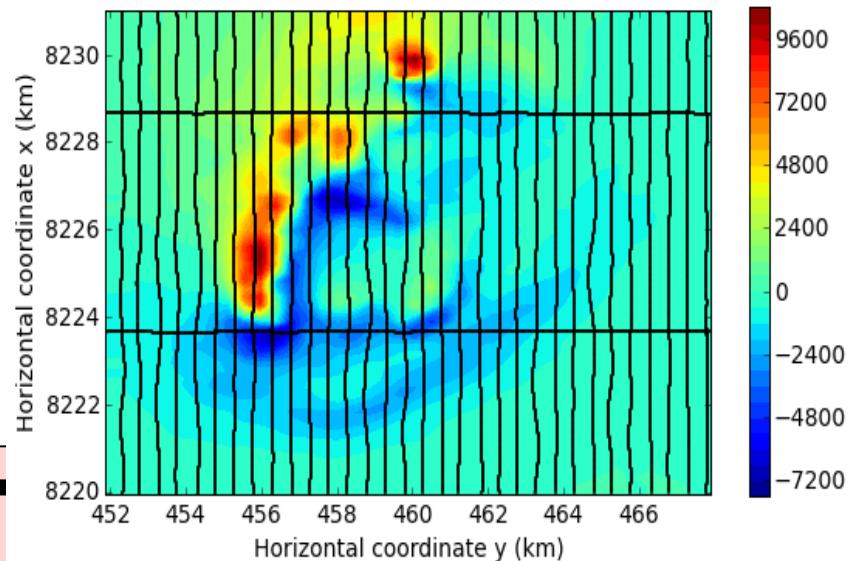
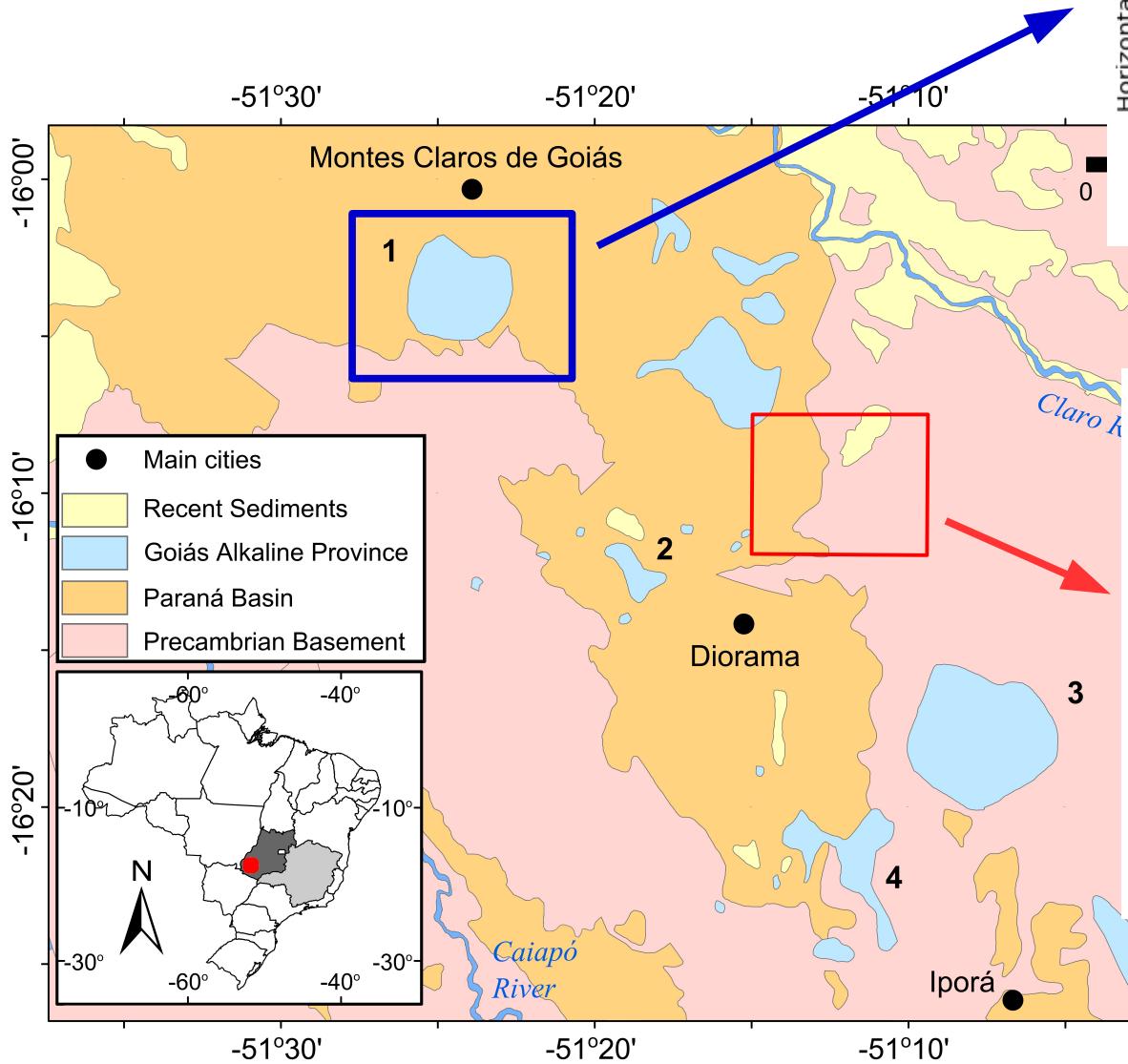
Utilizando estas anomalias, é possível estimar as anomalias que seriam produzidas por estas fontes se elas estivessem localizadas no polo e magnetizadas por indução



Esta transformação é denominada Redução ao Polo

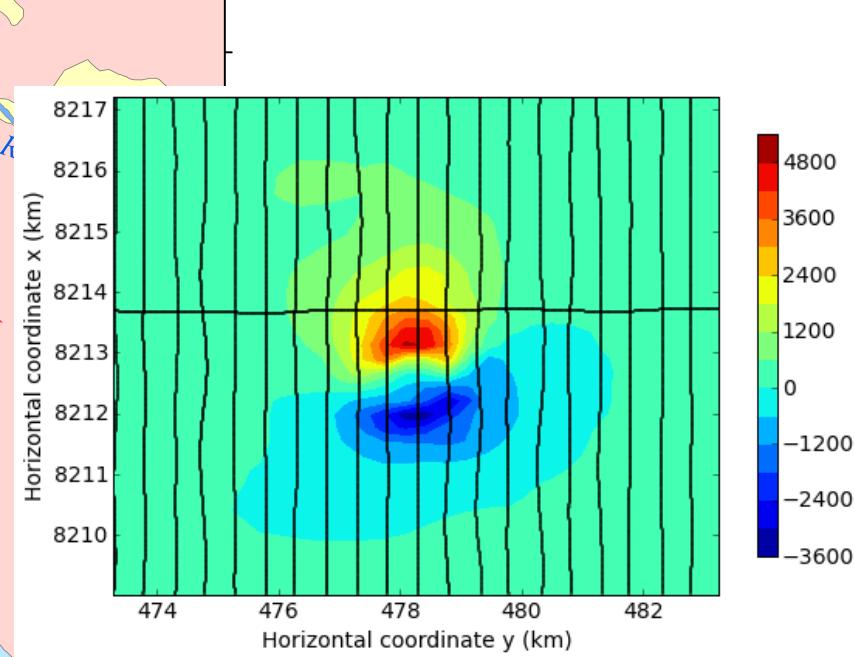
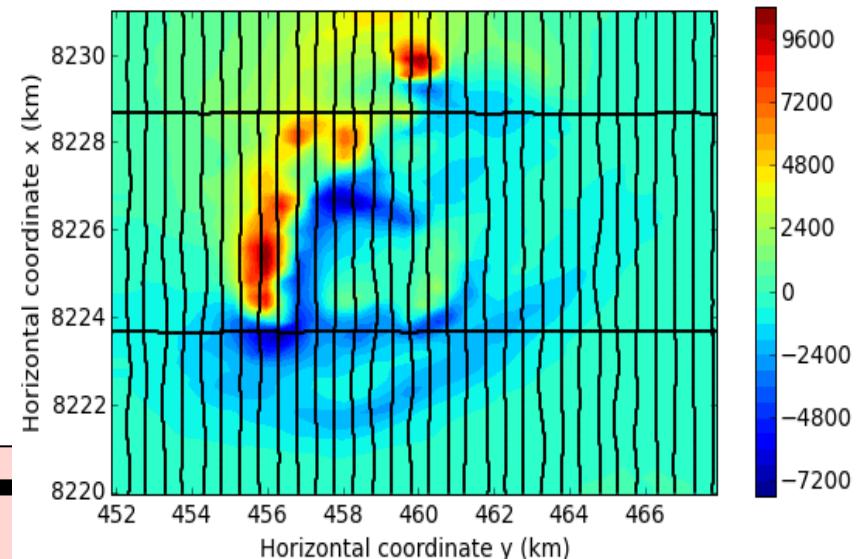
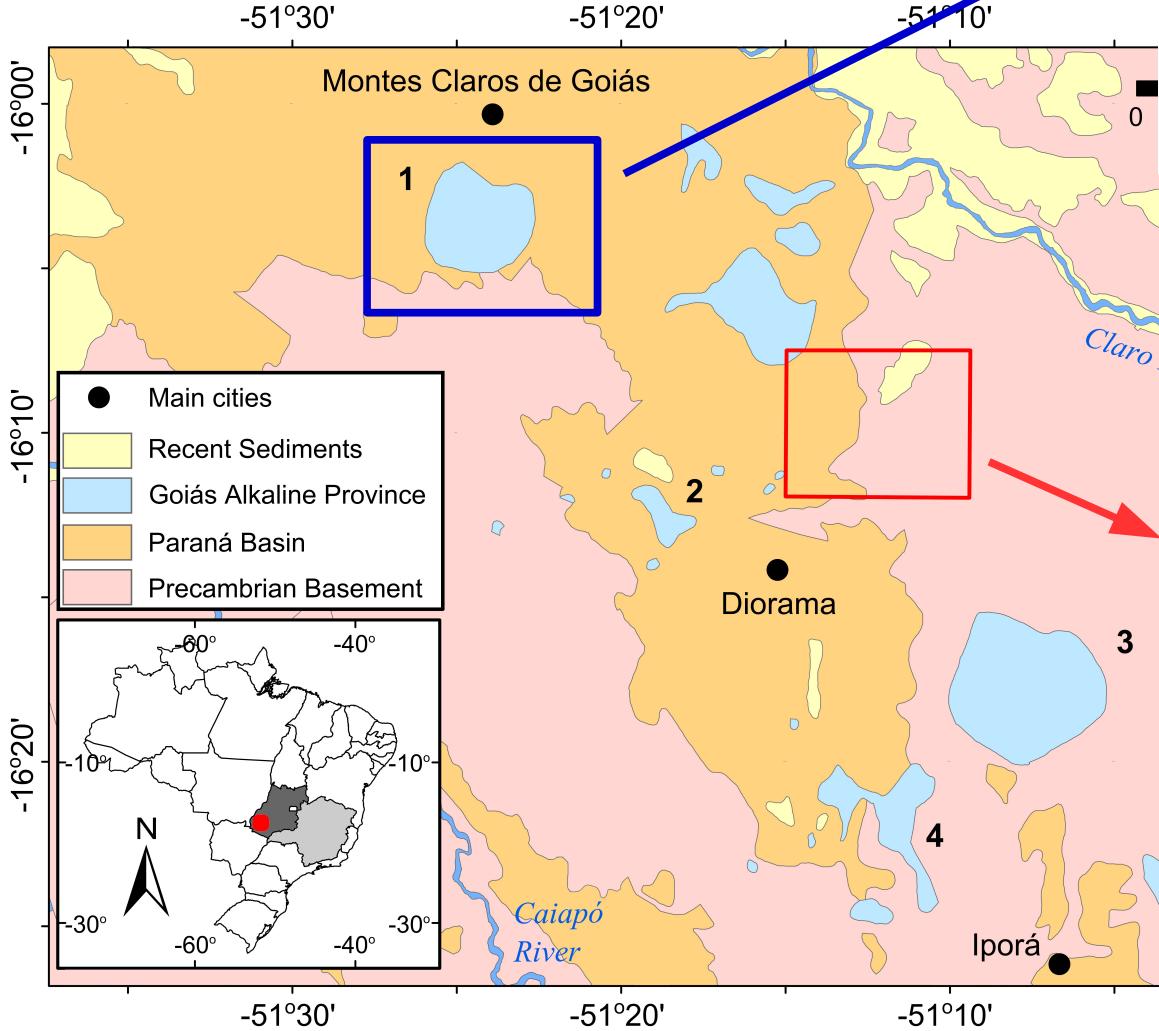


Uma anomalia reduzida ao polo deve ser predominantemente positiva

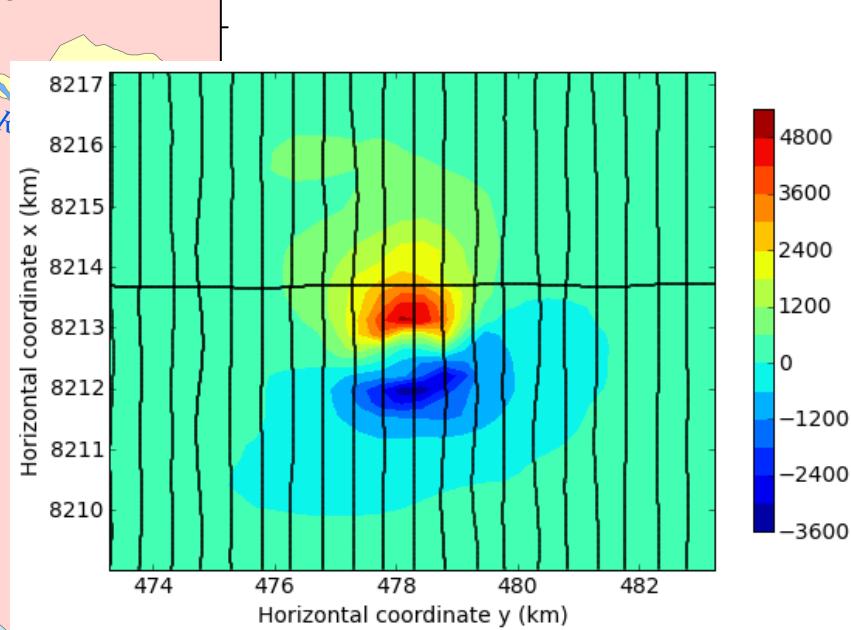
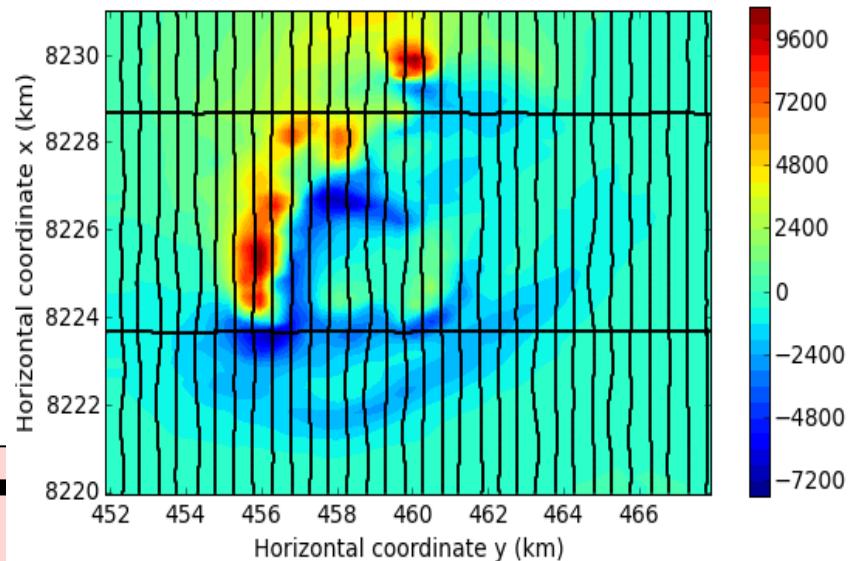
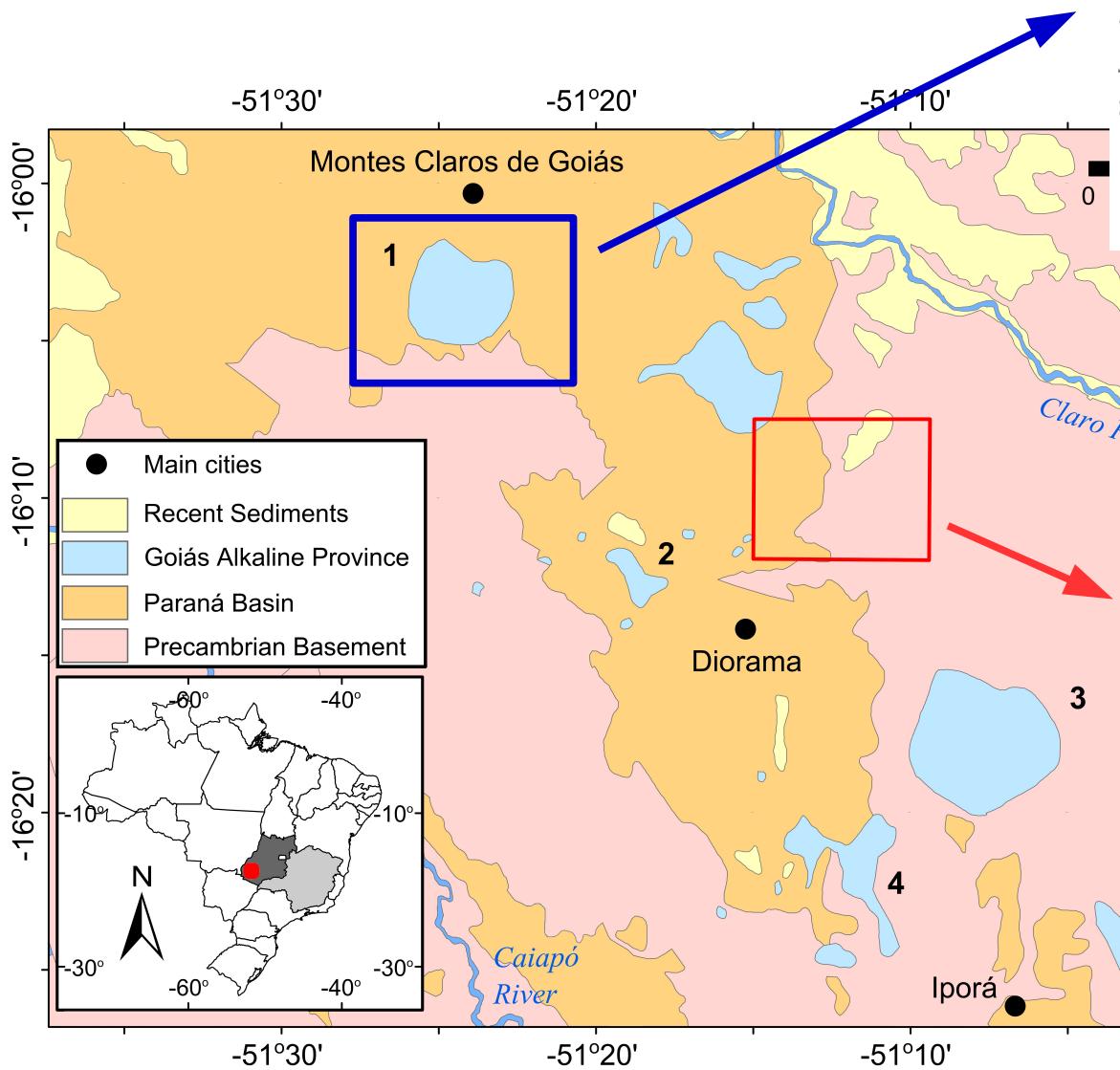


**Uma anomalia reduzida ao polo
deve ser predominantemente positiva**

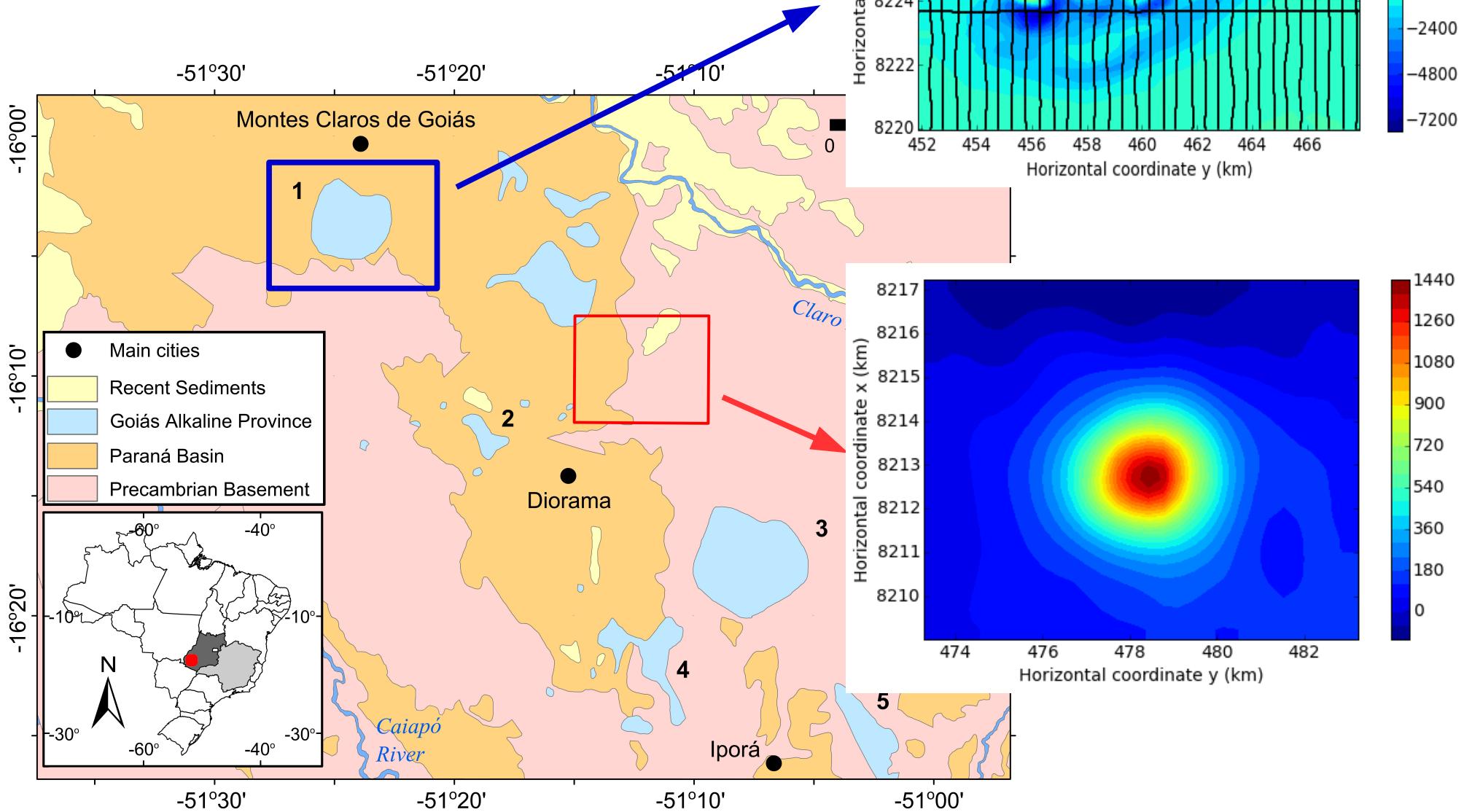
A Redução ao Polo, contudo, requer o
conhecimento da direção do vetor de
magnetização das fontes



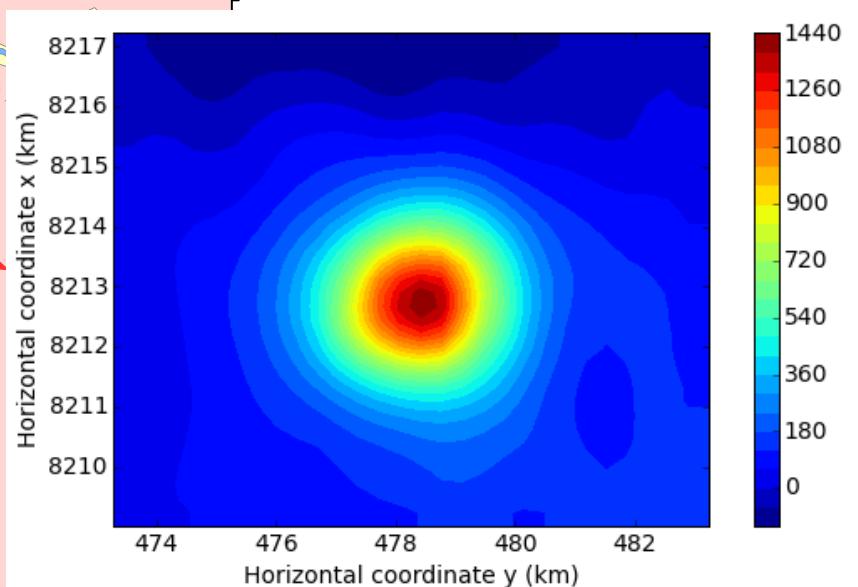
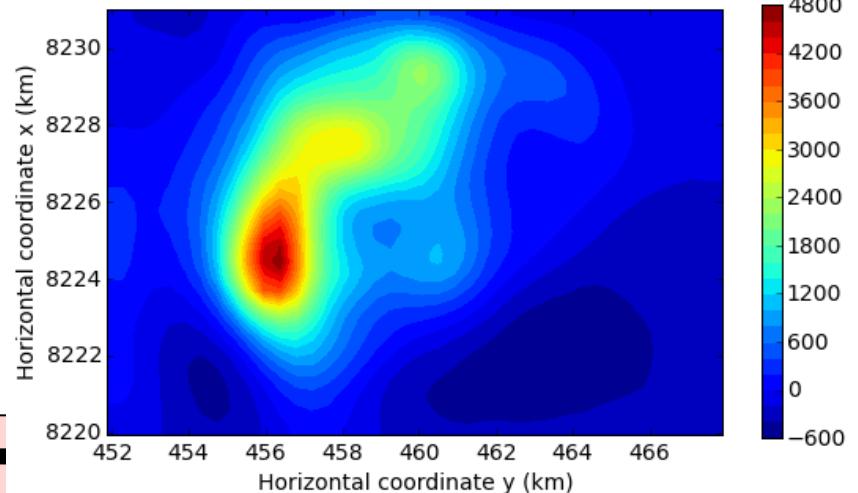
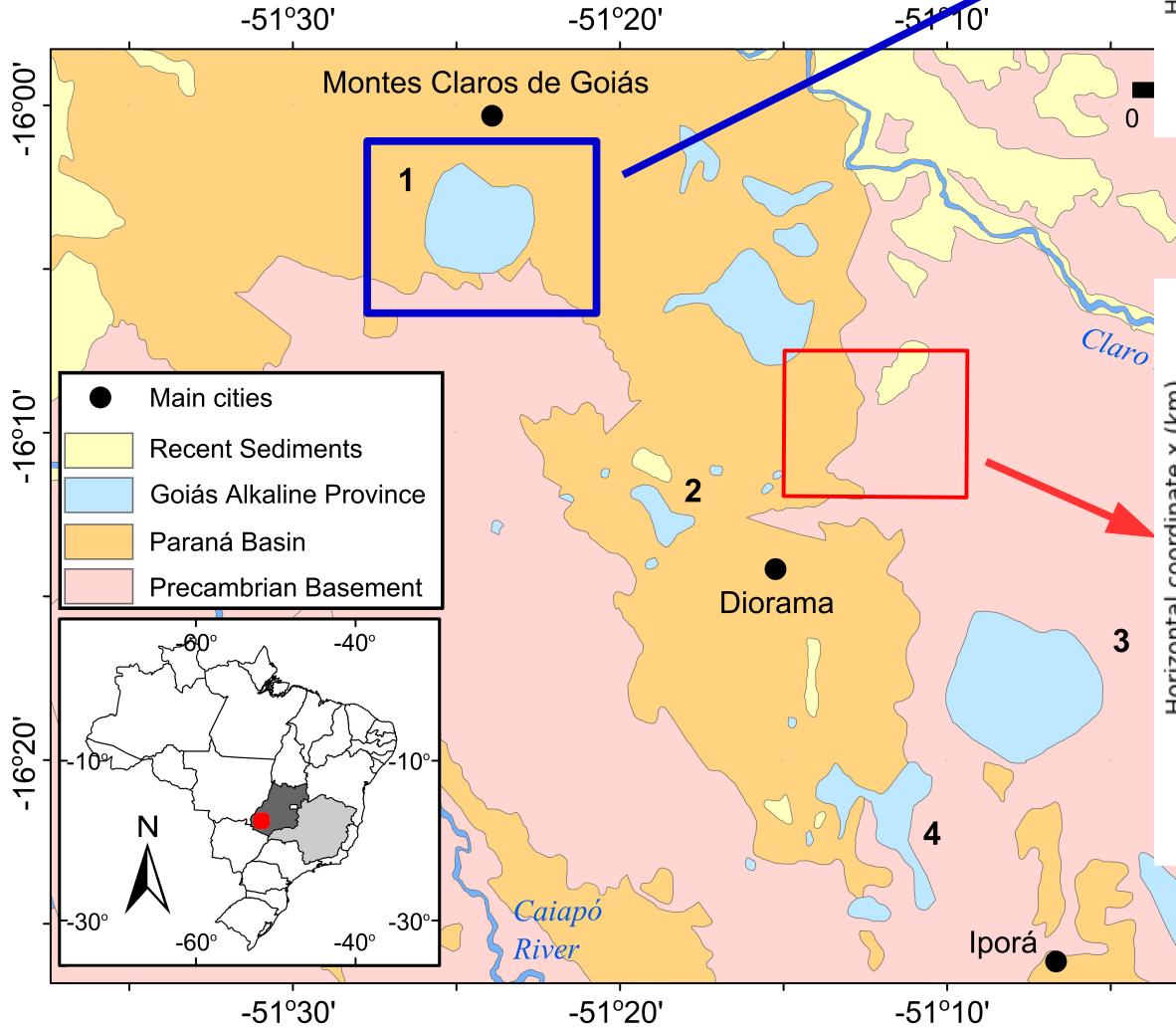
Oliveira Jr. et al (2015) estimaram a direção de magnetização da fonte causadora da **anomalia localizada** abaixo
(inc = $-70,35^\circ$, dec = $-19,81^\circ$)



Utilizando esta direção de magnetização,
eles reduziram a anomalia ao polo.
Observe que a anomalia resultante ficou
predominantemente positiva.



A mesma direção de magnetização estimada foi utilizada para reduzir a outra anomalia. Observe que a anomalia resultante também ficou predominantemente positiva, o que facilita a definição dos limites horizontais da(s) fonte(s)



Conteúdo

- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- **Exemplo com dados reais**
- Considerações finais

Conteúdo

- Métodos potenciais
 - Magnetometria
 - Gravimetria
- Exemplo com dados sintéticos
- Exemplo com dados reais
- **Considerações finais**

Considerações finais

- Os métodos potenciais podem ser muito úteis na interpretação de corpos geológicos em subsuperfície
- É importante utilizar informações adicionais para diminuir a ambiguidade
- Em geral, é possível fazer simulações numéricas de forma relativamente simples em softwares livres
- A compreensão dos aspectos teóricos relacionados aos dados gravimétricos e magnetométricos é fundamental para que seja possível gerar uma interpretação confiável

Considerações finais

- Os métodos potenciais podem ser muito úteis na interpretação de corpos geológicos em subsuperfície
- É importante utilizar informações adicionais para diminuir a ambiguidade
- Em geral, é possível fazer simulações numéricas de forma relativamente simples em softwares livres
- A compreensão dos aspectos teóricos relacionados aos dados gravimétricos e magnetométricos é fundamental para que seja possível gerar uma interpretação confiável

Considerações finais

- Os métodos potenciais podem ser muito úteis na interpretação de corpos geológicos em subsuperfície
- É importante utilizar informações adicionais para diminuir a ambiguidade
- Em geral, é possível fazer simulações numéricas de forma relativamente simples em softwares livres
- A compreensão dos aspectos teóricos relacionados aos dados gravimétricos e magnetométricos é fundamental para que seja possível gerar uma interpretação confiável

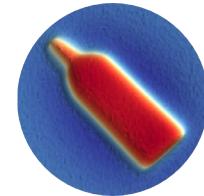
Considerações finais

- Os métodos potenciais podem ser muito úteis na interpretação de corpos geológicos em subsuperfície
- É importante utilizar informações adicionais para diminuir a ambiguidade
- Em geral, é possível fazer simulações numéricas de forma relativamente simples em softwares livres
- A compreensão dos aspectos teóricos relacionados aos dados gravimétricos e magnetométricos é fundamental para que seja possível gerar uma interpretação confiável



fatiando a terra

open-source library for modeling and inversion in geophysics



PINGA

Grupo de problemas inversos em geofísica

O conteúdo desta apresentação está disponível no seguinte repositório do GitHub:

<https://github.com/birocoles/UFRRJ-SEGEO2017>



Observatório
Nacional





Muito obrigado!



Referências sobre magnetometria e geomagnetismo

- Blakely, R. J., 1996, Potential theory in gravity and magnetic applications: Cambridge University Press.
- Hulot, G., Sabaka, T., Olsen, N., e Fournier, A., 2015, 5.02 - the present and future geomagnetic field, in Treatise on Geophysics, second edition ed.: Elsevier, 33-78. doi: 10.1016/B978-0-444-53802-4.00096-8.
- Langel, R. A., e Hinze, W. J., 1998, The magnetic field of the earth's lithosphere: The satellite perspective: Cambridge University Press.
- Nabighian, M. N., Grauch, V. J. S., Hansen, R. O., LaFehr, T. R., Li, Y., Peirce, J. W., Phillips, J. D., e Ruder, M. E., 2005, The historical development of the magnetic method in exploration: GEOPHYSICS, 70, 33ND-61ND.

Referências sobre gravimetria e geodesia

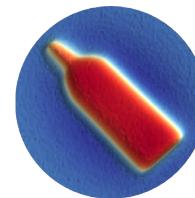
- Baumann, H., E. Klingelé, and I. Marson, 2012, Absolute airborne gravimetry: a feasibility study: Geophysical Prospecting, 60, 361-372. DOI: 10.1111/j.1365-2478.2011.00987.x.
- Blakely, R. J., 1996, Potential theory in gravity and magnetic applications: Cambridge University Press.
- Fairhead, J. D., C. M. Green, e D. Blitzkow, 2003, The use of gps in gravity surveys: The Leading Edge, 22, 954-959. DOI: 10.1190/1.1623636.
- Glennie, C. L., K. P. Schwarz, A. M. Bruton, R. Forsberg, A. V. Olesen, e K. Keller, 2000, A comparison of stable platform and strapdown airborne gravity: Journal of Geodesy, 74, 383-389. DOI: 10.1007/s001900000082.
- Hackney, R. I., e W. E. Featherstone, 2003, Geodetic versus geophysical perspectives of the gravity anomaly: Geophysical Journal International, 154, 35-43. DOI: 10.1046/j.1365-246X.2003.01941.x.
- Hofmann-Wellenhof, B. e H. Moritz, 2005, Physical Geodesy. Springer.
- Li, X., e H. J. Götze, 2001, Ellipsoid, geoid, gravity, geodesy, and geophysics: Geophysics, 66, 1660-1668. DOI: 10.1190/1.1487109.
- Nabighian, M. N., M. E. Ander, V. J. S. Grauch, R. O. Hansen, T. R. LaFehr, Y. Li, W. C. Pearson, J. W.
- Peirce, J. D. Phillips e M. E. Ruder, 2005, 75th Anniversary - Historical development of the gravity method in exploration. Geophysics, 70(6), p. 63ND–89ND. DOI: 10.1190/1.2133785.
- Symon, K. R., 1971, Mechanics: Addison-Wesley; 3rd edition, ISBN-13: 978-0201073928.
- Vanícek, P., e E. J. Krakiwsky, 1987, Geodesy: The concepts, second edition: Elsevier Science.

Referências adicionais

- Uieda, L., V. C. Oliveira Jr, and V. C. F. Barbosa (2013), Modeling the Earth with Fatiando a Terra, Proceedings of the 12th Python in Science Conference, pp. 91 – 98.
- Oliveira Jr., V. C., D. P. Sales, V. C. F. Barbosa, and L. Uieda (2015), Estimation of the total magnetization direction of approximately spherical bodies, *Nonlin. Processes Geophys.*, 22(2), 215-232, doi:10.5194/npg-22-215-2015.

Links

- <http://www.pinga-lab.org/>



PINGA
Grupo de problemas inversos em geofísica

- <http://www.fatiando.org/>



fatiando a terra
open-source library for modeling and inversion in geophysics

- <http://www.on.br/index.php/pt-br/programas-academicos/geofisica.html>



**Observatório
Nacional**