

Camada equivalente aplicada ao processamento e interpretação de dados de campos potenciais

Vanderlei C. Oliveira Jr.

2016



**Observatório
Nacional**



Introdução à Camada Equivalente

Vanderlei C. Oliveira Jr.

2016



Observatório
Nacional



Breve histórico

- Essa técnica surgiu no final dos anos 60, com o trabalho de Dampney (1969)
- É útil para:
 - interpolação (Cordell, 1992; Mendonça e Silva, 1994)
 - continuação para cima (Emilia, 1973; Hansen and Miyazaki, 1984; Li and Oldenburg, 2010)
 - redução ao pólo (Silva 1986; Leão and Silva, 1989; Guspí and Novara, 2009)

Breve histórico

- Essa técnica surgiu no final dos anos 60, com o trabalho de Dampney (1969)
- É útil para:
 - interpolação (Cordell, 1992; Mendonça e Silva, 1994)
 - continuação para cima (Emilia, 1973; Hansen and Miyazaki, 1984; Li and Oldenburg, 2010)
 - redução ao pólo (Silva 1986; Leão and Silva, 1989; Guspí and Novara, 2009)

Breve histórico

- Alguns trabalhos foram feitos para reduzir o custo computacional da CE (Leão e Silva, 1989; Mendonça e Silva, 1994; Li and Oldenburg, 2010; Barnes and Lumley, 2011; Oliveira Jr. et al., 2013)
- Atualmente, os principais esforços são feitos com o intuito de tornar a CE viável do ponto de vista computacional

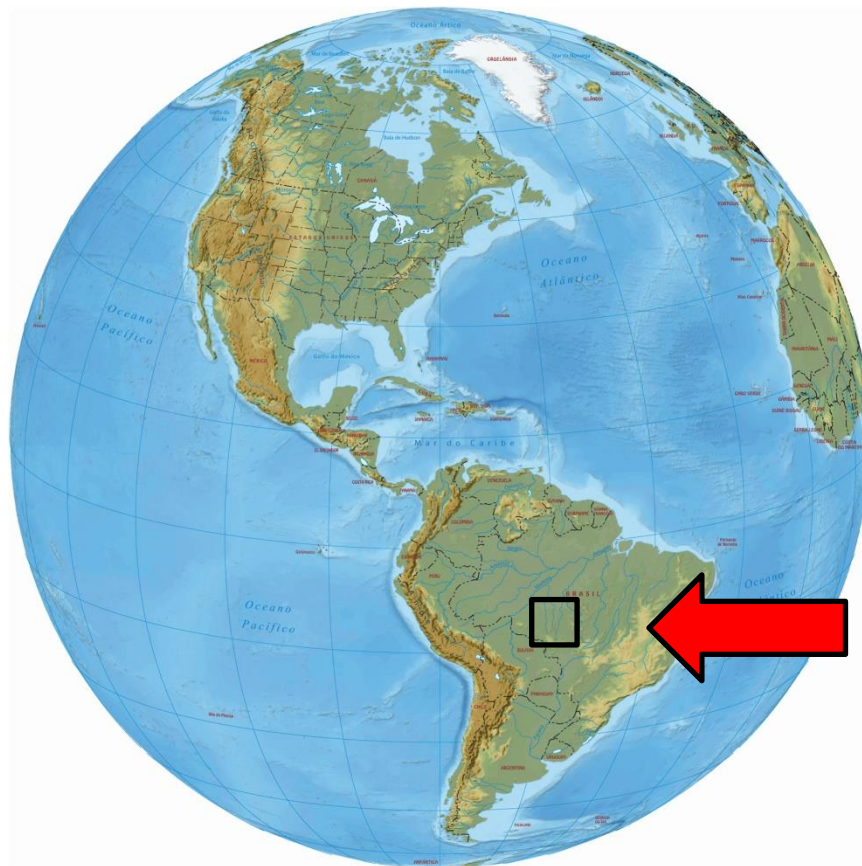
Breve histórico

- Alguns trabalhos foram feitos para reduzir o custo computacional da CE (Leão e Silva, 1989; Mendonça e Silva, 1994; Li and Oldenburg, 2010; Barnes and Lumley, 2011; Oliveira Jr. et al., 2013)
- Atualmente, os principais esforços são feitos com o intuito de tornar a CE viável do ponto de vista computacional

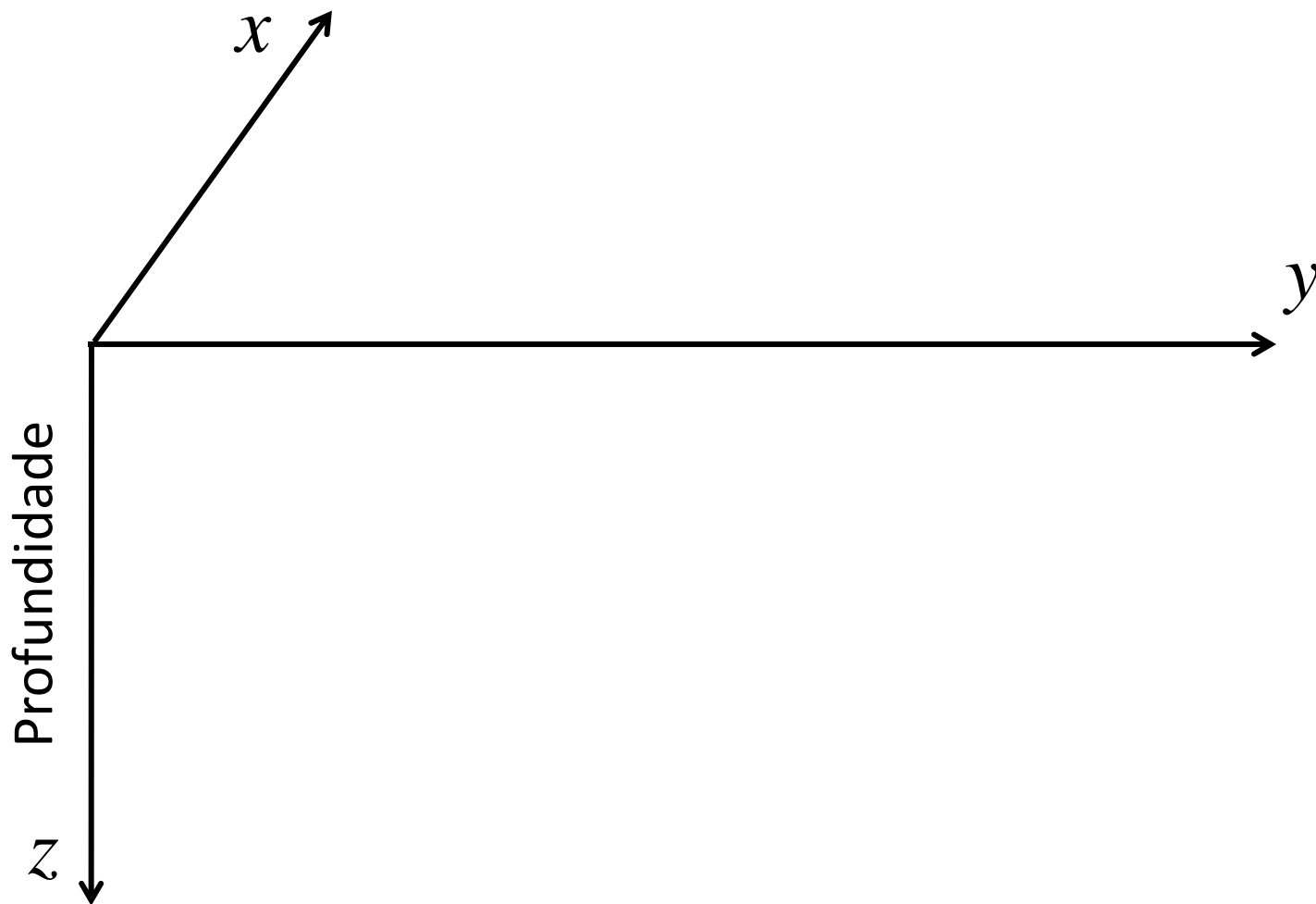
Isso serve pra quê?



Isso serve pra quê?

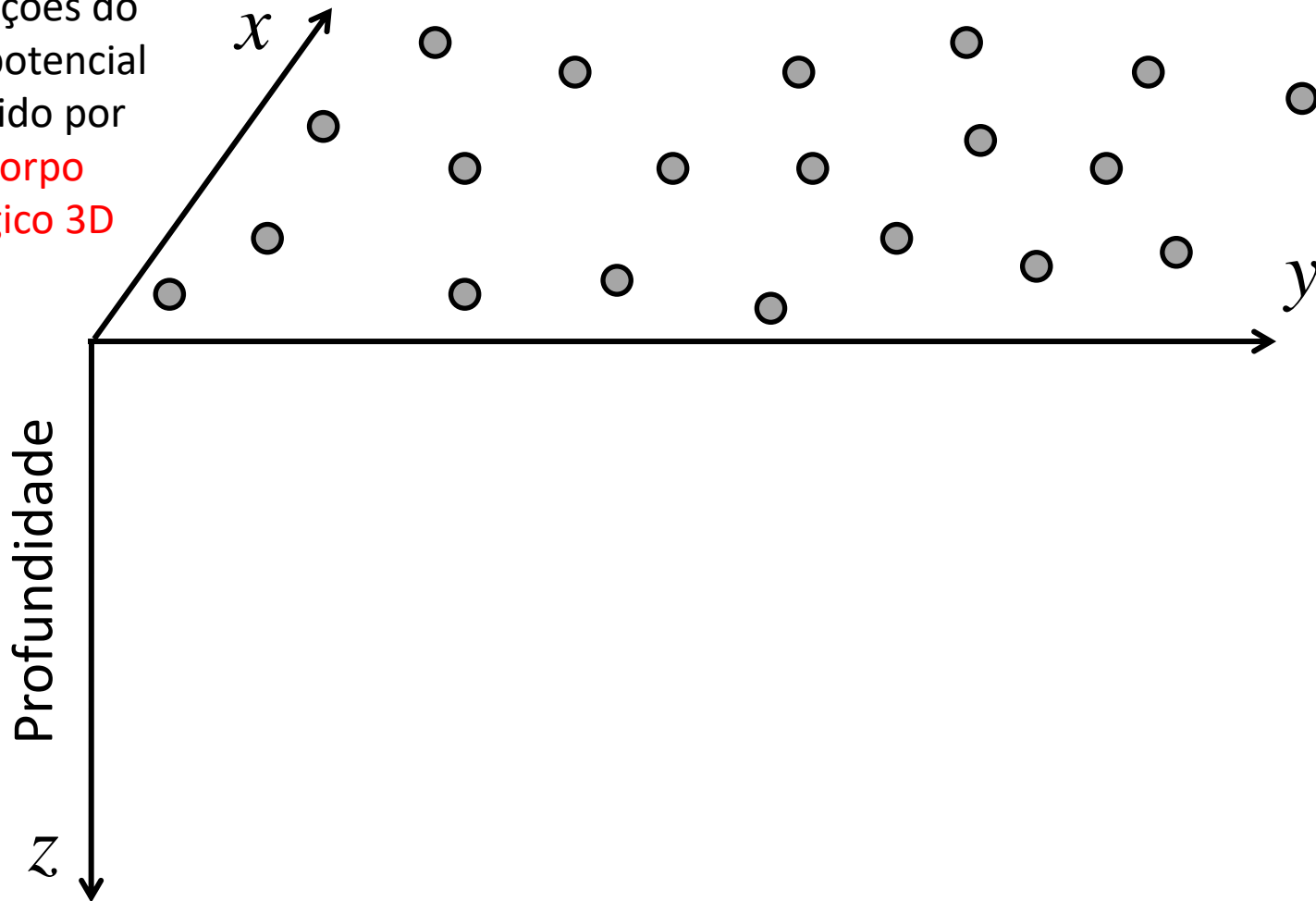


Isso serve pra quê?



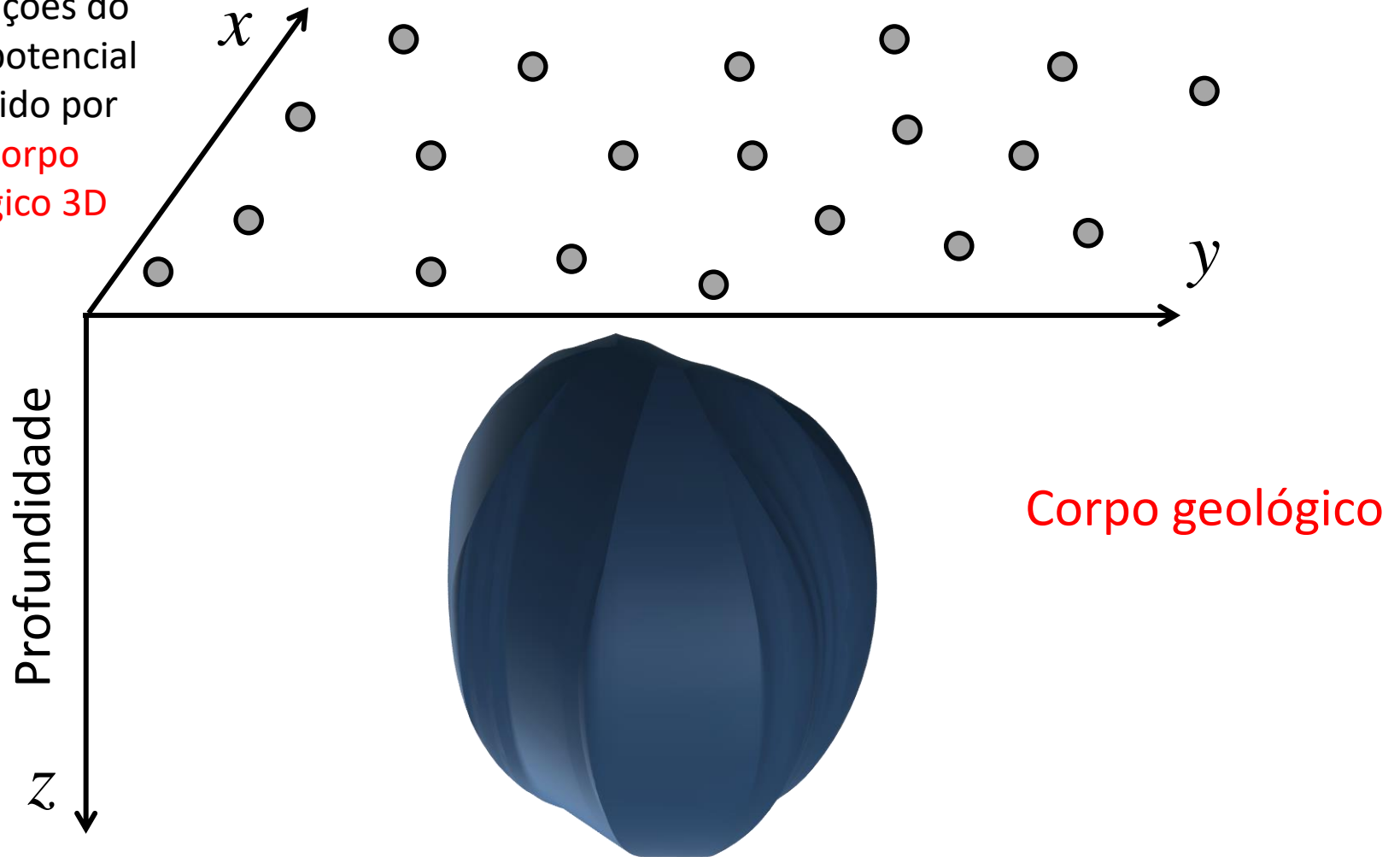
Isso serve pra quê?

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
um corpo
geológico 3D



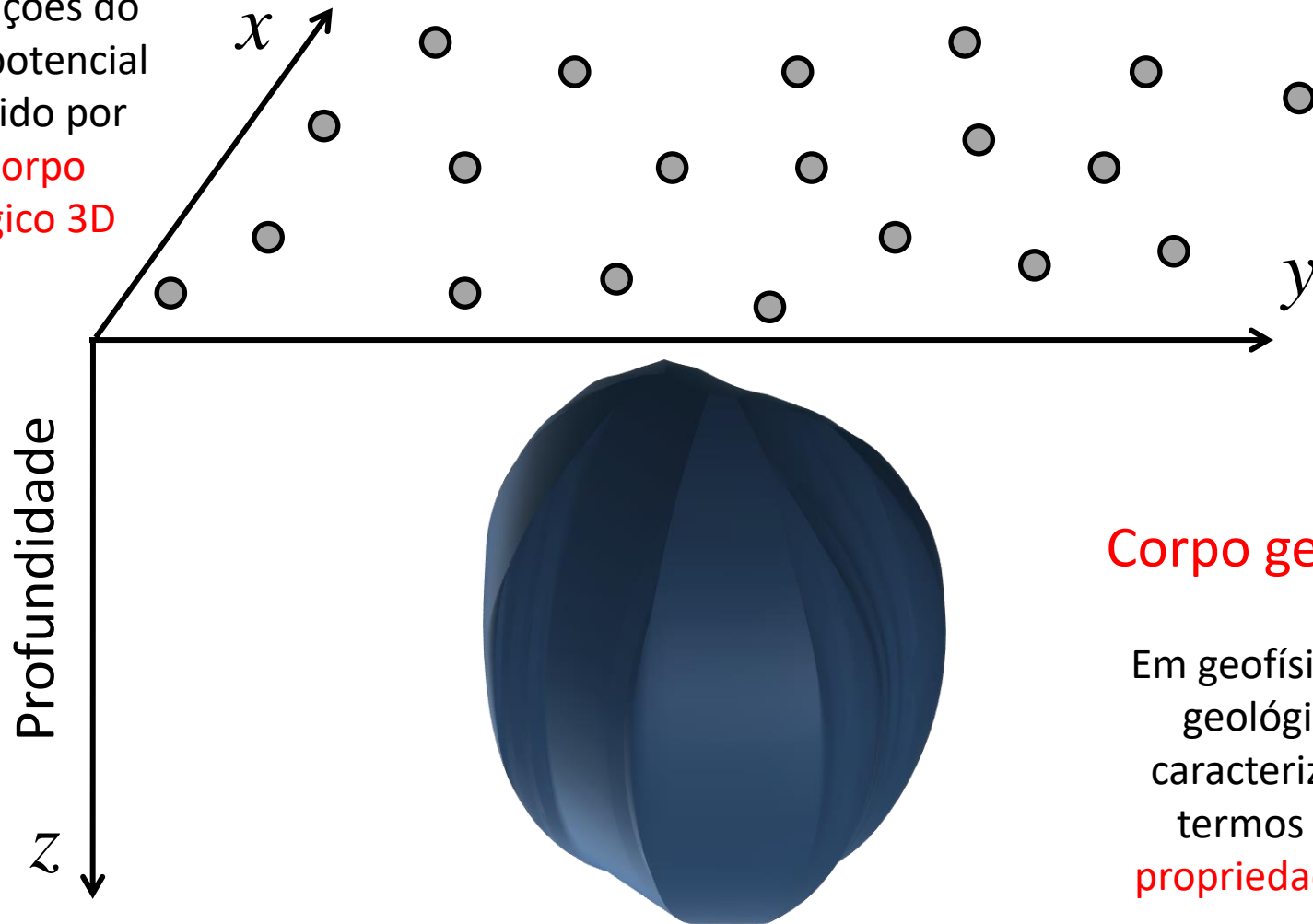
Isso serve pra quê?

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
um corpo
geológico 3D



Isso serve pra quê?

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
**um corpo
geológico 3D**

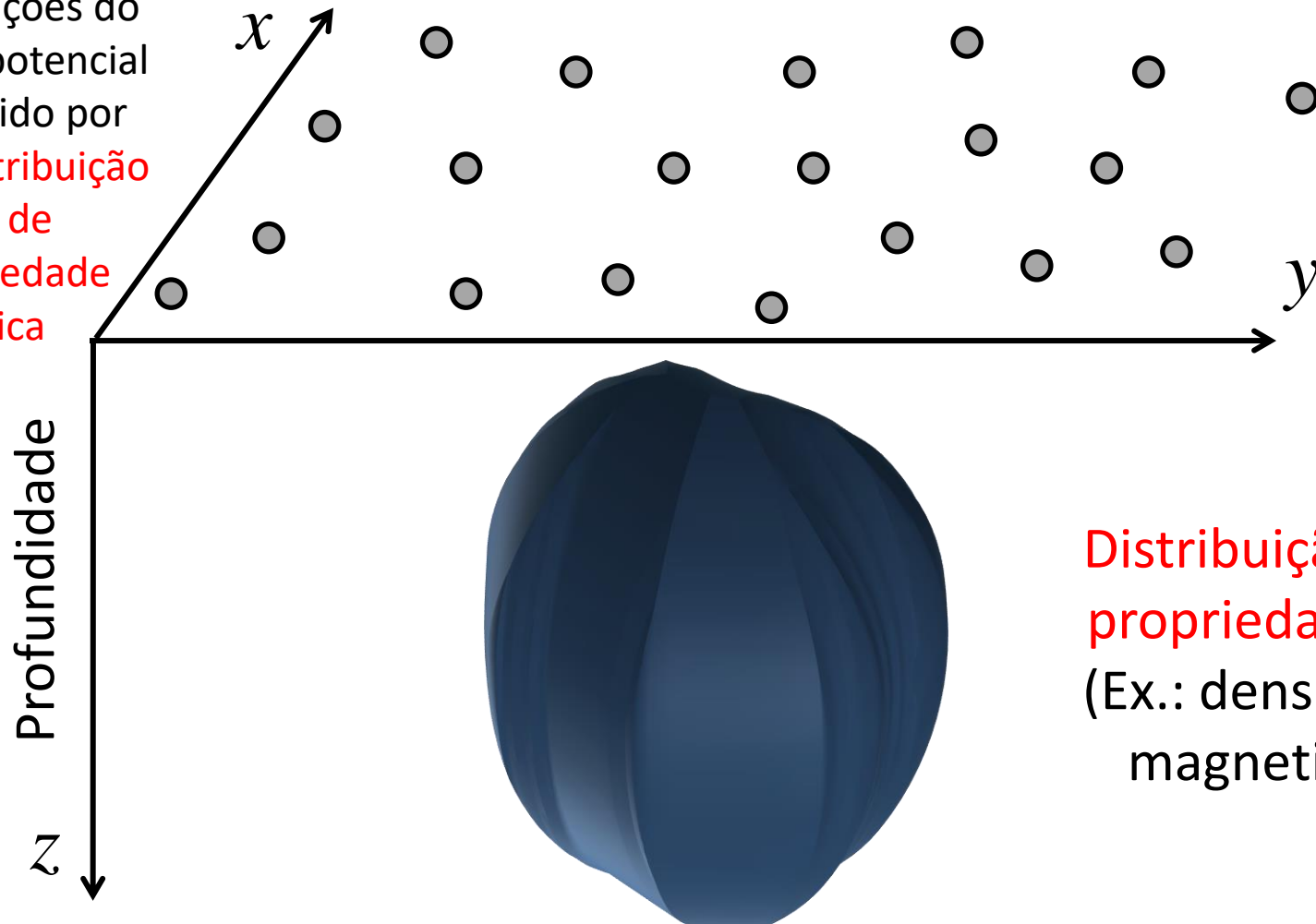


Corpo geológico

Em geofísica, corpos
geológicos são
caracterizados em
termos de suas
propriedades físicas

Isso serve pra quê?

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física

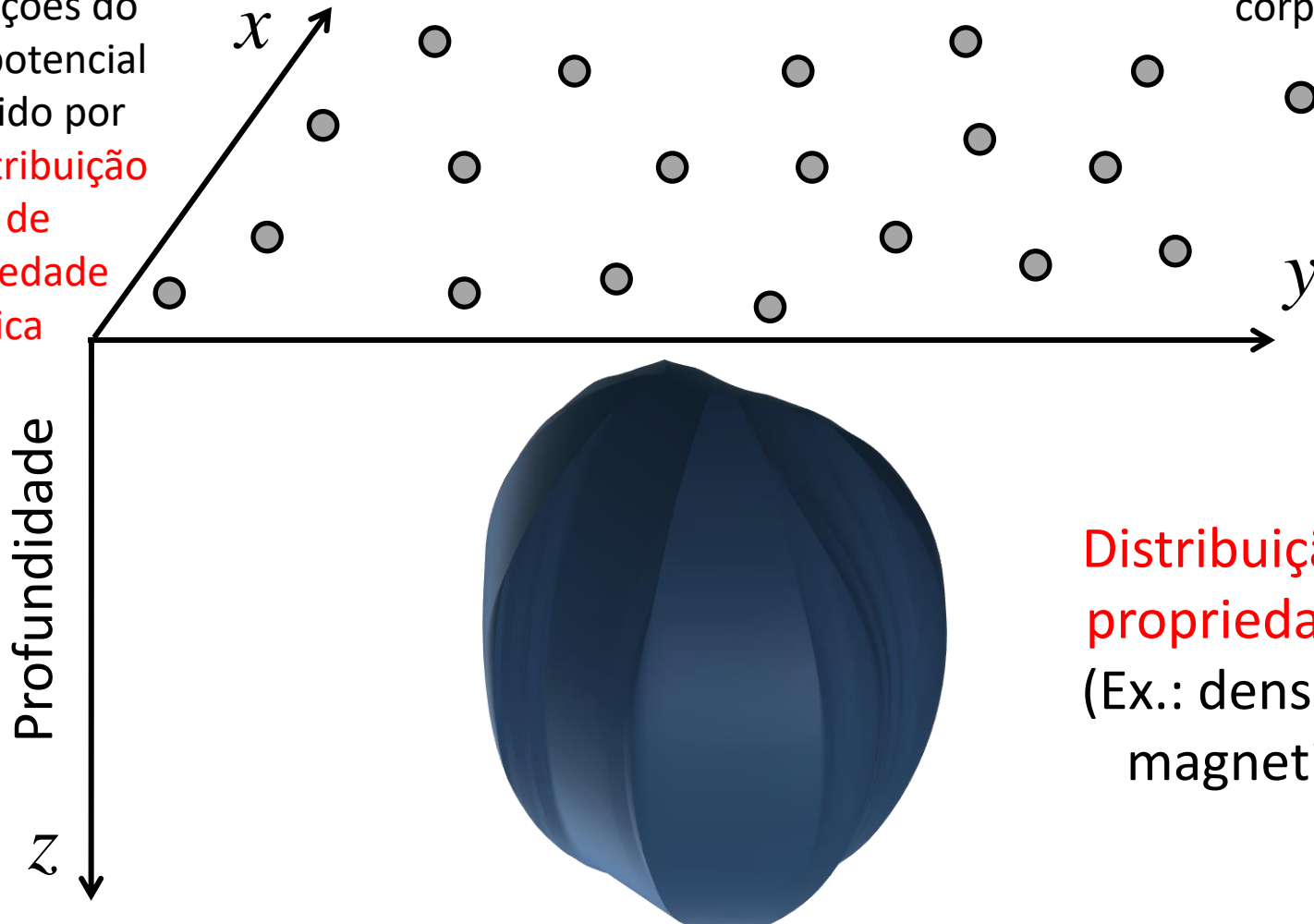


Distribuição 3D de
propriedade física
(Ex.: densidade ou
magnetização)

Isso serve pra quê?

Os dados medidos nestes pontos em cinza são utilizados, em geral, para estimar alguma informação sobre o corpo geológico

Conjunto de N observações do campo potencial produzido por uma distribuição 3D de propriedade física

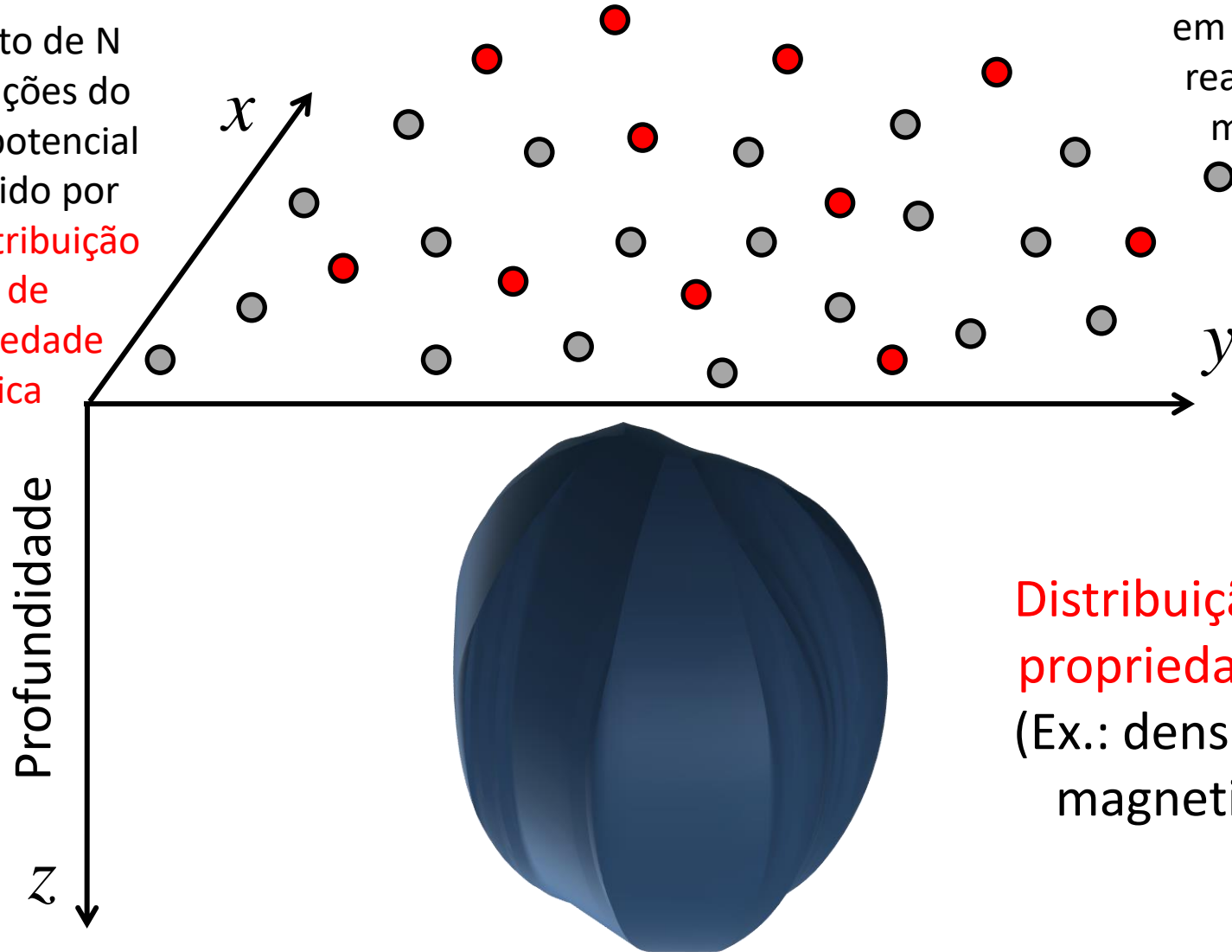


Distribuição 3D de propriedade física
(Ex.: densidade ou magnetização)

Isso serve pra quê?

Para tanto, às vezes,
é necessário
conhecer o valor do
dato em pontos
diferentes daqueles
em que foram
realizadas as
medições

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física

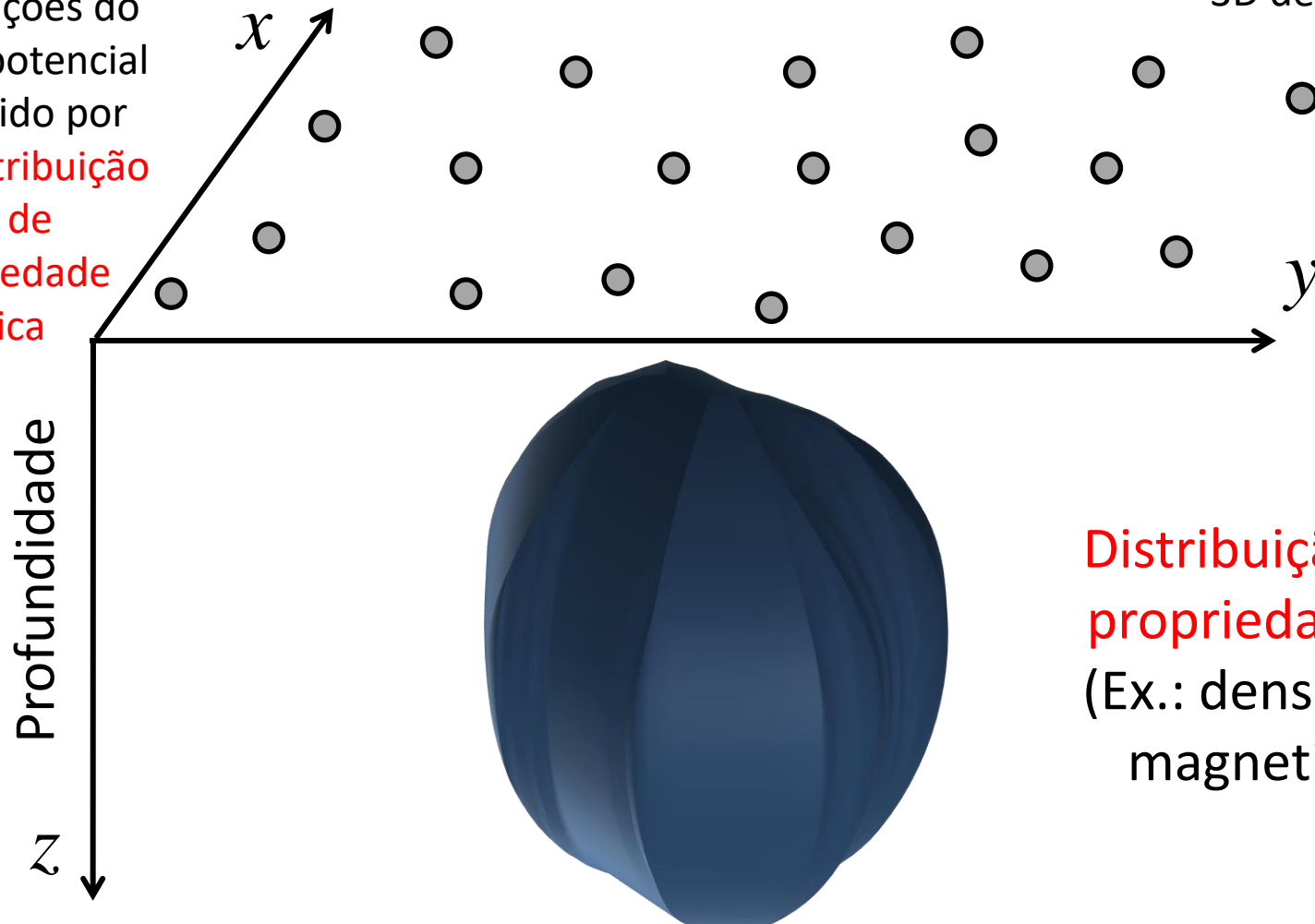


Distribuição 3D de
propriedade física
(Ex.: densidade ou
magnetização)

Isso serve pra quê?

ou calcular alguma
outra quantidade
derivada dos dados
e útil para estimar
alguma informação
sobre a distribuição
3D de propriedade
física

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física



**Distribuição 3D de
propriedade física**
(Ex.: densidade ou
magnetização)

Isso serve pra quê?

ou calcular alguma
outra quantidade
derivada dos dados

para estimar
na informação
a distribuição
e propriedade
física

A camada
equivalente

pode ser usada
pra fazer essas
coisas!

ção 3D de
ade física
sidade ou
tização)

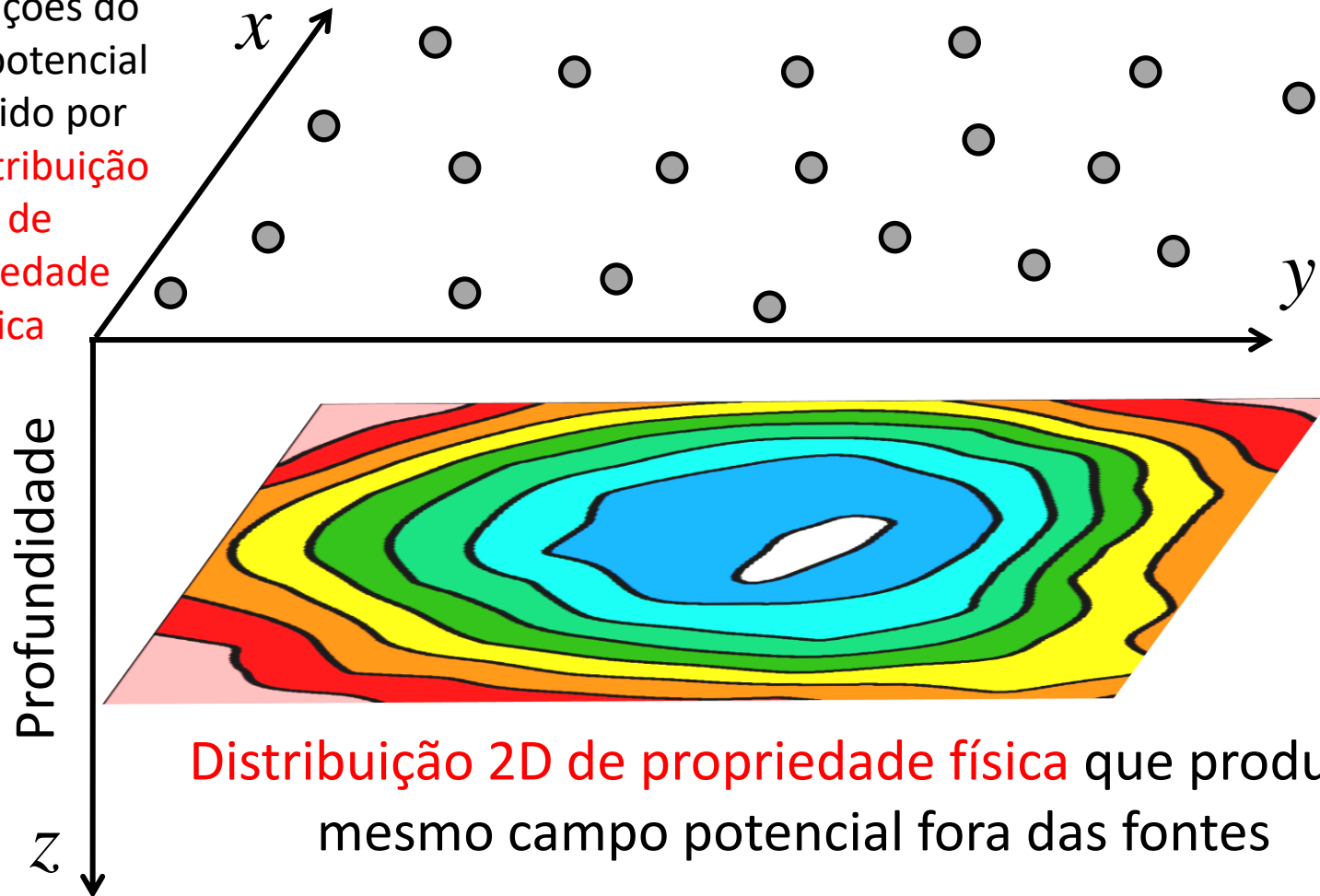
Profundidade

z

Conjunto de N
observações do
campo potencia
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física

O que é uma camada equivalente?

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física



Distribuição 2D de propriedade física que produz o
mesmo campo potencial fora das fontes

?

O que é uma camada equivalente?

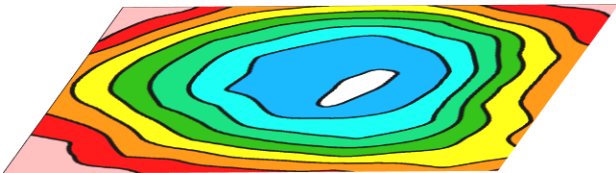


Fonte verdadeira
(corpo geológico)

O que é uma camada equivalente?



Fonte verdadeira
(corpo geológico)

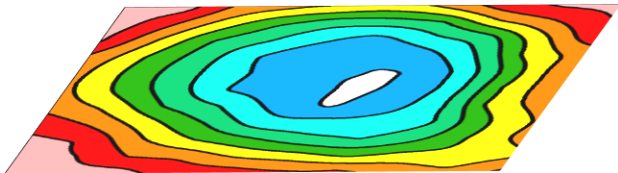


Fonte fictícia
diferente da
verdadeira

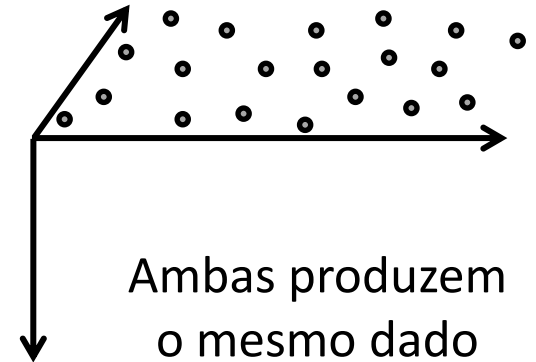
O que é uma camada equivalente?



Fonte verdadeira
(corpo geológico)



Fonte fictícia
diferente da
verdadeira

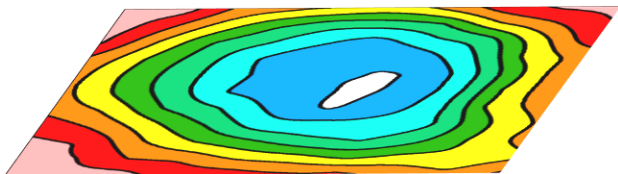


Ambas produzem
o mesmo dado
nos **pontos de
observação**

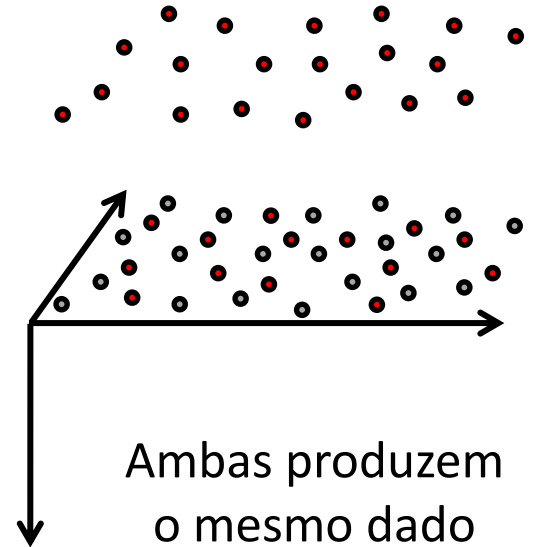
O que é uma camada equivalente?



Fonte verdadeira
(corpo geológico)



Fonte fictícia
diferente da
verdadeira

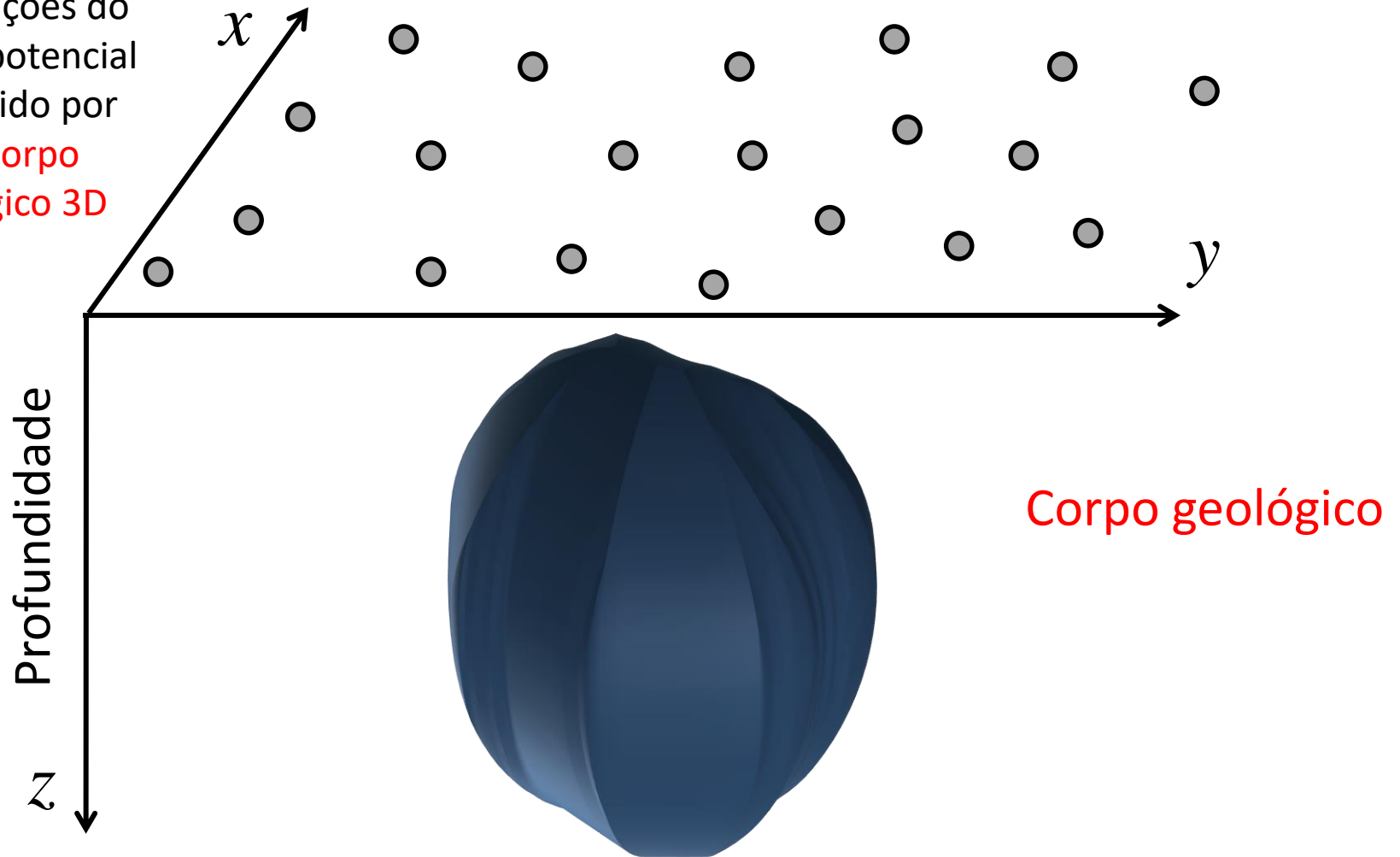


Ambas produzem
o mesmo dado
nos **pontos de
observação e
também em
outros pontos
próximos**

E daí?

Como usar isso?

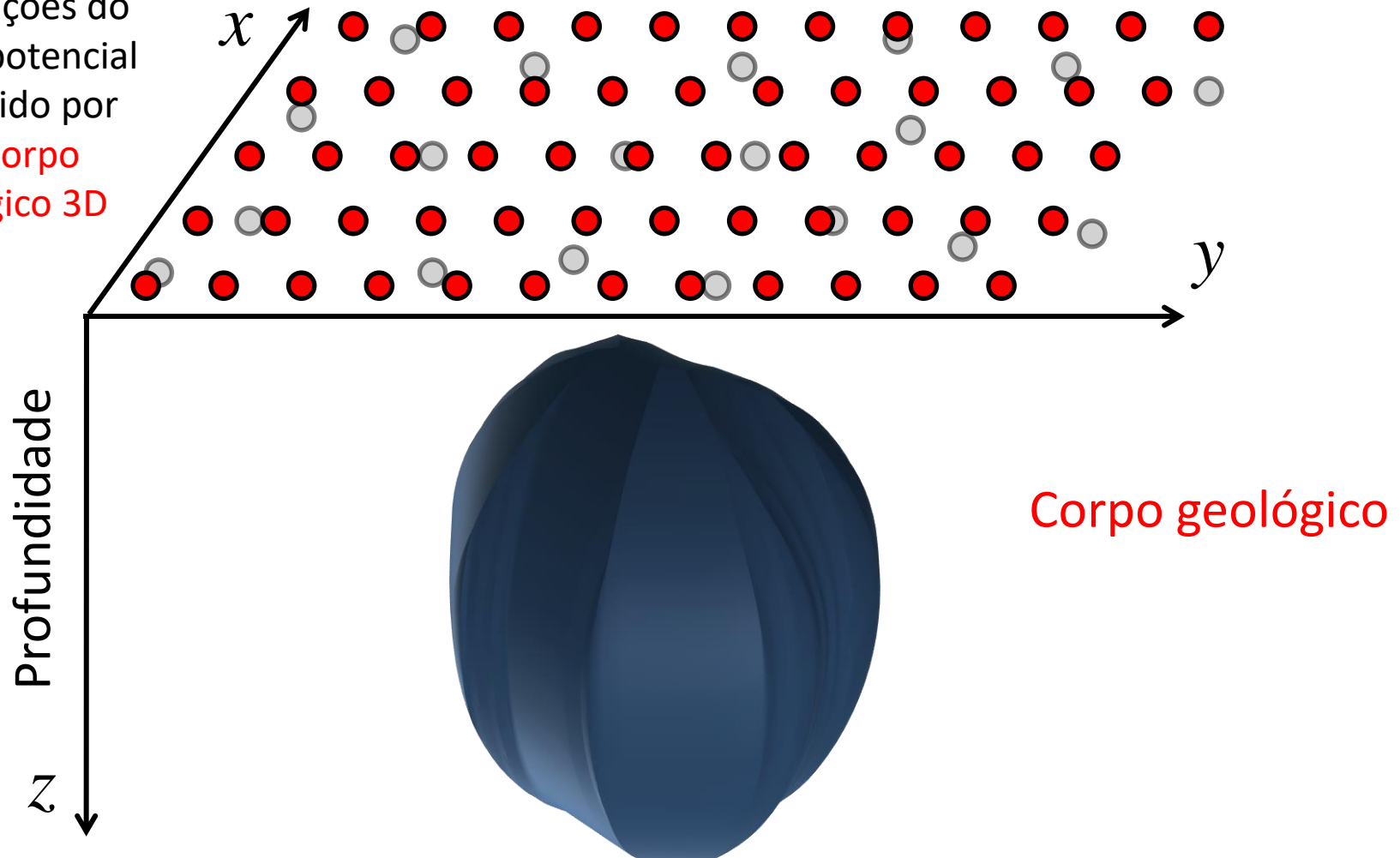
Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
um corpo
geológico 3D



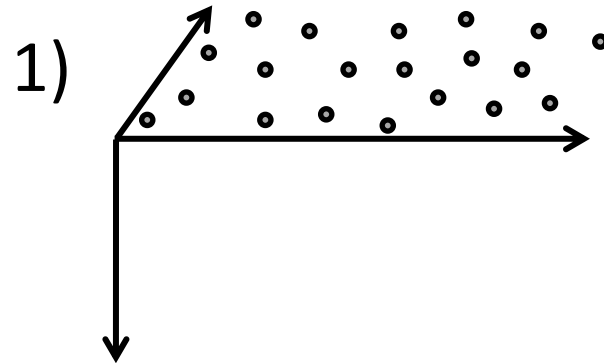
Como usar isso?

Considere, por exemplo, que os dados precisam ser “gridados”

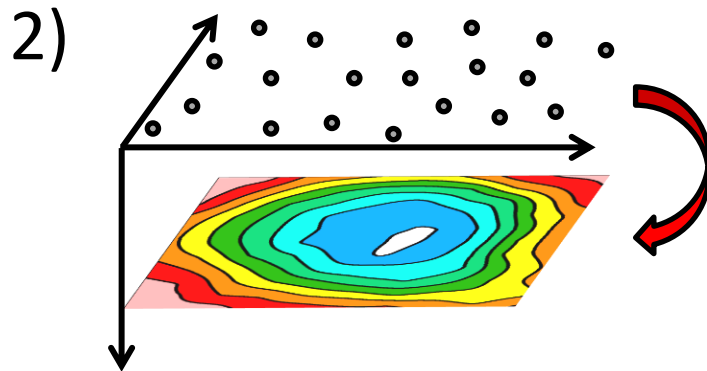
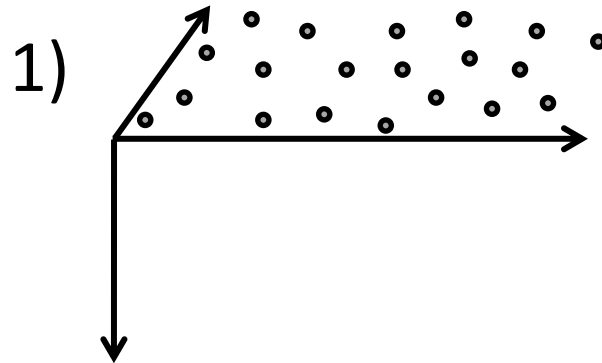
Conjunto de N observações do campo potencial produzido por um corpo geológico 3D



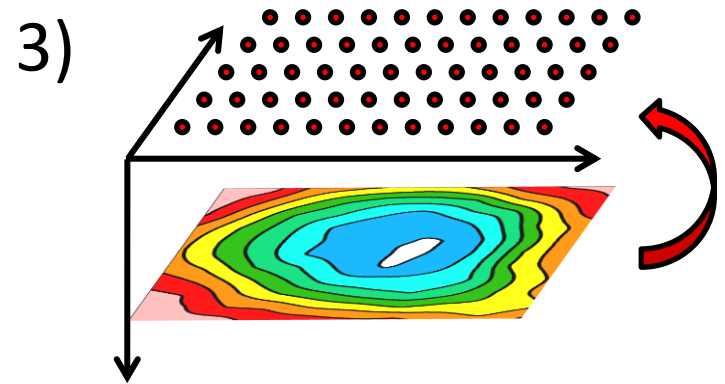
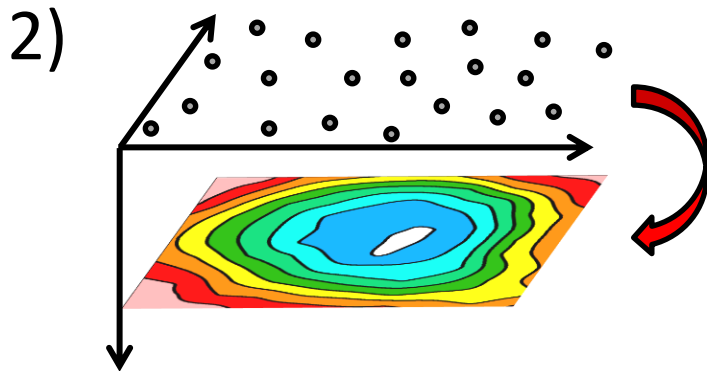
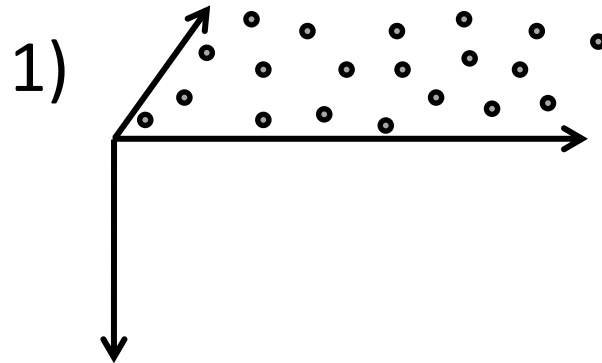
Como usar isso?



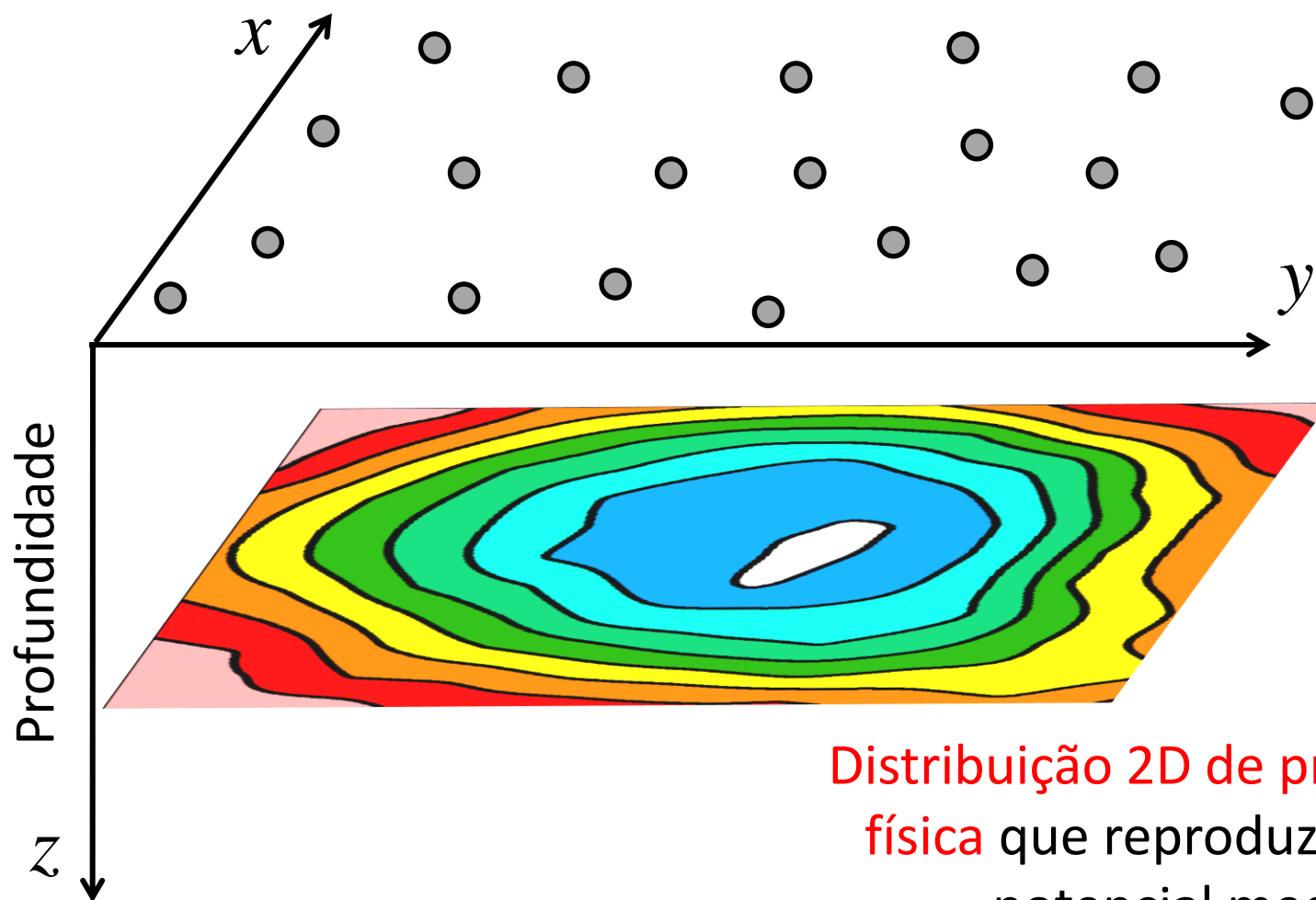
Como usar isso?



Como usar isso?

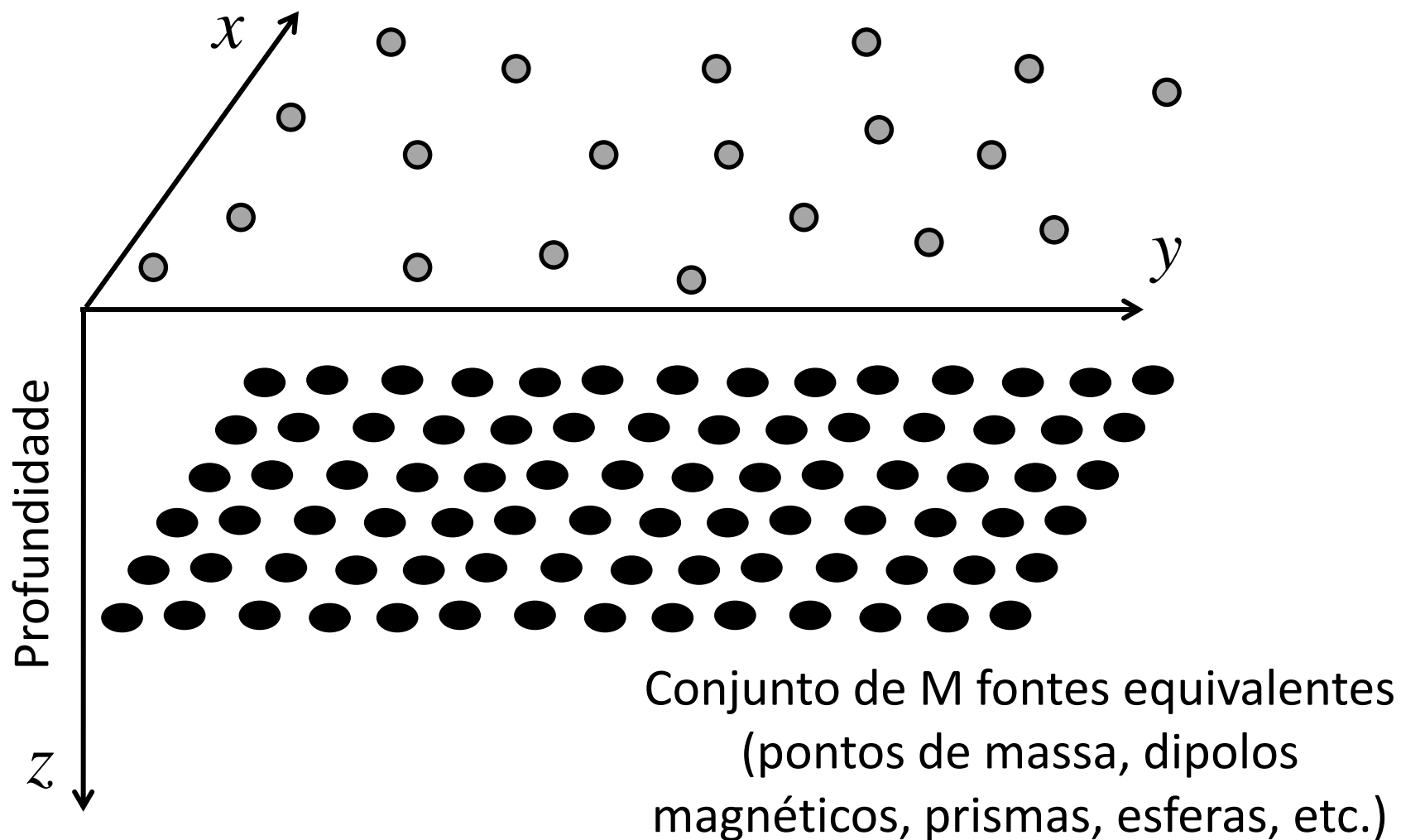


E na prática?

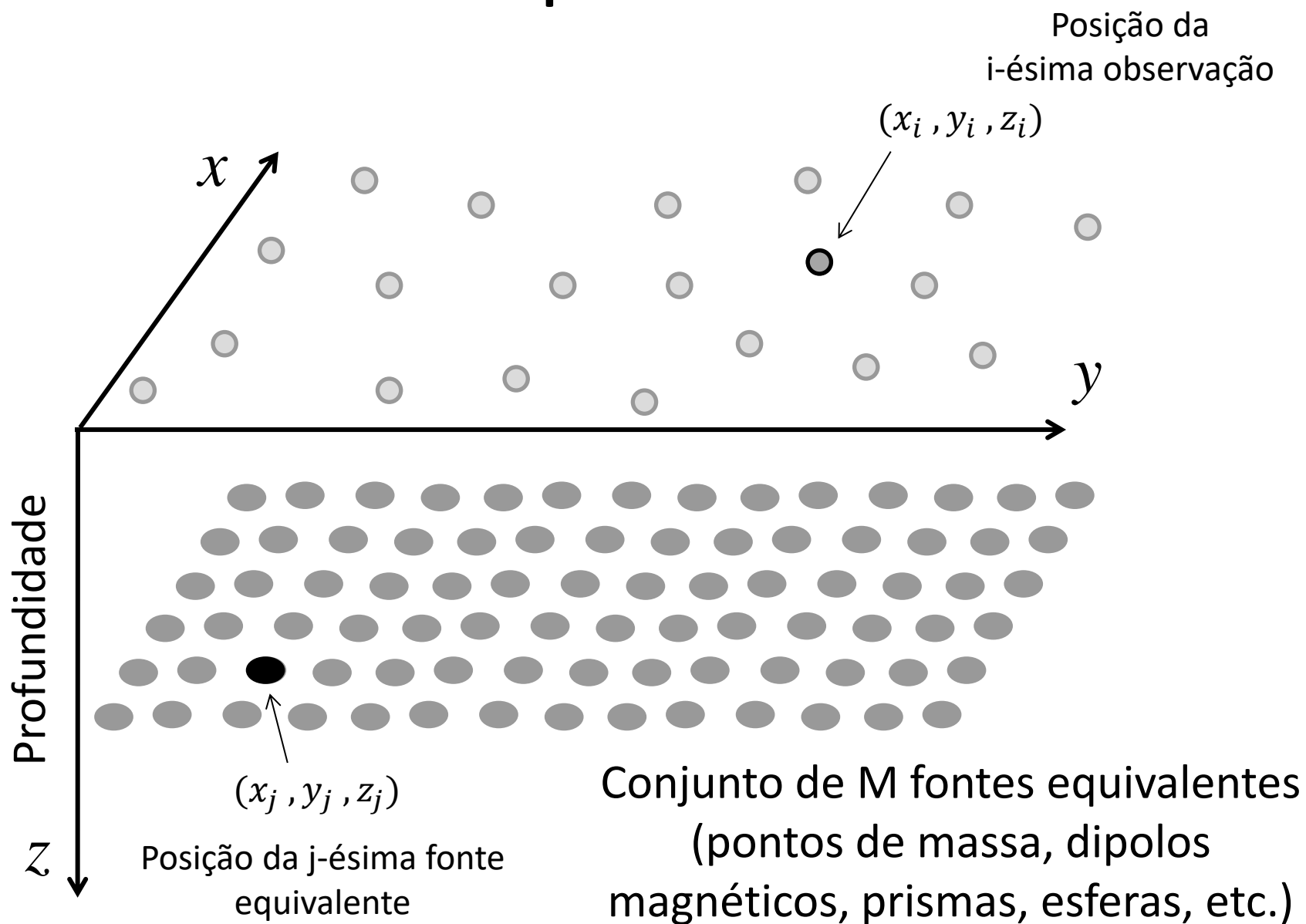


Distribuição 2D de propriedade física que reproduz o campo potencial medido

E na prática?



E na prática?



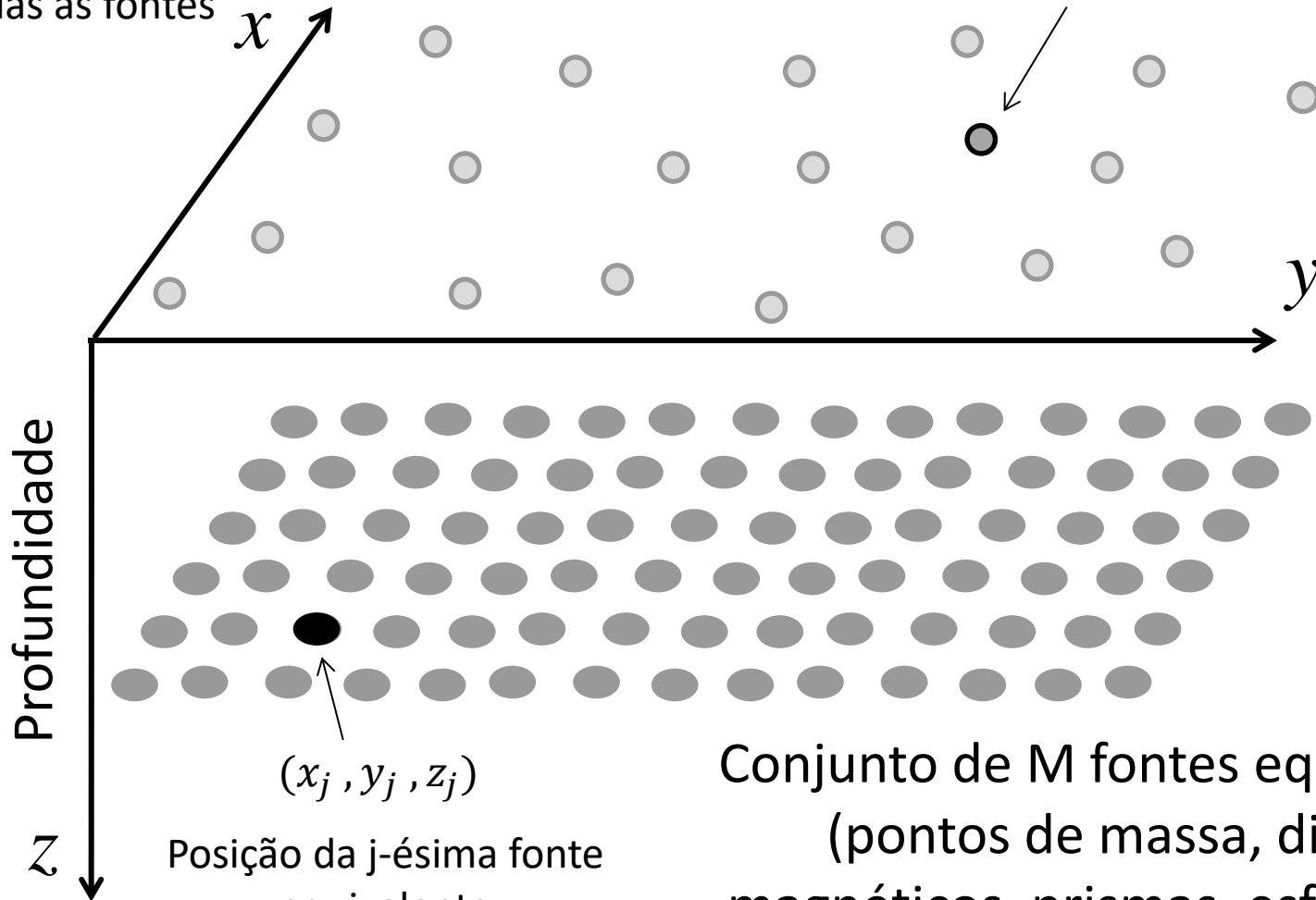
$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

A i-ésima observação é
aproximada pela
soma do campo
potencial produzido por
todas as fontes

E na prática?

Posição da
i-ésima observação

(x_i, y_i, z_i)



Posição da j-ésima fonte
equivalente

Conjunto de M fontes equivalentes
(pontos de massa, dipolos
magnéticos, prismas, esferas, etc.)

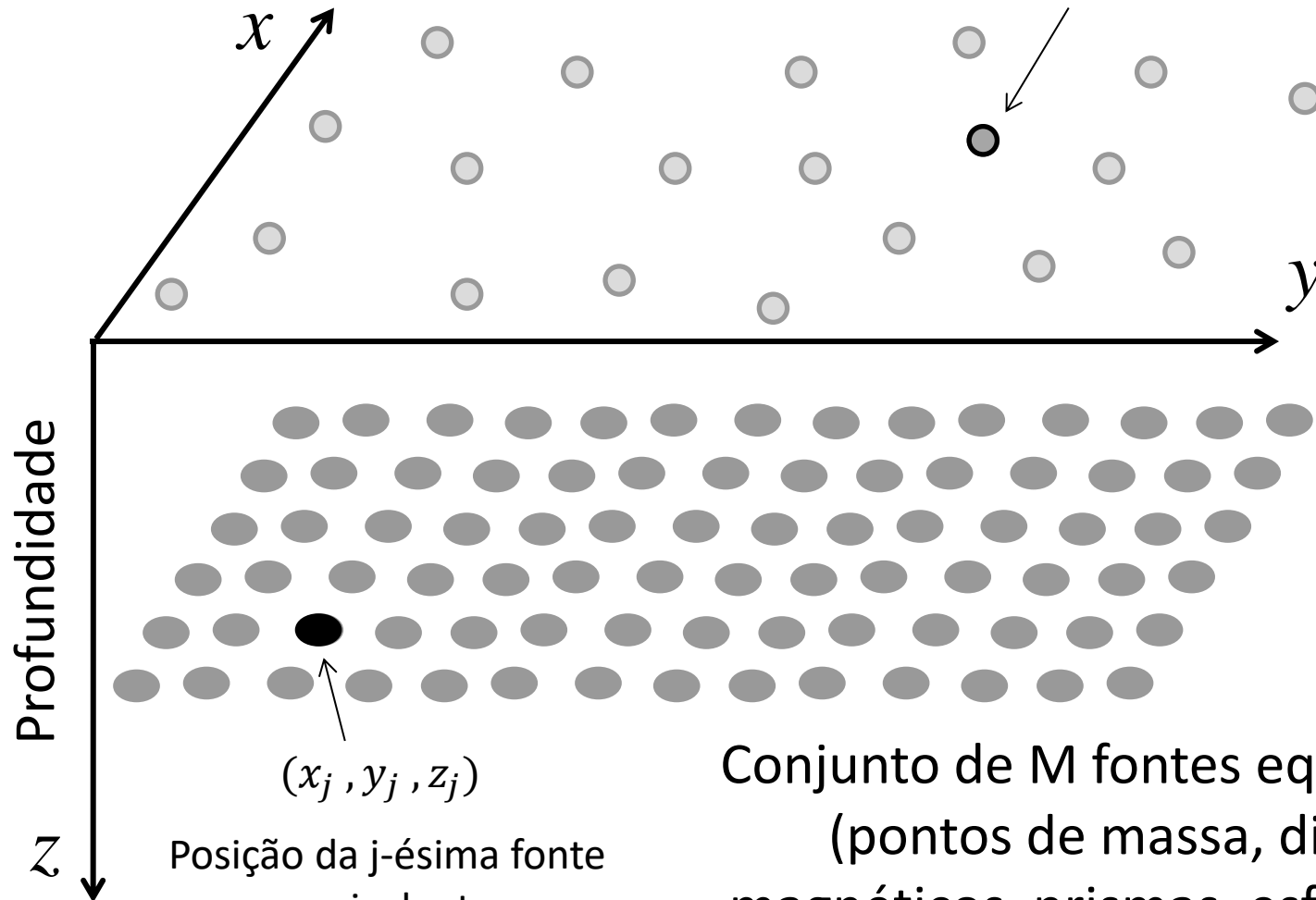
$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

i-ésima
observação

E na prática?

Posição da
i-ésima observação

(x_i, y_i, z_i)



Posição da j-ésima fonte
equivalente

Conjunto de M fontes equivalentes
(pontos de massa, dipolos
magnéticos, prismas, esferas, etc.)

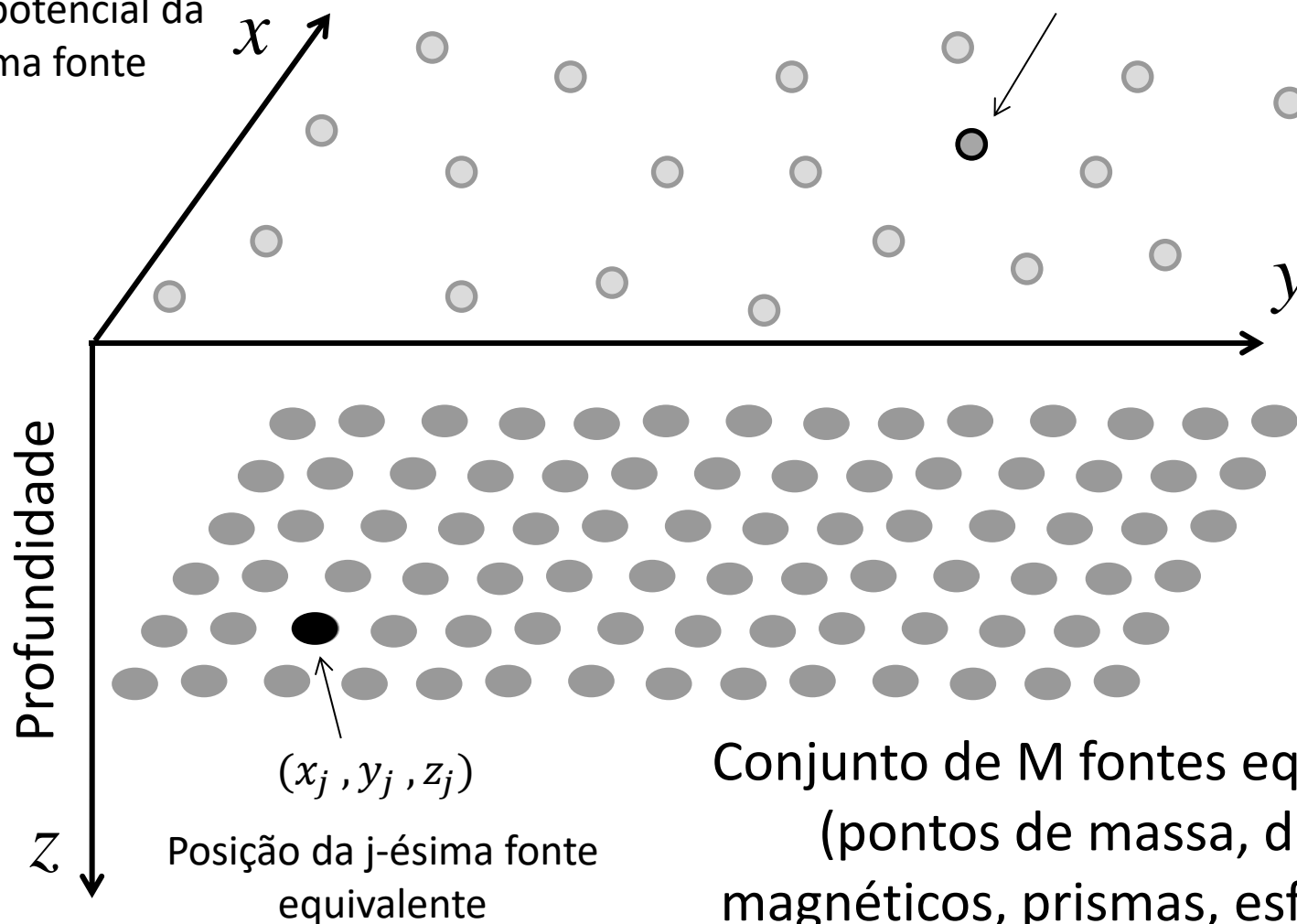
$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

E na prática?

Função harmônica
que representa o
campo potencial da
j-ésima fonte

Posição da
i-ésima observação

(x_i, y_i, z_i)



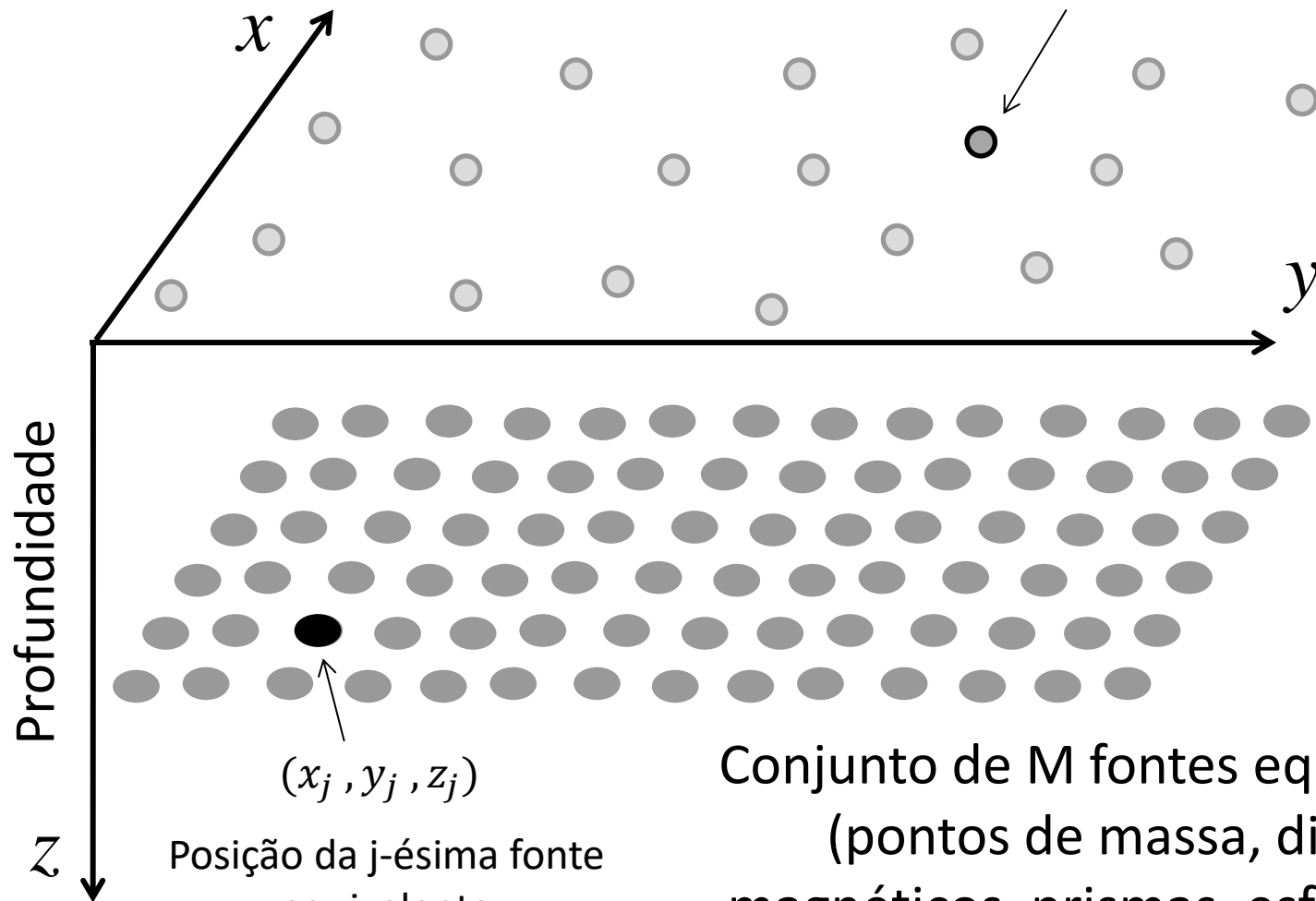
$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

Propriedade física
da j-ésima fonte

E na prática?

Posição da
i-ésima observação

(x_i, y_i, z_i)



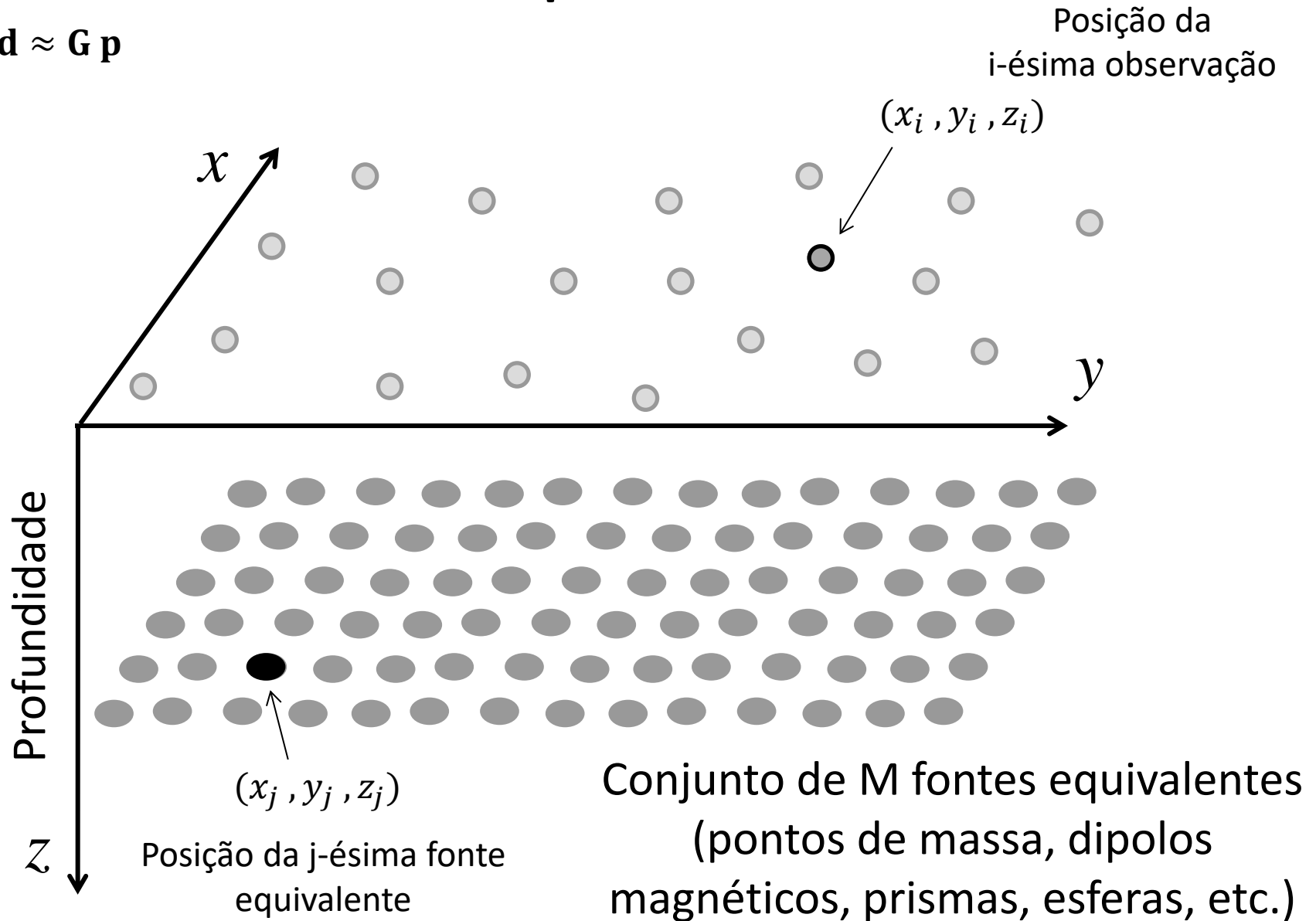
Posição da j-ésima fonte
equivalente

Conjunto de M fontes equivalentes
(pontos de massa, dipolos
magnéticos, prismas, esferas, etc.)

$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

E na prática?

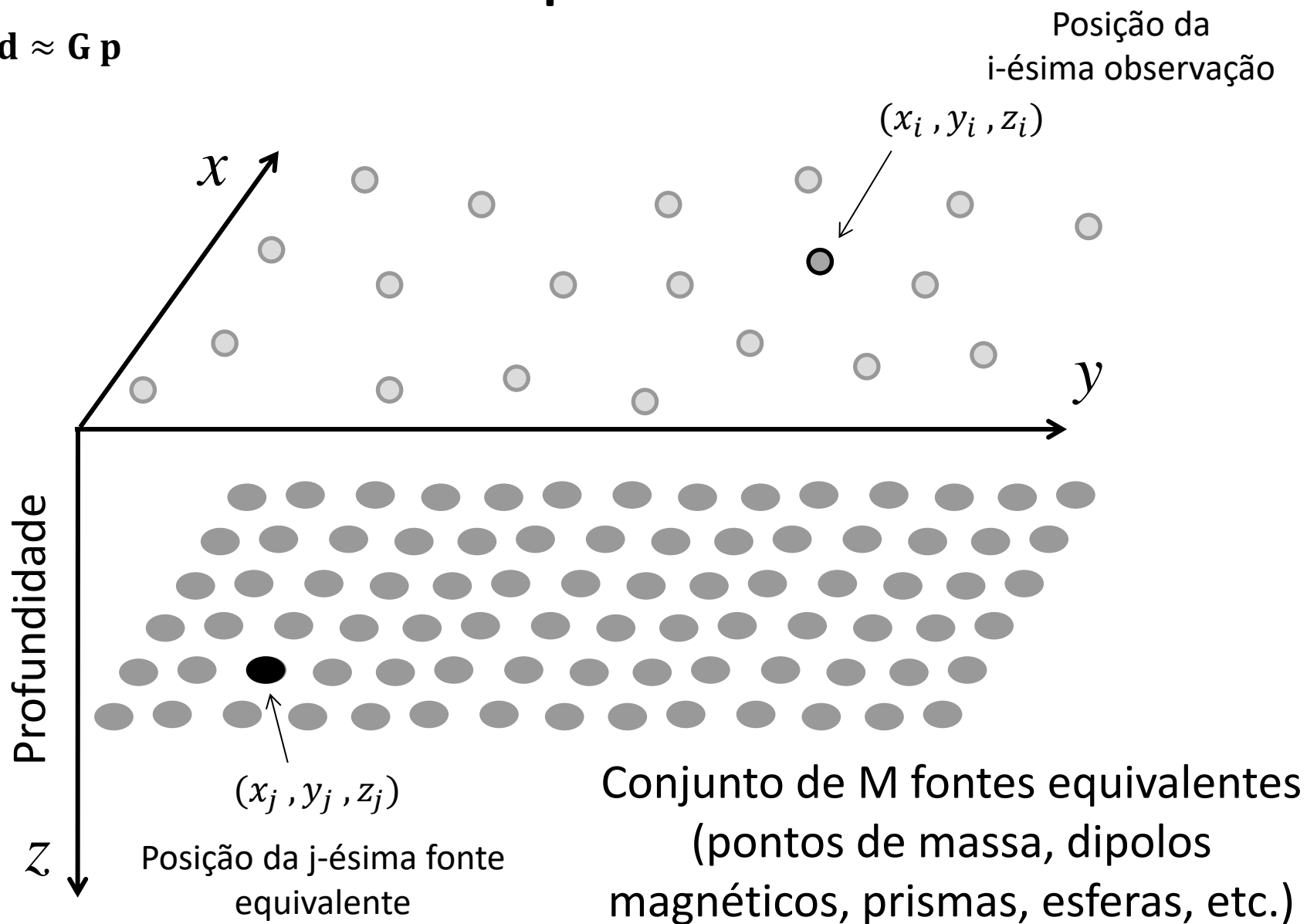
$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$



$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$

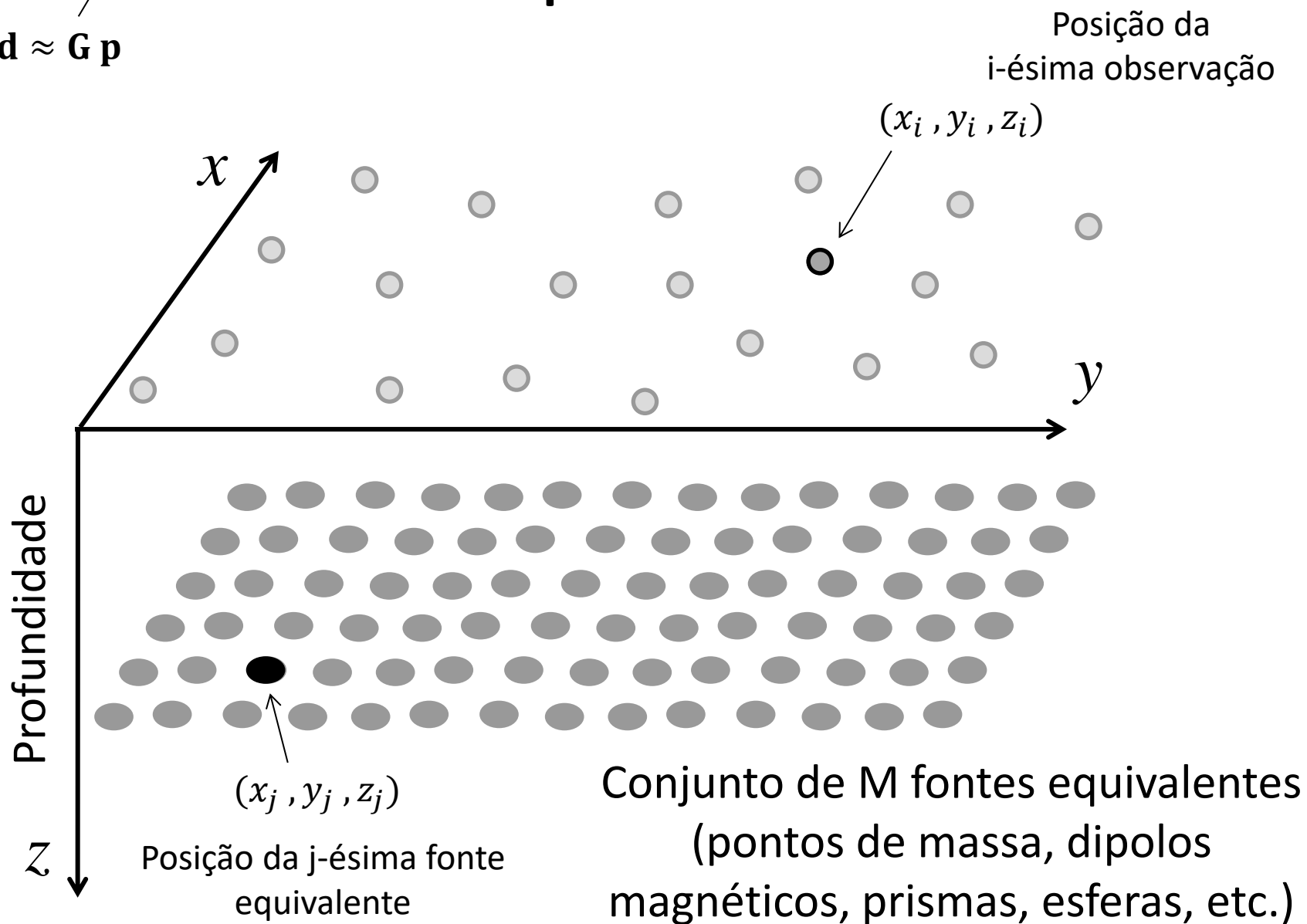
E na prática?



$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$

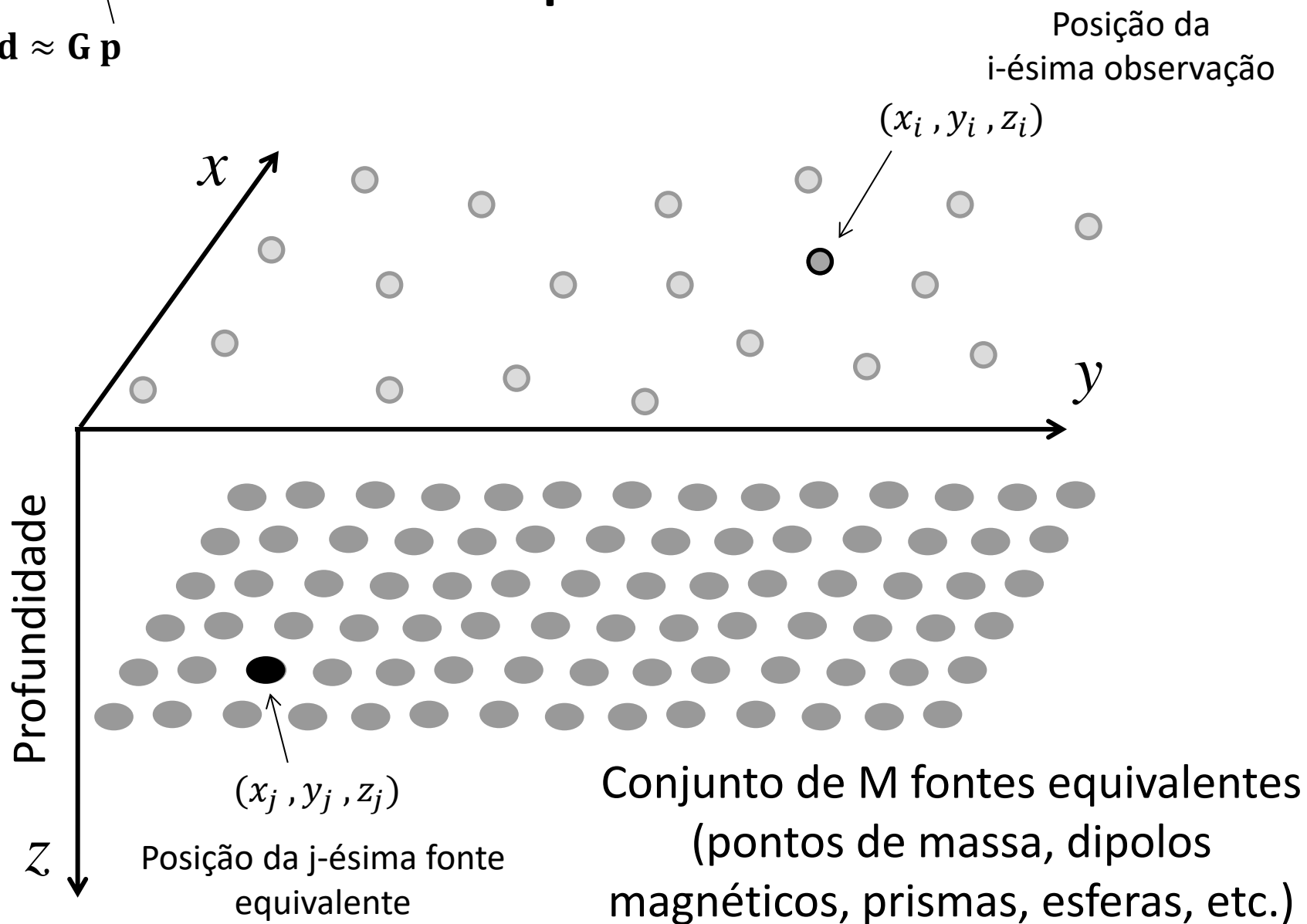
E na prática?



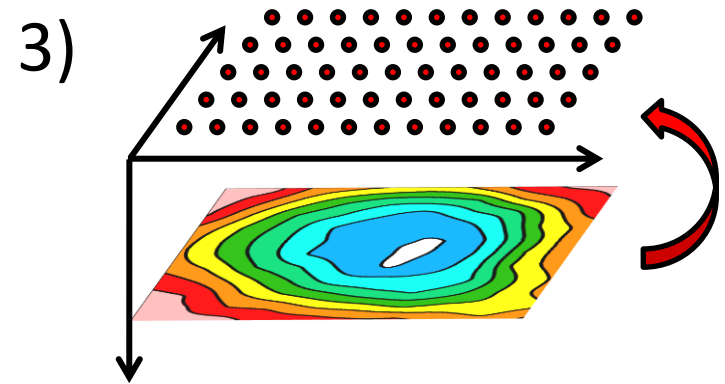
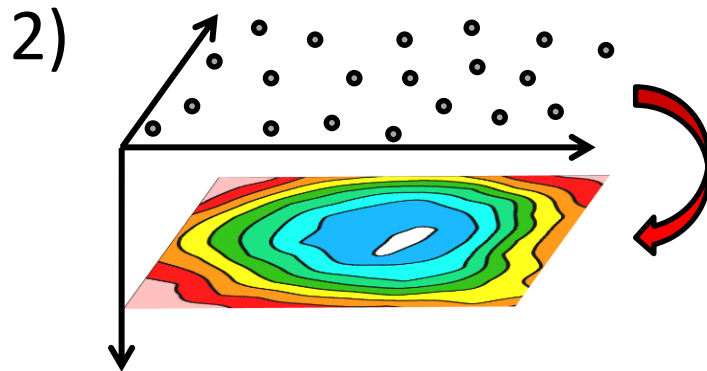
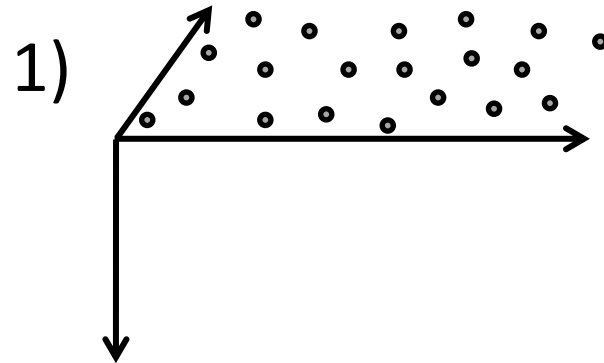
$$d_i \approx \sum p_j g_{ij}$$

$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$

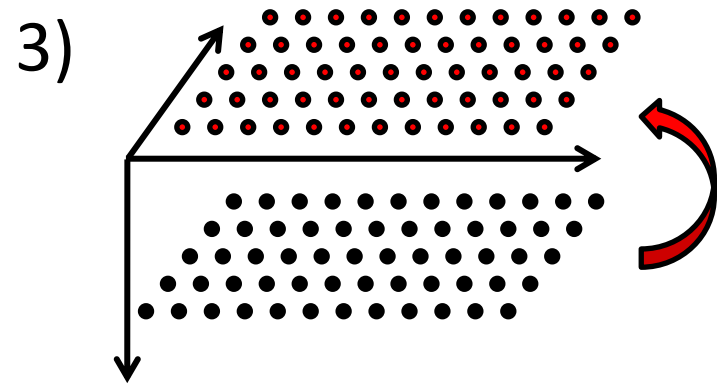
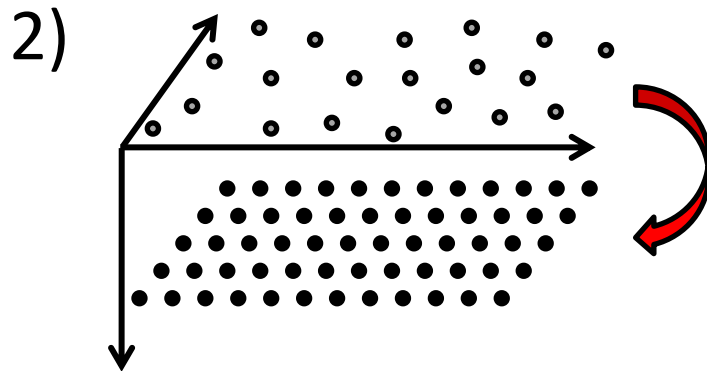
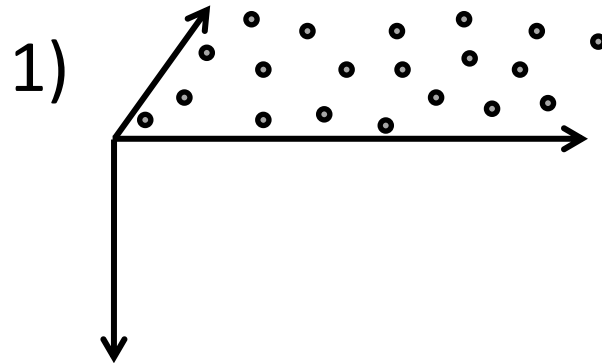
E na prática?



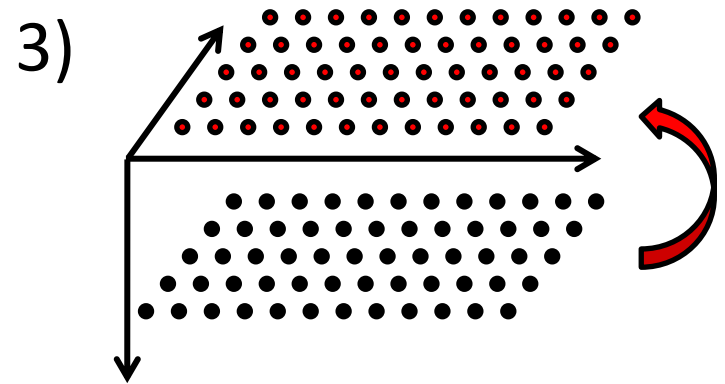
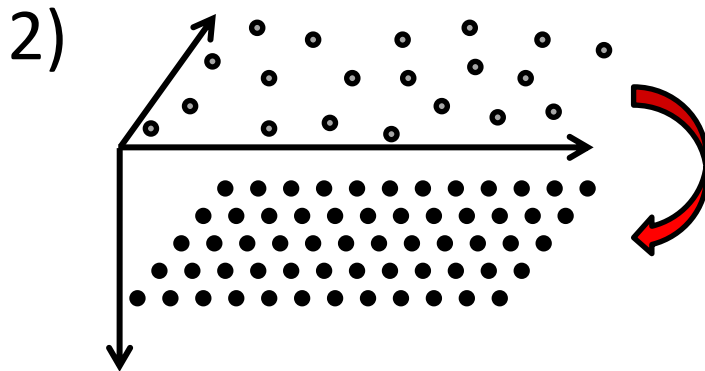
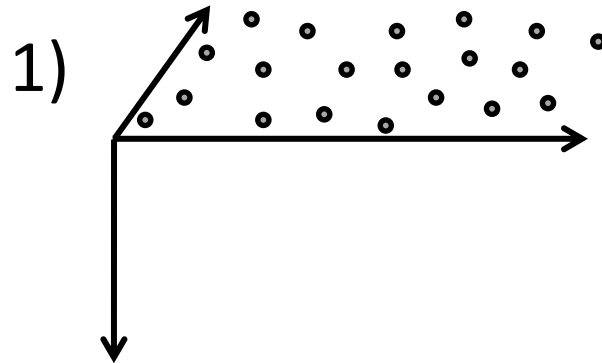
E na prática?



E na prática?

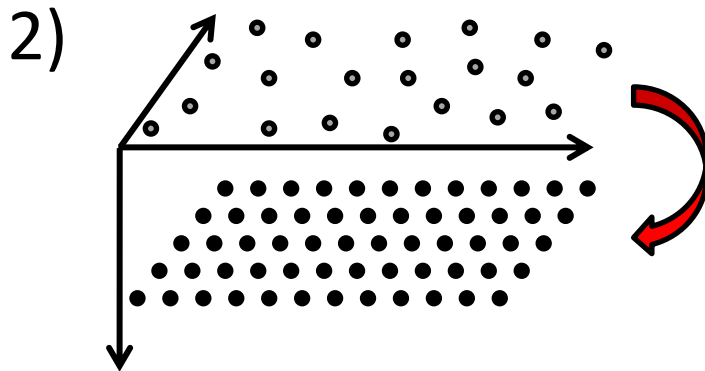
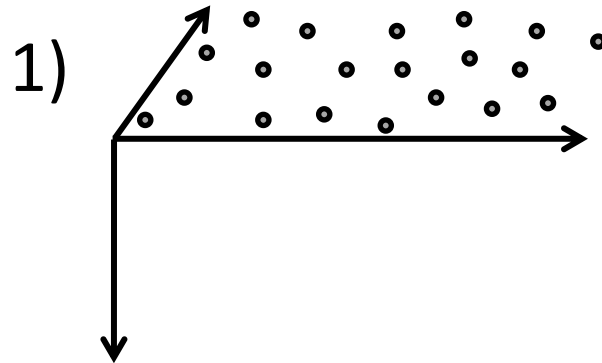


E na prática?

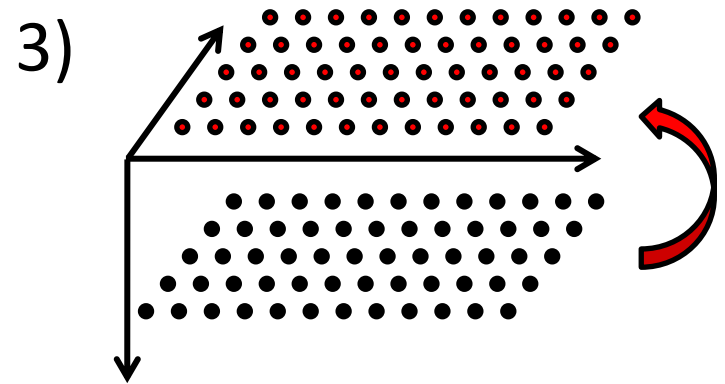


$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$

E na prática?



$$\mathbf{d} \approx \mathbf{G} \mathbf{p}$$



$$\mathbf{t} = \mathbf{T} \mathbf{p}$$

Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identities
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Sobre este curso

Dados de
grav e mag

Teoria do Potencial

Camada
equivalente
clássica

Anomalia de
Campo Total

Identidades
de Green

Distúrbio de
Gravidade

Integral de
continuação
para cima

Aspectos
computacionais

Funções
harmônicas

Modelagem
grav e mag



Avaliação
numérica
desta equação



Aplicações a
dados sintéticos e
reais



Referências

- Dampney, C. N. G., 1969, The equivalent source technique: GEOPHYSICS, 34, 39-53.
- Emilia, D. A., 1973, Equivalent sources used as an analytic base for processing total magnetic field profiles: GEOPHYSICS, 38, 339-348.
- Hansen, R. O., and Y. Miyazaki, 1984, Continuation of potential fields between arbitrary surfaces: GEOPHYSICS, 49, 787-795.
- Silva, J. B. C., 1986, Reduction to the pole as an inverse problem and its application to low-latitude anomalies: GEOPHYSICS, 51, 369-382.
- Leão, J. W. D., and J. B. C. Silva, 1989, Discrete linear transformations of potential field data: GEOPHYSICS, 54, 497-507.
- Cordell, L., 1992, A scattered equivalent-source method for interpolation and gridding of potential-field data in three dimensions: GEOPHYSICS, 57, 629-636.
- Mendonça, C. A., and J. B. C. Silva, 1994, The equivalent data concept applied to the interpolation of potential field data: GEOPHYSICS, 59, 722-732.
- Gusp, F., and I. Novara, 2009, Reduction to the pole and transformations of scattered magnetic data using newtonian equivalent sources: GEOPHYSICS, 74, L67-L73.
- Li, Y., and D. W. Oldenburg, 2010, Rapid construction of equivalent sources using wavelets: GEOPHYSICS, 75, L51-L59.
- Barnes, G., and J. Lumley, 2011, Processing gravity gradient data: GEOPHYSICS, 76, I33-I47.
- Oliveira Jr., V. C., V. C. F. Barbosa, and L. Uieda, 2013, Polynomial equivalent layer: GEOPHYSICS, 78, G1-G13.