

Camada equivalente polinomial

Vanderlei C. Oliveira Jr.

Memorial – parte II

2012

Estrutura

- Introdução
- Camada equivalente convencional
- Camada equivalente polinomial
- Teste com dados sintéticos
- Conclusões
- Referências
- Produção científica
- Considerações pessoais

Introdução

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Magnetometria

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Magnetometria

Gradiometria
magnética

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Magnetometria

Gradiometria
magnética

Camada equivalente

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Magnetometria

Gradiometria
magnética

Aerolevantamentos – grande volume de dados

Camada equivalente

Alto custo computacional

- BARNES; LUMLEY, 2011
- LEÃO; SILVA, 1989
- LI; OLDENBURG, 2010
- MENDONÇA; SILVA, 1994

Introdução

Processamento de dados de campos potenciais

Gravimetria

Gradiometria
gravimétrica

Magnetometria

Gradiometria
magnética

Aerolevantamentos – grande volume de dados

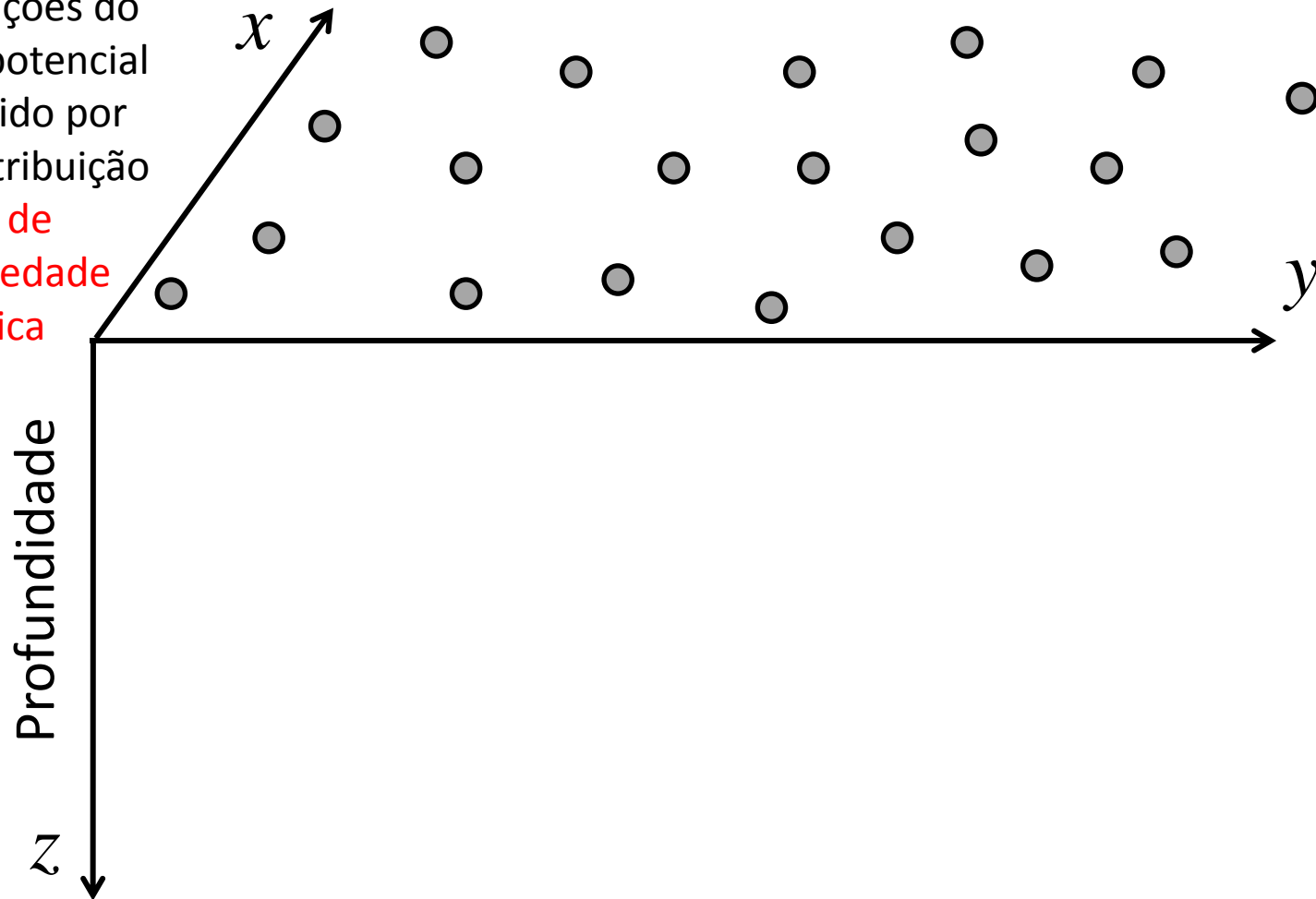
Camada equivalente
polinomial

Camada equivalente
convencional

Camada equivalente convencional

Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição

3D de
propriedade
física



Camada equivalente convencional

Conjunto de N observações do campo potencial produzido por uma distribuição

3D de propriedade física

Profundidade

z

x

y

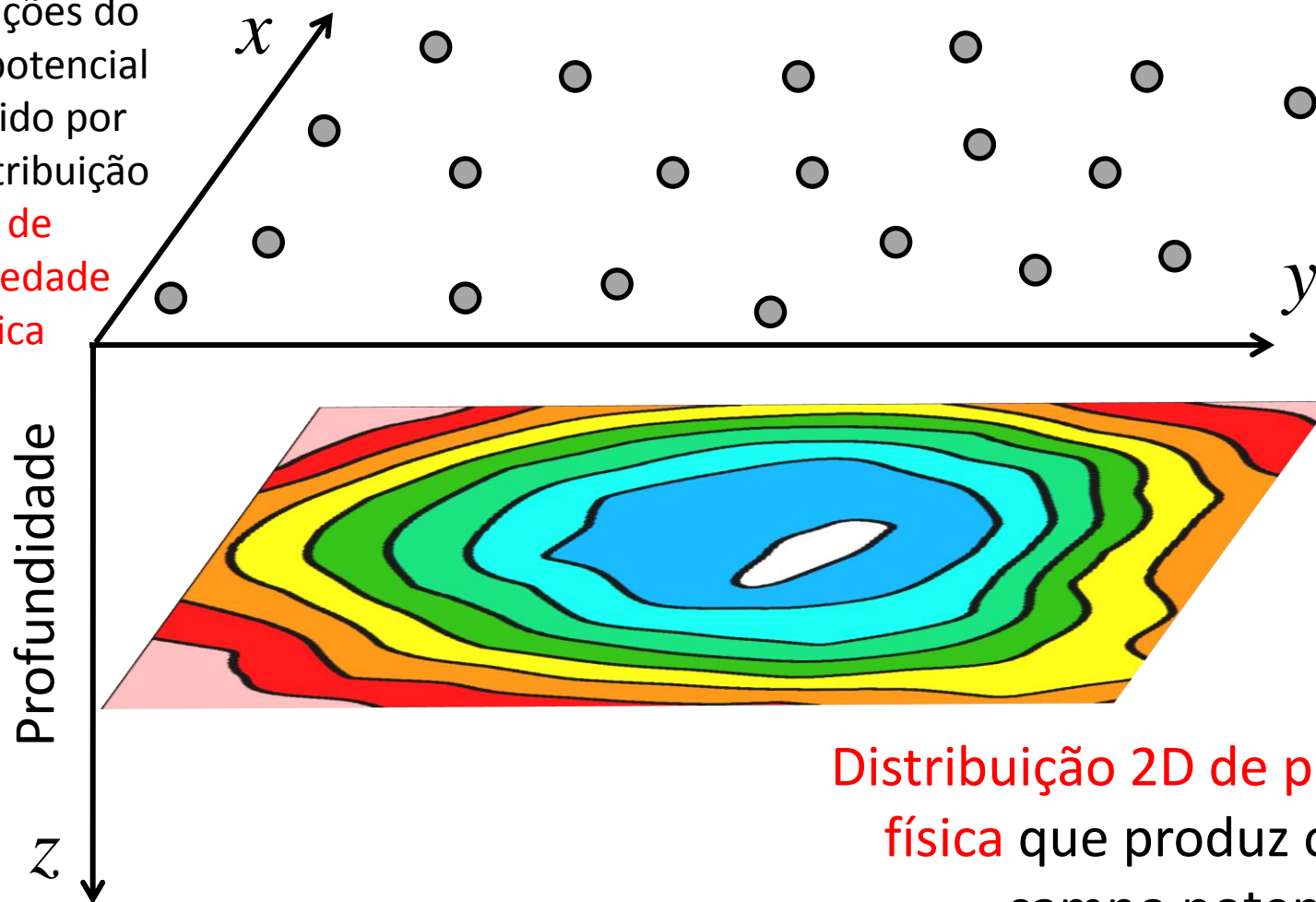


Distribuição 3D de propriedade física
(densidade ou magnetização)

Camada equivalente convencional

Conjunto de N observações do campo potencial produzido por uma distribuição

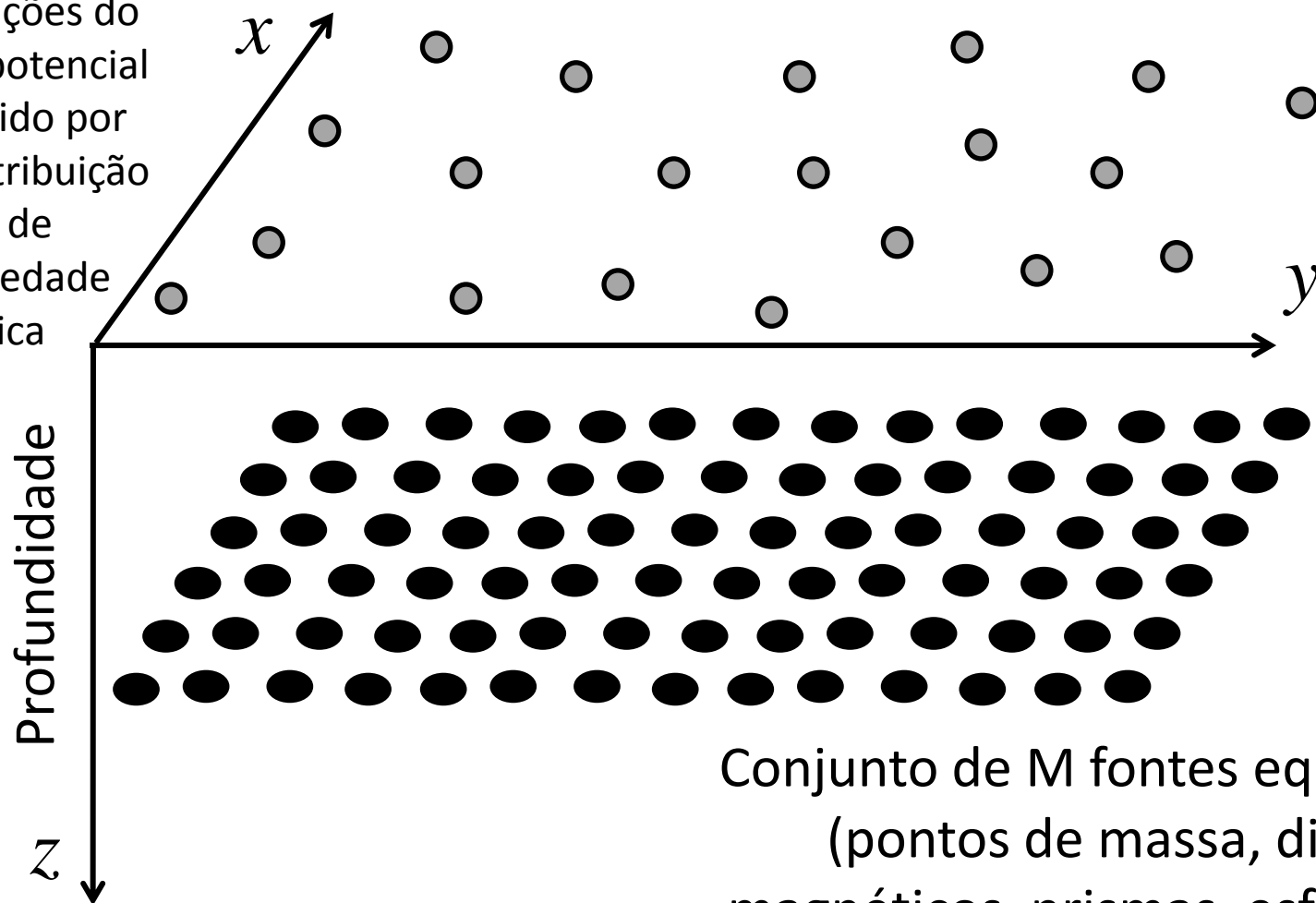
3D de propriedade física



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

Camada equivalente convencional

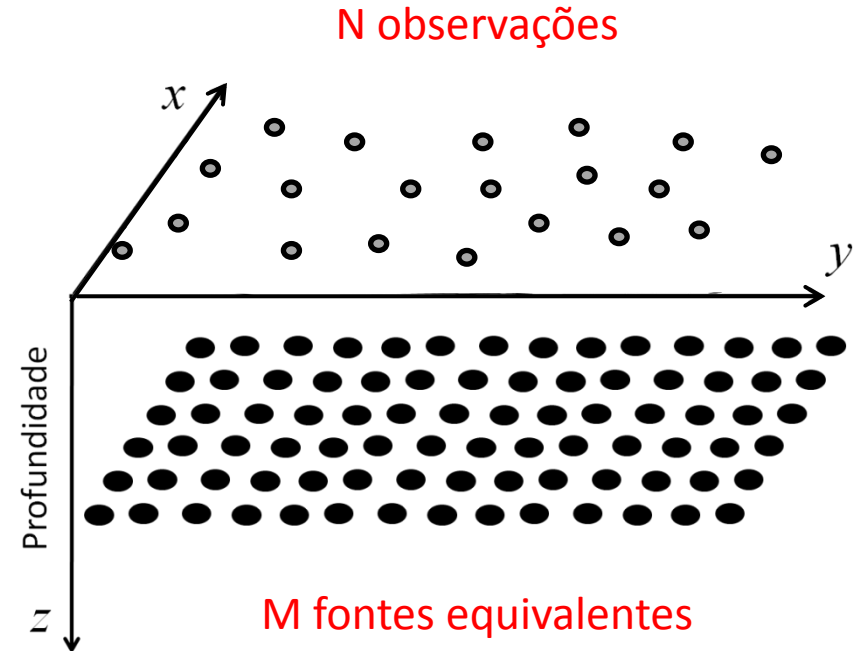
Conjunto de N
observações do
campo potencial
produzido por
uma distribuição
3D de
propriedade
física



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

Camada equivalente convencional

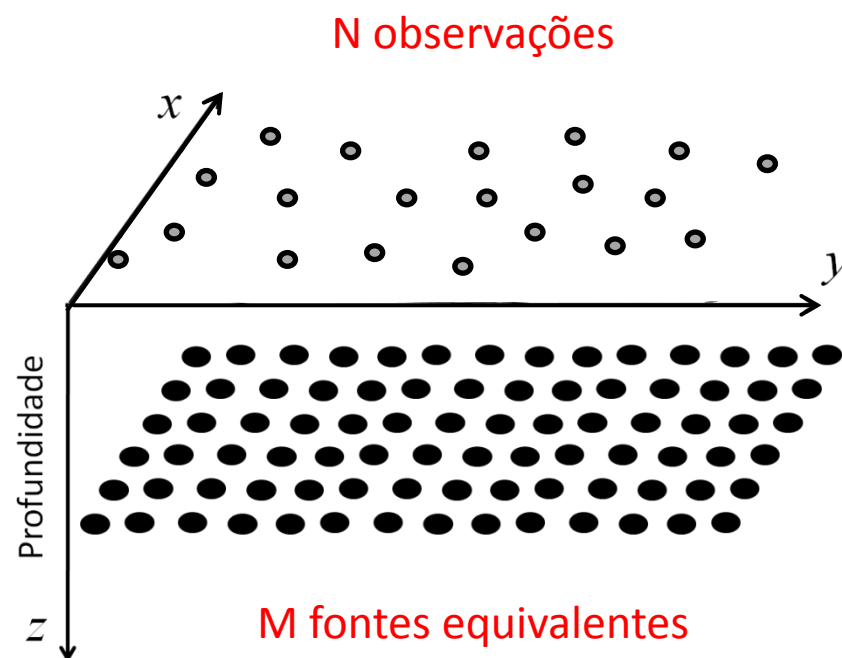
Dado um conjunto de
N observações, estimar
a propriedade física das
M fontes equivalentes



Camada equivalente convencional

Dado um conjunto de
N observações, estimar
a propriedade física das
M fontes equivalentes

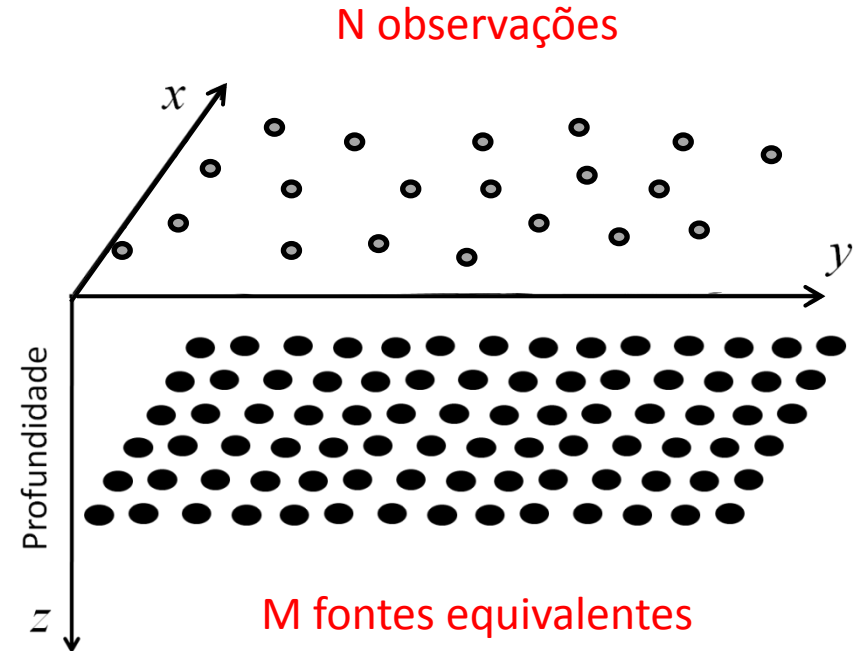
Resolver um sistema linear
com **N equações** e
M incógnitas



Camada equivalente convencional

N grande implica em **M** grande e a solução do sistema se torna proibitiva em termos computacionais

Resolver um sistema linear com **N equações** e **M incógnitas**

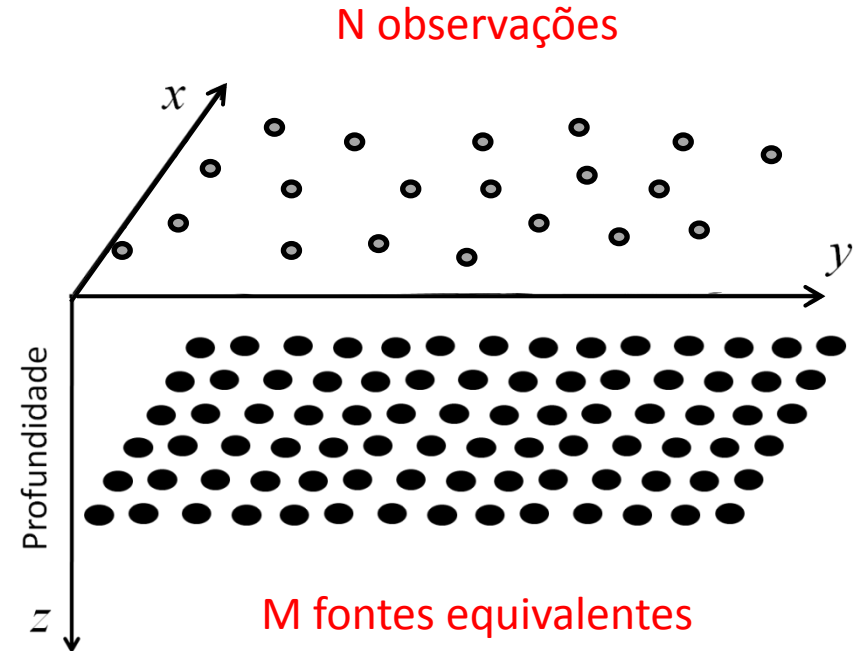


Camada equivalente convencional

(Camada equivalente polinomial)

N grande implica em **M** grande e a solução do sistema se torna proibitiva em termos computacionais

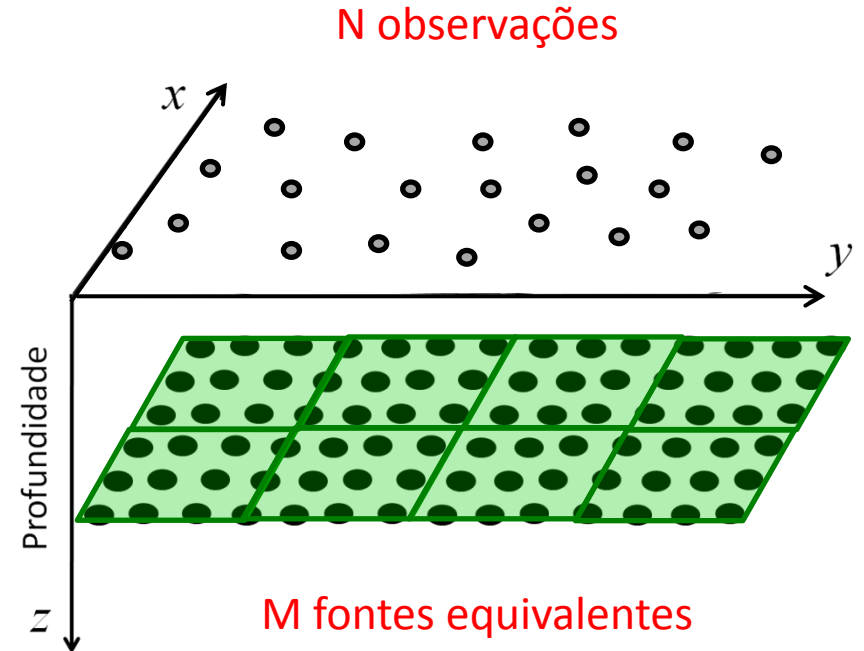
Resolver um sistema linear com **N** equações e **M** incógnitas



Camada equivalente polinomial

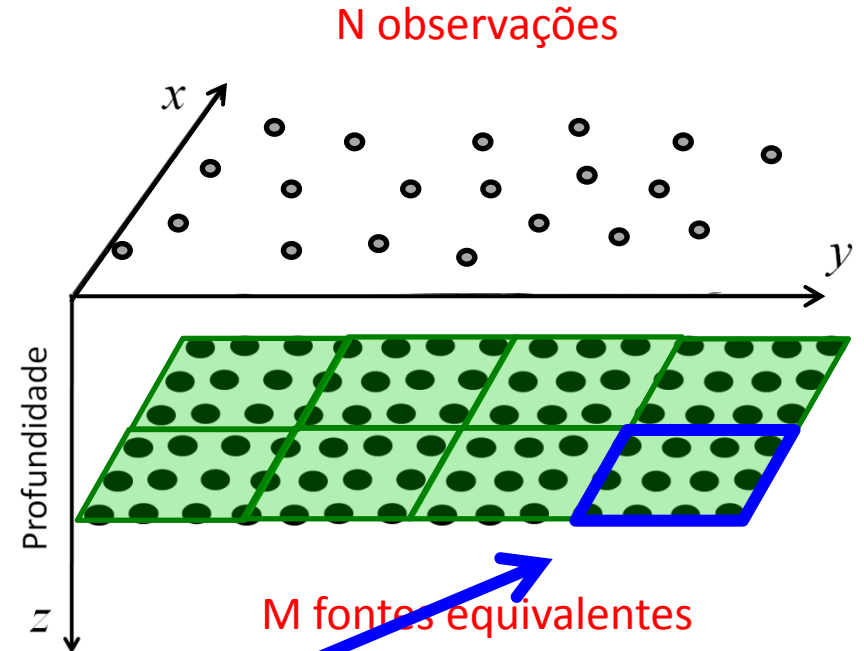
Camada equivalente polinomial

Considerando que a variação de propriedade física das **M fontes equivalentes** pode ser representada por um conjunto de **Q polinômios**



Camada equivalente polinomial

Considerando que a variação de propriedade física das **M fontes equivalentes** pode ser representada por um conjunto de **Q polinômios**

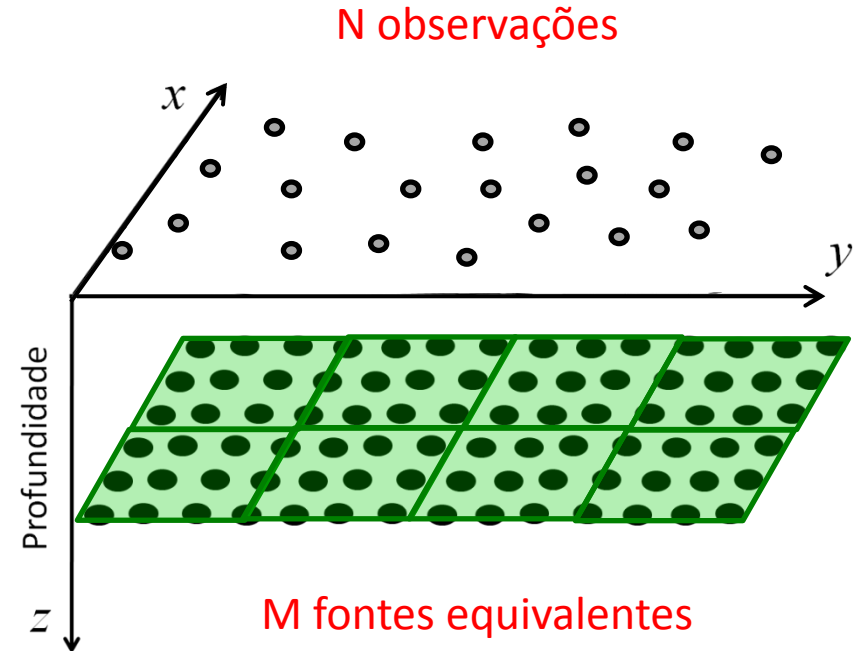


Q-ésimo polinômio

Camada equivalente polinomial

Considerando que a variação de propriedade física das M fontes equivalentes pode ser representada por um conjunto de Q polinômios

E que cada um dos Q polinômios é descrito por P coeficientes

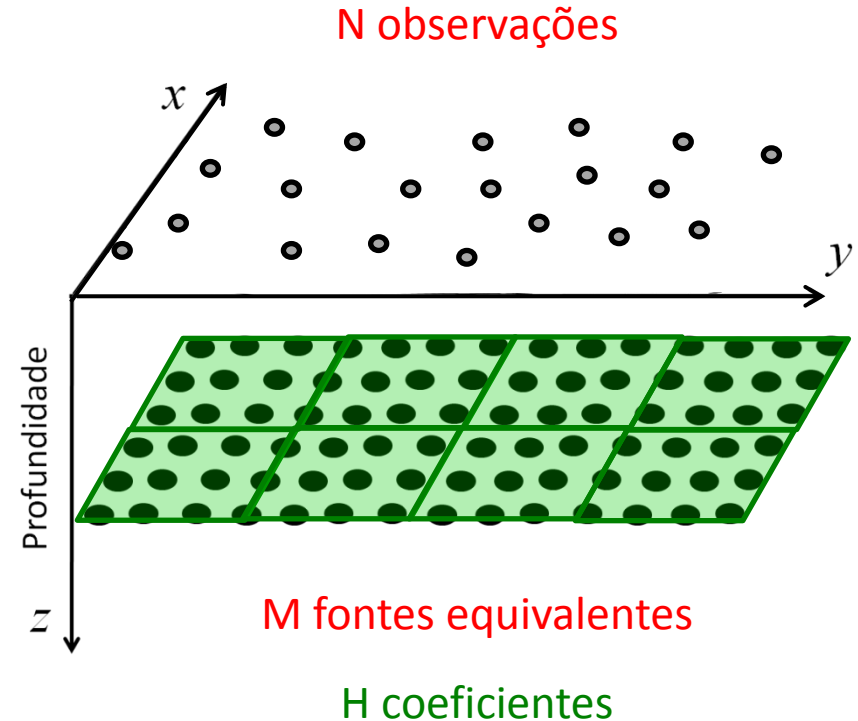


Camada equivalente polinomial

Considerando que a variação de propriedade física das **M fontes equivalentes** pode ser representada por um conjunto de **Q polinômios**

E que cada um dos **Q polinômios** é descrito por **P coeficientes**

A camada pode ser descrita em termos de **$H = Q \times P$ coeficientes**

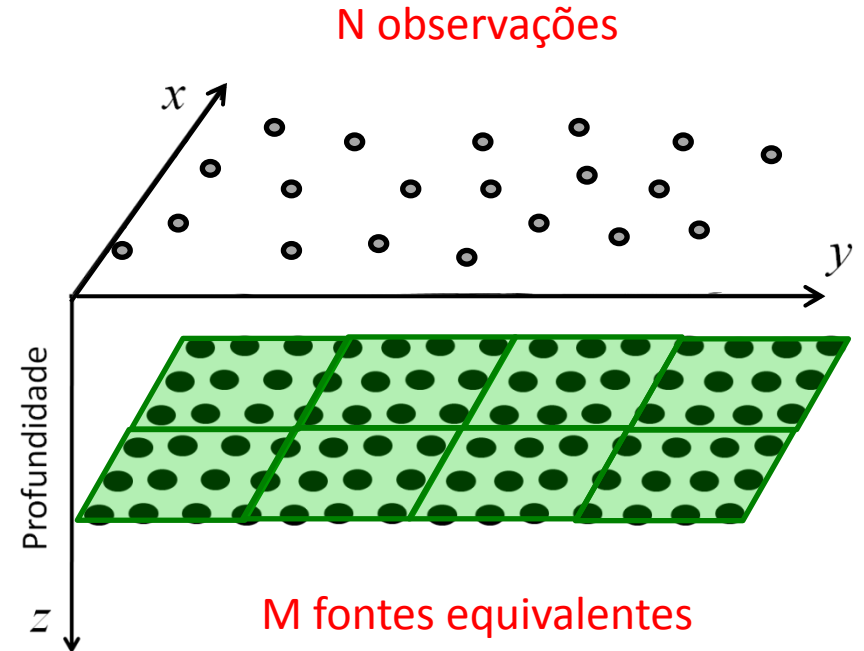


$$H < M$$

Camada equivalente polinomial

Ao invés de resolver um sistema linear com

N equações e
M incógnitas



H coeficientes

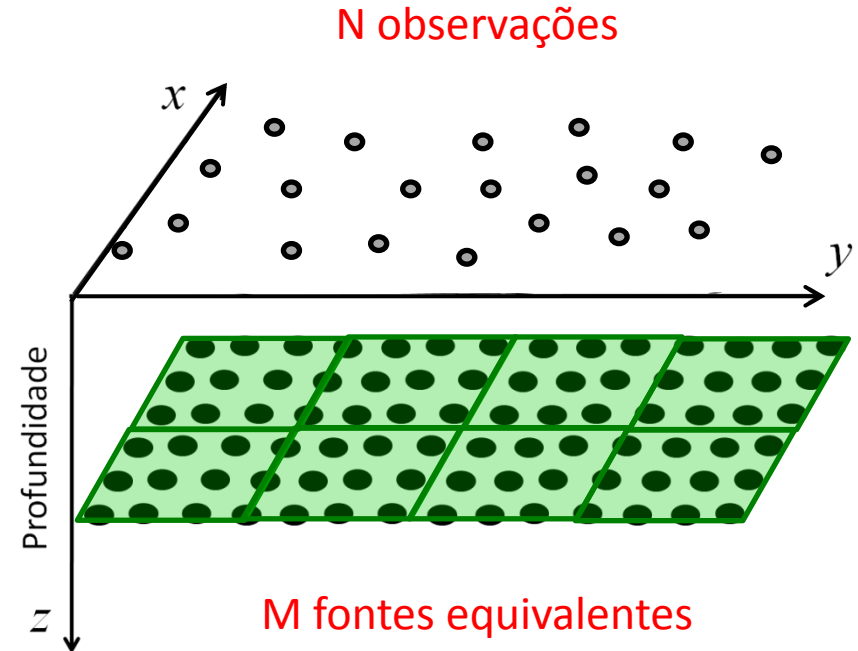
$$H < M$$

Camada equivalente polinomial

Ao invés de resolver um sistema linear com

N equações e
 M incógnitas

Resolver um sistema linear
com N equações e
 H incógnitas



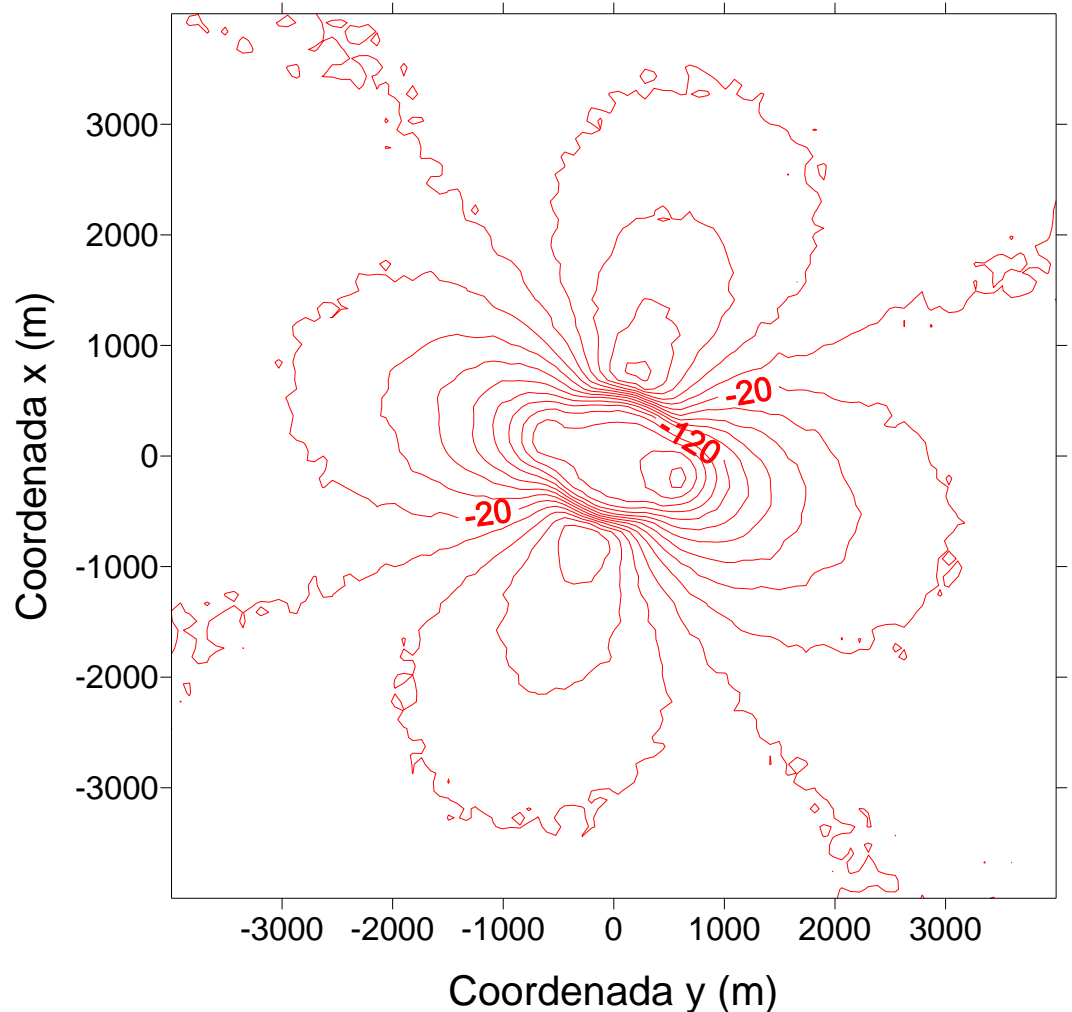
H coeficientes

$$H < M$$

Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
(Observações)



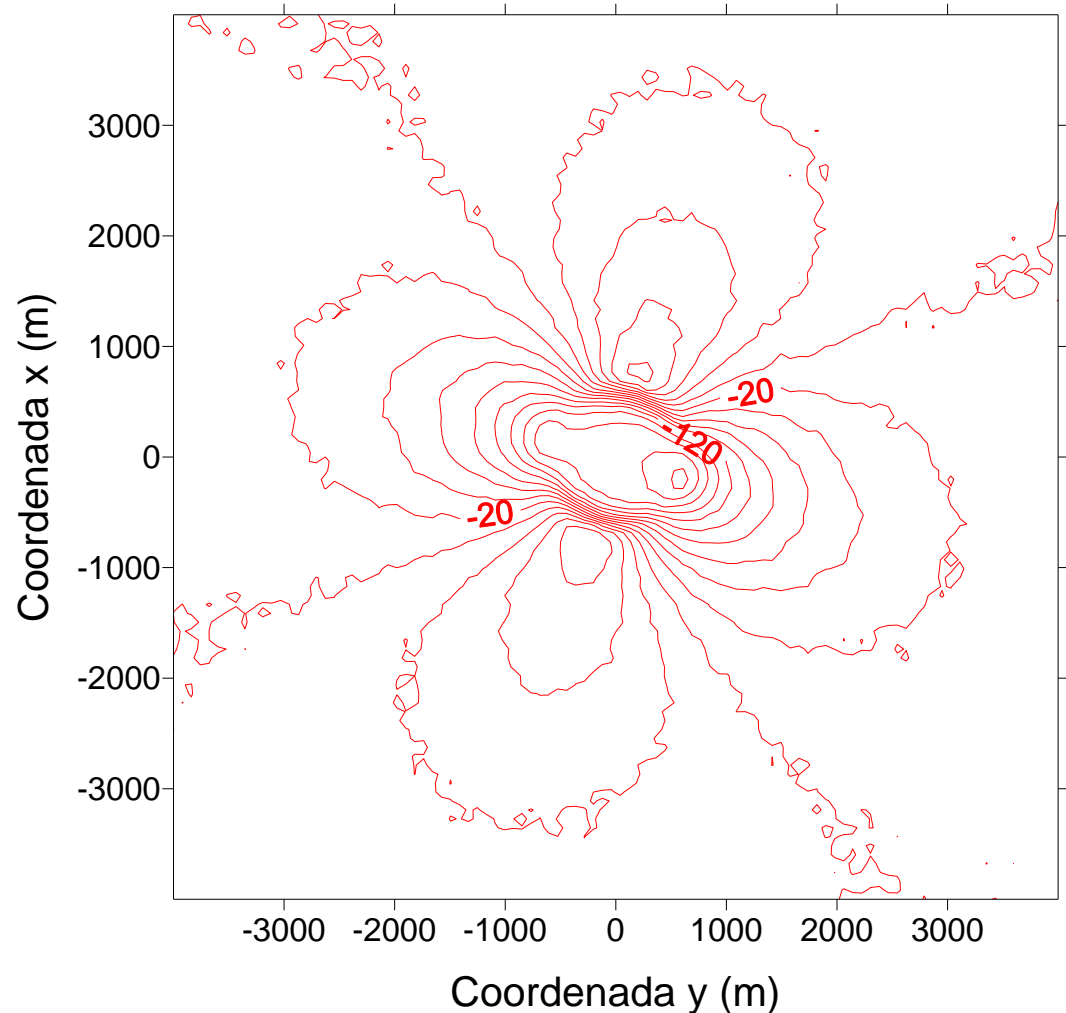
Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
(Observações)

Campo geomagnético

- $D = 45^\circ$
- $I = -3^\circ$



Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

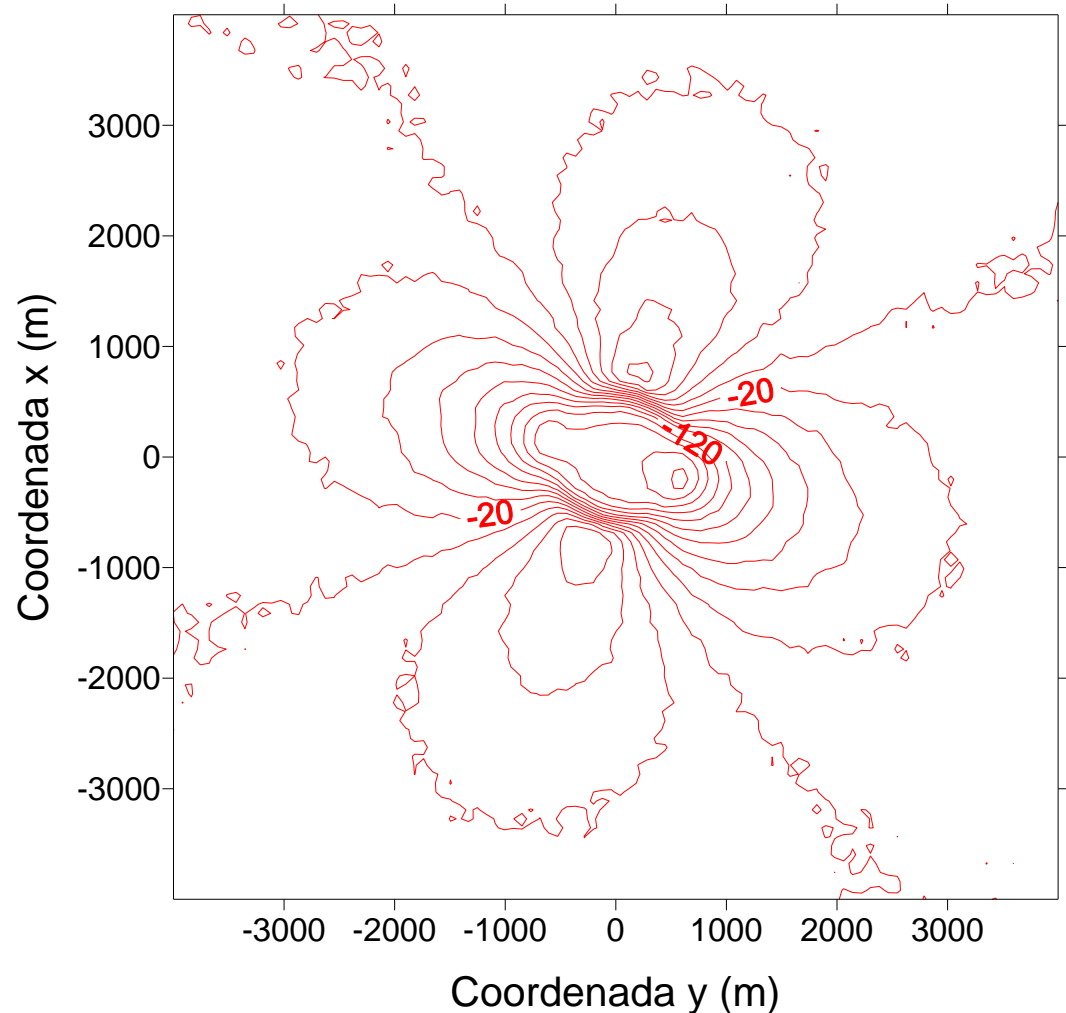
Anomalia de campo total
(Observações)

Campo geomagnético

- $D = 45^\circ$
- $I = -3^\circ$

Magnetização

- $d = -10^\circ$
- $i = 2^\circ$

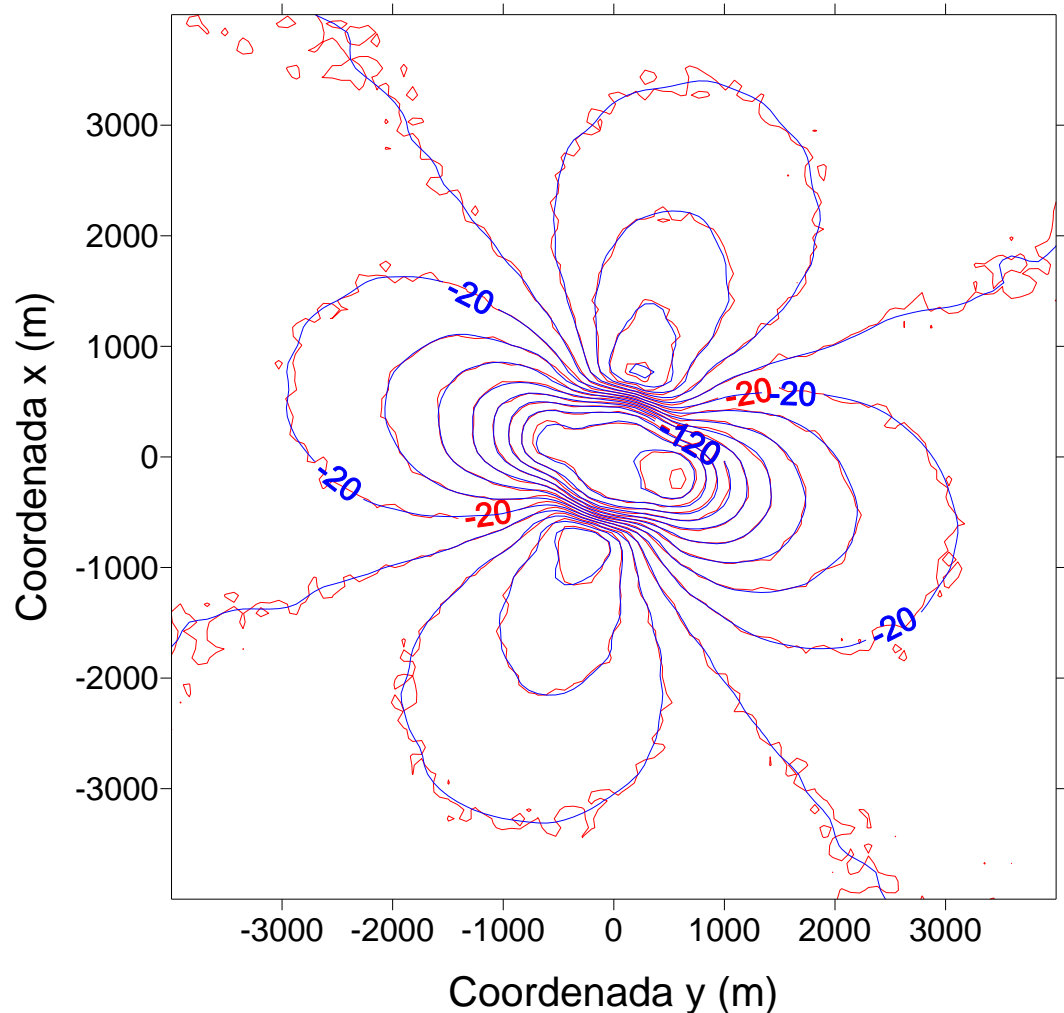


Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
(Observações)

Anomalia produzida pela
camada equivalente



Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

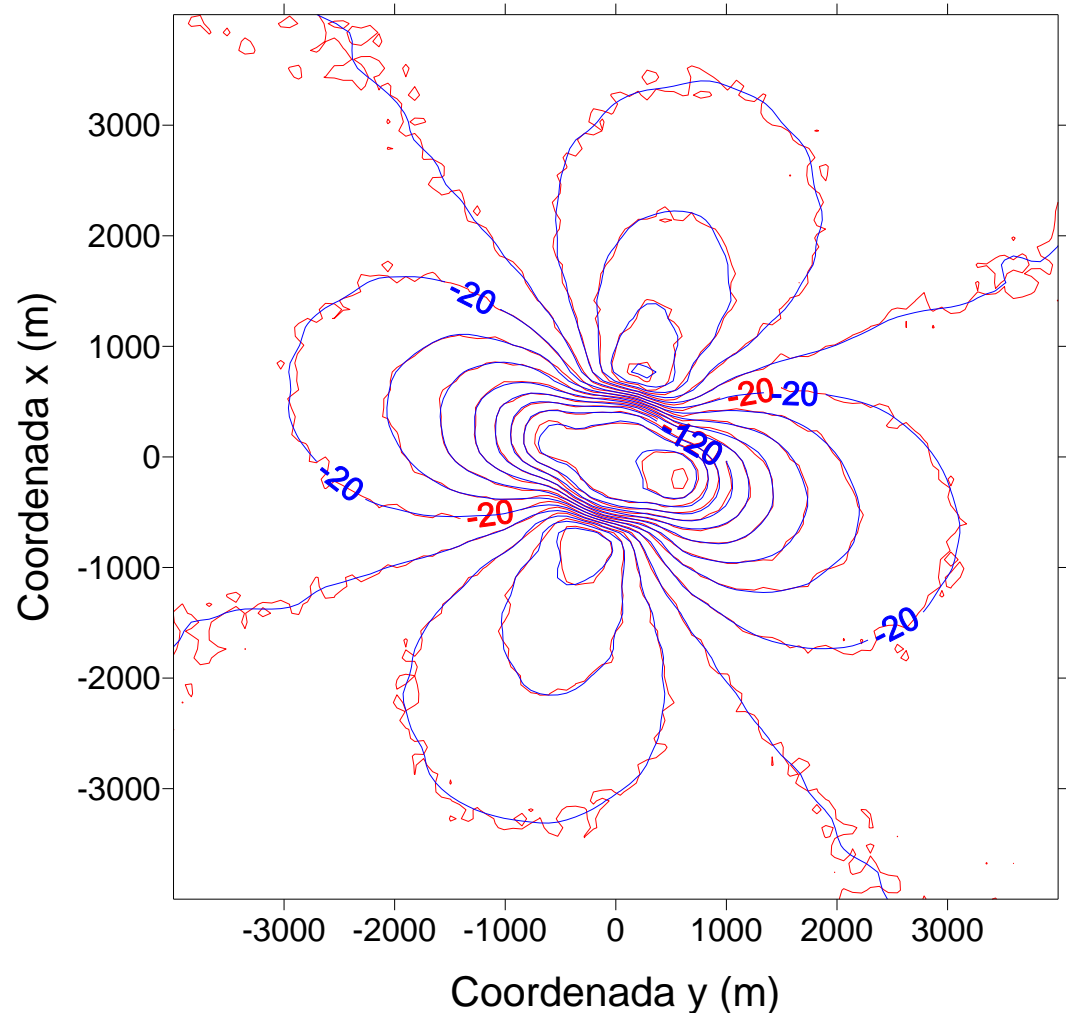
Anomalia de campo total
(Observações)

Anomalia produzida pela
camada equivalente

$N = 15000$ (Observações)

$M = 17424$ (Fontes equivalentes)

$H = 1452$ (Coeficientes)



Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
(Observações)

Anomalia produzida pela
camada equivalente

N = 15000 (Observações)

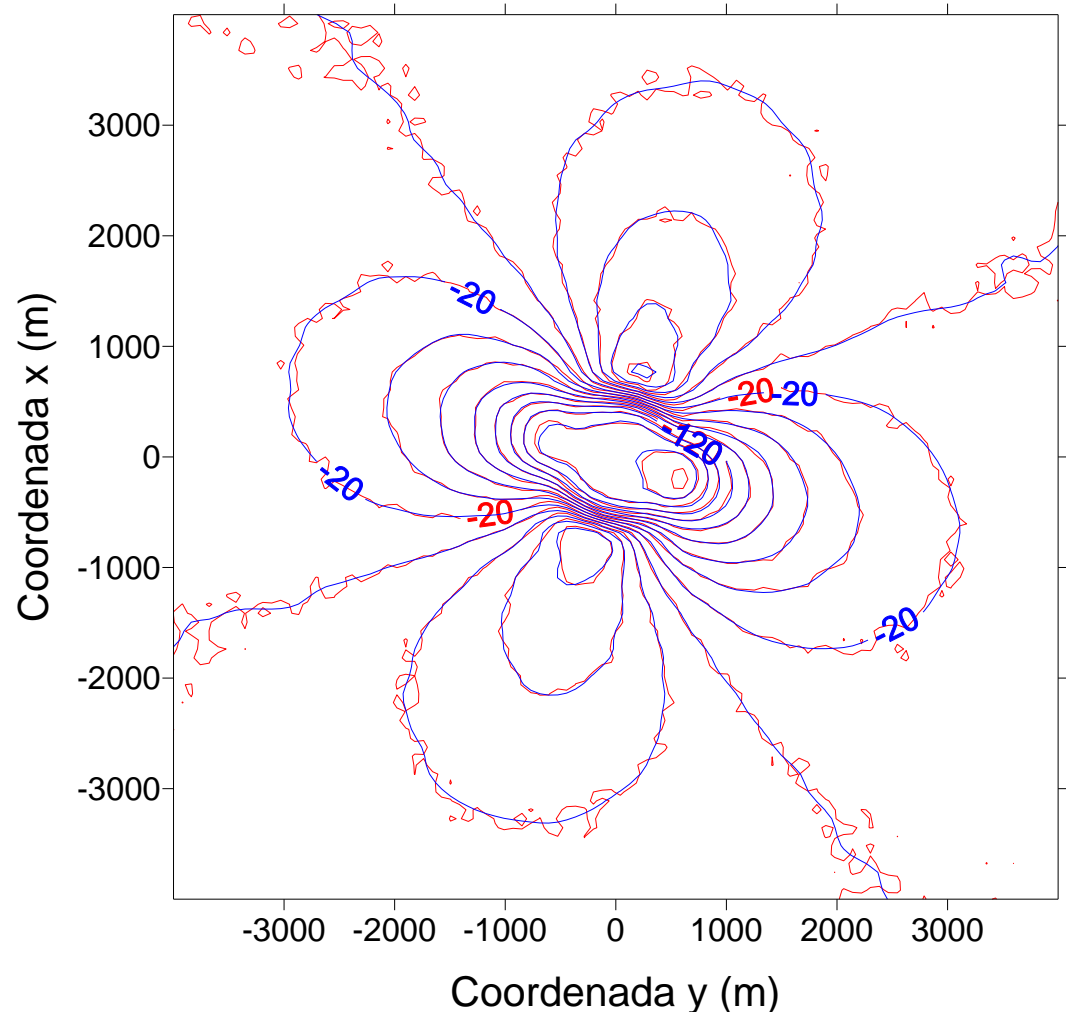
M = 17424 (Fontes equivalentes)

H = 1452 (Coeficientes)

Ganho computacional (FLOPS)

Construção do sistema: ~ 118

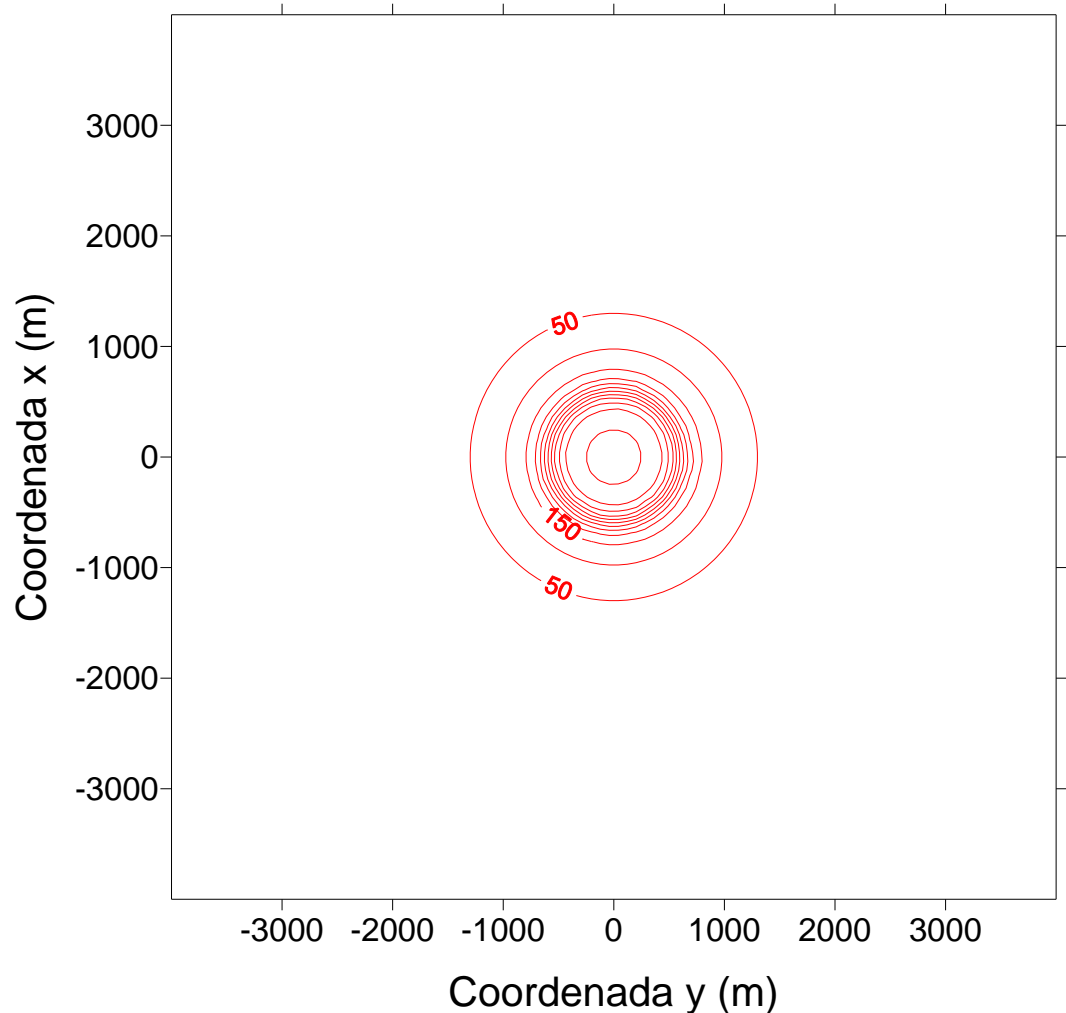
Solução do sistema: ~ 1102



Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
calculada no pólo

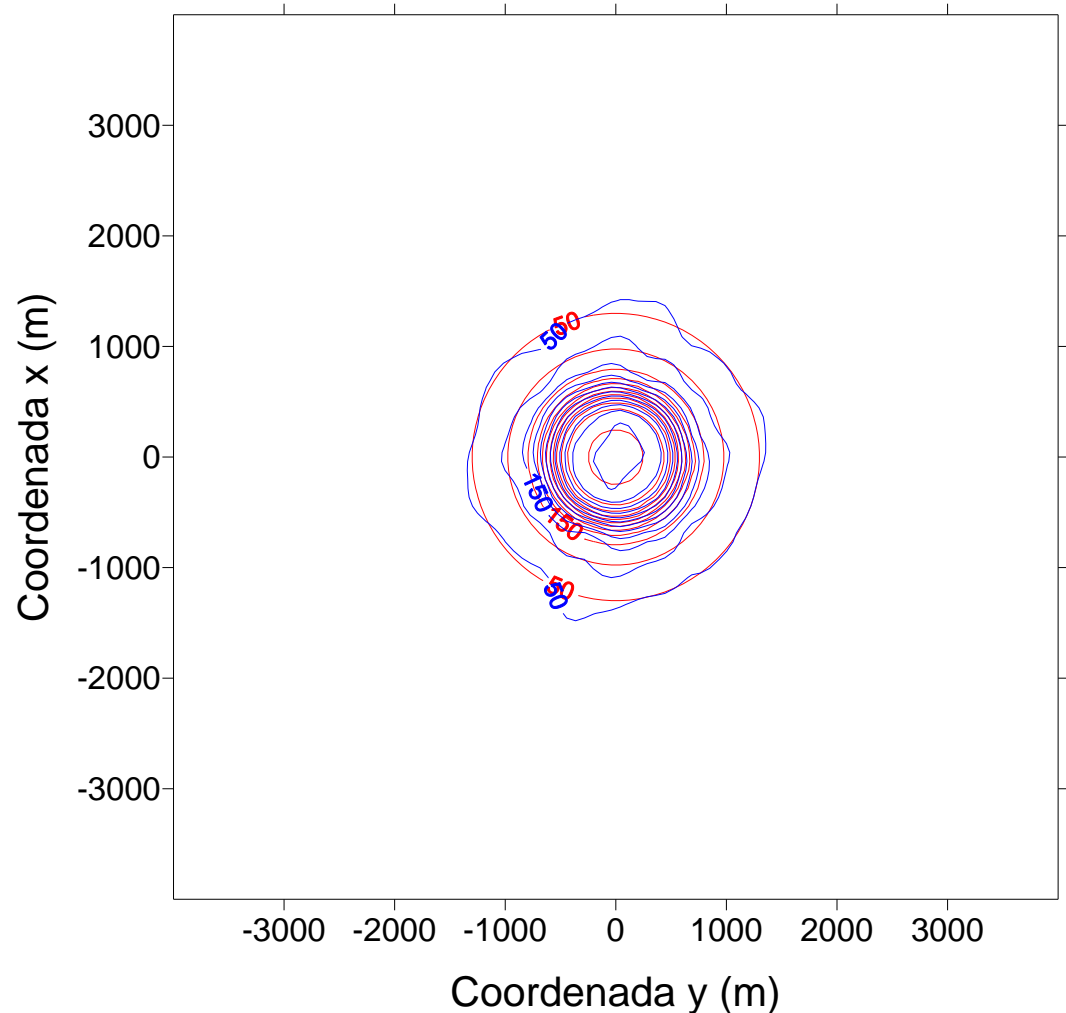


Camada equivalente polinomial

(Teste com dados sintéticos)

Anomalia de campo total
calculada no pólo

Anomalia reduzida ao
pólo pela camada
equivalente



Conclusões

- Desenvolvemos um novo método “rápido” para a construção de camadas equivalentes
- A novidade consiste em descrever a variação de propriedade física na camada por meio de polinômios bivariados e estimar os coeficientes que descrevem estes polinômios, ao invés de estimar a propriedade física de cada fonte equivalente
- Teste com dados sintéticos mostra a eficiência do método
- Possíveis desdobramentos da pesquisa:
 - Janela de dados móvel
 - Discretização adaptativa
 - Escolha automática do grau dos polinômios

Conclusões

- Desenvolvemos um novo método “rápido” para a construção de camadas equivalentes
- A novidade consiste em descrever a variação de propriedade física na camada por meio de polinômios bivariados e estimar os coeficientes que descrevem estes polinômios, ao invés de estimar a propriedade física de cada fonte equivalente
- Teste com dados sintéticos mostra a eficiência do método
- Possíveis desdobramentos da pesquisa:
 - Janela de dados móvel
 - Discretização adaptativa
 - Escolha automática do grau dos polinômios

Conclusões

- Desenvolvemos um novo método “rápido” para a construção de camadas equivalentes
- A novidade consiste em descrever a variação de propriedade física na camada por meio de polinômios bivariados e estimar os coeficientes que descrevem estes polinômios, ao invés de estimar a propriedade física de cada fonte equivalente
- **Teste com dados sintéticos mostra a eficiência do método**
- Possíveis desdobramentos da pesquisa:
 - Janela de dados móvel
 - Discretização adaptativa
 - Escolha automática do grau dos polinômios

Conclusões

- Desenvolvemos um novo método “rápido” para a construção de camadas equivalentes
- A novidade consiste em descrever a variação de propriedade física na camada por meio de polinômios bivariados e estimar os coeficientes que descrevem estes polinômios, ao invés de estimar a propriedade física de cada fonte equivalente
- Teste com dados sintéticos mostra a eficiência do método
- Possíveis desdobramentos da pesquisa:
 - Janela de dados móvel
 - Discretização adaptativa
 - Escolha automática do grau dos polinômios

Referências

- BARNES, G.; LUMLEY, J. Processing gravity gradient data. **Geophysics**. v. 76 (2), p. I33-I47, 2011.
- DAMPNEY, C. N. G. The equivalent source technique. **Geophysics**. v. 34, p. 39-53, 1956.
- LEÃO, J. W. D.; SILVA, J. B. C. Discrete linear transformations of potential field data. **Geophysics**. v. 54, p. 497-507, 1989.
- LI, Y.; OLDENBURG, D. Rapid construction of equivalent sources using wavelets. **Geophysics**. v. 75 (3), p. L51-L59, 2010.
- MENDONÇA, C. A.; SILVA, J. B. C. The equivalent data concept applied to the interpolation of potential field data. **Geophysics**. v. 59, p. 722-732, 1994.

Produção científica

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International
Exposition and 82st Annual
Meeting (2012)
- Artigo aceito para
publicação na Geophysics

Produção científica

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International
Exposition and 82st Annual
Meeting (2012)
- Artigo aceito para
publicação na Geophysics

Aprovação do Resumo Expandido para V Simpósio Brasileiro de Geofísica

2 messages

eventos@sbgf.org.br <eventos@sbgf.org.br>

To: vandscoelho@gmail.com

Cc: eventos@sbgf.org.br

Mon, Oct 8, 2012 at 10:49 PM

Prezado Autor,

O resumo expandido, intitulado **Camada Equivalente Polinomial**, foi aceito para apresentação durante o V Simpósio Brasileiro de Geofísica, a ser realizado no período de 27 a 29 de novembro de 2012, no Pestana Bahia Hotel, em Salvador. Posteriormente, enviaremos as informações sobre o formato, a data e o horário da apresentação.

Infelizmente, o Comitê Organizador não poderá patrocinar despesas com viagem, hospedagem e inscrição. Os autores deverão providenciar passagem, hospedagem e inscrição.

A inscrição com desconto poderá ser feita no site <http://simposio.sbgf.org.br> até **15/10/2012**.

Atenciosamente,
Comitê Técnico do V Simpósio Brasileiro de Geofísica

Produção científica



Camada Equivalente Polinomial

Vanderlei C. Oliveira Jr.¹, Valéria C. F. Barbosa¹ e Leonardo Uieda¹

Observatório Nacional
Copyright 2012, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 27 a 29 de novembro de 2012. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do V SIMBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.

Resumo

Apresentamos um novo método computacionalmente efetivo para o processamento de dados de campos potenciais via técnica da camada equivalente. Em nossa abordagem, as propriedades físicas das fontes equivalentes são descritas por polinômios. Aplicações a conjuntos de dados sintéticos e reais mostram que o nosso método produz camadas equivalentes capazes de computar as transformações lineares padrões de dados de campos potenciais. Ao comparar o número total de operações com ponto-flutuante necessárias para estimar uma camada equivalente via nosso método com a abordagem clássica, verificamos que os tempos computacionais necessários para construir o sistema linear e resolver o problema inverso linear podem ser reduzidos em até duas e três ordens de grandeza, respectivamente.

Introdução

De acordo com a teoria do potencial, um conjunto discreto de observações de um campo potencial produzido por uma distribuição 3D de propriedade física pode ser exatamente reproduzida por uma distribuição 2D de propriedade física. Esta distribuição 2D de propriedade física é uma superfície contínua e infinita que, na prática, é aproximada por um conjunto finito de fontes equivalentes (por exemplo, massas pontuais e dipolos magnéticos) dispostas em uma camada com dimensões horizontais finitas, denominada camada equivalente (Dampney 1969). Seguindo a abordagem clássica, a propriedade física de cada fonte equivalente é estimada por meio de uma inversão linear com o intuito de ajustar um conjunto discreto de observações de um campo potencial. Em seguida, a distribuição 2D de propriedade física estimada pode ser utilizada para computar as transformações lineares padrões, tais como interpolação, continuação para cima (ou para baixo) e redução ao polo, de campos potenciais (Emilia 1973; Hansen & Miyasaki 1984; Silva 1986; Cordell 1992). O advento dos aerolevantamentos tornou possível a aquisição de grandes conjuntos de dados de campos potenciais e impulsionou a necessidade de processá-los. Contudo, para processar grandes conjuntos de dados via técnica da camada equivalente, é necessário um grande conjunto de fontes equivalentes. Isso torna proibitivamente custosa a construção do sistema linear e a solução do problema inverso necessários na aplicação da técnica da camada equivalente clássica. Para superar esta dificuldade, trabalhos anteriores utilizaram

procedimentos similares a uma convolução discreta (Leão & Silva 1989) ou aproximações para tornar a matriz envolvida esparsa. Estas aproximações consistem em negligenciar o efeito de fontes equivalentes distantes de um ponto de observação, realizar compressões por meio de ondaletas (wavelets) ou agrupar, em blocos, fontes equivalentes distantes de um ponto de observação (Hansen & Miyasaki 1984; Li & Oldenburg 2010; Barnes & Lumley 2011). Neste trabalho, apresentamos um novo método rápido para a aplicação da técnica da camada equivalente por meio da aproximação por polinômios da distribuição de propriedade física das fontes equivalentes. Testes com conjuntos de dados sintéticos e reais mostram a boa eficiência do nosso método.

Metodologia

Seja \mathbf{d} um vetor N -dimensional de observações de um campo potencial (pontos cinza na Fig. 1a) e \mathbf{p} um vetor M -dimensional dos valores da propriedade física das M fontes equivalentes. Presumimos que as fontes equivalentes (pontos pretos na Fig. 1b) estão distribuídas em uma malha regular, com uma profundidade constante formando uma camada equivalente. As fontes equivalentes podem ser massas pontuais ou dipolos, dependendo se as observações do campo potencial são dados gravimétricos ou magnéticos, respectivamente. Assim, o vetor \mathbf{p} contém um conjunto de densidades, no caso de dados gravimétricos, ou intensidades magnéticas, no caso de dados magnéticos. O campo potencial predito pela camada equivalente nos pontos de observação pode ser descrito em notação da matriz como

$$\mathbf{g}(\mathbf{p}) = \mathbf{G}\mathbf{p}, \quad (1)$$

em que $\mathbf{g}(\mathbf{p})$ é um vetor N -dimensional cujo i -ésimo elemento $g_i(\mathbf{p})$ é o dado do campo potencial predito no i -ésimo ponto de observação ($x = x_i, y = y_i, e z = z_i$, Fig. 1a) e \mathbf{G} é a matriz $N \times M$ das funções de Green cujo j -ésimo elemento é o campo potencial no i -ésimo ponto de observação produzido pela j -ésima fonte equivalente localizada em ($x = x_j, y = y_j, e z = z_j$, Fig. 1b) e com a propriedade física unitária.

Na aplicação clássica da técnica da camada equivalente, os parâmetros a serem estimados são as propriedades físicas (densidades ou intensidades magnéticas) das M fontes equivalentes (massas pontuais ou dipolos). O problema inverso de estimar esta distribuição discreta de propriedade física (o vetor de parâmetros \mathbf{p} na Eq. 1) a partir de dados observados é um problema matematicamente mal posto porque a sua solução é instável. Na formulação clássica da técnica da camada equivalente, uma estimativa estável de \mathbf{p} pode ser obtida usando-se o regularizador de Tikhonov de ordem zero (Tikhonov & Arsenin 1977). Esta estimativa estável pode

- V Simpósio da SBGF (2012)
- SEG International Exposition and 82st Annual Meeting (2012)
- Artigo aceito para publicação na Geophysics

Produção científica

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International Exposition and 82st Annual Meeting (2012)
- Artigo aceito para publicação na Geophysics



June 11, 2012

VANDERLEI COELHO OLIVEIRA JR
RUA GENERAL JOSÉ CRISTINO, 77 - SÃO CRISTÓVÃO
20921-400 RIO DE JANEIRO
BRAZIL

Dear Vanderlei Oliveira Jr:

On behalf of the SEG/Las Vegas 2012 Technical Program Committee, I would like to invite you to present your paper, *Polynomial equivalent layer* at the SEG International Exposition and Eighty-Second Annual Meeting in Las Vegas, Nevada. Your paper is scheduled for PC-Based Oral Presentation on Wednesday, November 7, 2012.

The Committee arranged the presentations into sessions with a specific theme and focus. Your paper has been included in the GM 1: Applications in Potential Fields session, which begins at 8:30 AM. Your 20-minute presentation will begin at 10:10 AM. The entire SEG/Las Vegas 2012 Technical Program will be posted online in August. I encourage you to go online and look at the other papers in your session.

The 2012 Committee received by far the highest number of abstract submissions on record. Each abstract was reviewed by multiple individuals with expertise in the appropriate area of geophysics. The abstracts were rated on the basis of the submitted text and accompanying figures as per the judging form provided in the Abstract Kit. The reviewers felt that your abstract represents a significant technical contribution that will be of interest to many Society members. Congratulations on getting your paper accepted!

Please review the Speaker Kit webpage at <http://www.seg.org/am/speakerkit>. This webpage provides guidelines for preparing your presentation, information regarding the Speaker Breakfast and the Student Paper competition, sample judging forms, time for

Produção científica

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International Exposition and 82st Annual Meeting (2012)
- Artigo aceito para publicação na Geophysics

Polynomial equivalent layer

Vanderlei C. Oliveira Jr.^{*}, and Valéria C. F. Barbosa, Observatório Nacional

Summary

We have presented a new cost-effective method for potential-field processing via the equivalent layer technique. In this approach the physical properties of the equivalent sources are approximated by polynomials. Applications to both synthetic and real data sets show that our method produces equivalent layers able to perform the standard linear transformations of potential-field data. By comparing the total number of floating-point operations required to estimate an equivalent layer via our method with the classical approach, we verify that the computation time required to build the linear system and to solve the linear inverse problem can be reduced by as many as two and three orders of magnitude, respectively.

Introduction

In accordance with the potential theory, a discrete set of observations of a potential field produced by a 3D physical-property distribution can be exactly reproduced by a 2D physical-property distribution. This 2D physical-property surface distribution is continuous and infinite. In practice, it is approximated by a finite set of equivalent sources (e.g., point masses and magnetic dipoles) arranged in a layer with finite horizontal dimensions, named equivalent layer (Dampney, 1969). By following the classical approach, the physical property of each equivalent source is estimated by solving a linear inversion in order to adjust the discrete set of potential-field observations. Next, the estimated 2D physical-property distribution can be used to perform the standard linear transformations such as interpolation, upward (or downward) continuation and reduction to the pole of potential fields (Emilia 1973; Hansen and

technique by approximating the physical-property distribution of the equivalent sources by polynomial functions. Tests conducted with synthetic and real data sets show the good performance of our method.

Methodology

Classical approach

Let d be an N -dimensional vector of potential-field observations and p be an M -dimensional vector of the equivalent sources' physical property. We assume that the M equivalent sources (black dots in Figure 1) are distributed at a regular grid with a constant depth z_0 forming an equivalent layer. The potential field predicted by the equivalent layer at N observation points can be written in matrix notation as:

$$g(p) = Gp, \quad (1)$$

where $g(p)$ is an N -dimensional vector whose i th element $g_i(p)$ is the potential field predicted at the i th observation point and the G is an $N \times M$ matrix whose ij th element is the derivative of $g_i(p)$ with respect to the physical property of the j th equivalent source. In applying the classical equivalent layer technique, the estimated parameter vector p^* that produces a predicted data $g(p^*)$ and approximates the observed data d , is used to perform the standard linear transformations such as, interpolation, reduction to the pole and upward (or downward) continuation. This procedure requires a number of equivalent sources M greater than the number of observations N . In this case, a stable estimated parameter vector can be obtained by using a data-space approach with the zero-order Tikhonov regularization, i.e.:

$$p^* = G^T(GG^T + \mu I)^{-1}d, \quad (2)$$

where the superscript T stands for a transpose, μ is a regularizing parameter and I is an identity matrix. To

Produção científica

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International Exposition and 82st Annual Meeting (2012)
- Artigo aceito para publicação na Geophysics

MS GEO-2012-0196.R1-Accepted

2 messages

tamas.nemeth@chevron.com <tamas.nemeth@chevron.com>
To: vandscoelho@gmail.com
Cc: sdanker@seg.org, bcartwright@seg.org, jcobb@seg.org, ewarren@seg.org

Wed, Sep 26, 2012 at 12:43 PM

Re: GEO-2012-0196.R1, Polynomial Equivalent Layer

26-Sep-2012

Dear Vanderlei Oliveira Jr,

We are pleased to accept your manuscript listed above for publication in Geophysics. You will be notified of the issue in which it will appear as soon as the assignment is made.

Your manuscript will be edited for style and grammar. Galley proofs will be sent to you electronically in a few weeks, along with a reprint order form and proofreading instructions. Any questions you have about copy-editing changes should be directed to Ms. Jennifer Cobb (jcobb@seg.org), Manager, GEOPHYSICS and Books, at the SEG Business Office. This will be your only opportunity to check your manuscript against galley proofs. Alterations you request on your galleys that differ from the original manuscript must be kept to a minimum. To expedite publication, please return your corrections promptly.

As soon as the paper is typeset in its final form, it will appear in our online version of the journal at

Produção científica

GEOPHYSICS, VOL. 78, NO. 1 (JANUARY-FEBRUARY 2013), P. 1-13, 1 FIGURE
10.1190/GEO2012-0161.1

Polynomial equivalent layer

Vanderlei C. Oliveira, Jr.¹, Valéria C. F. Barbosa¹, and Leonardo Uieda¹

ABSTRACT

We have developed a new cost-effective method for processing large-potential-field data sets via the equivalent-layer technique. In this approach, the equivalent layer is divided into a regular grid of equivalent-source windows. Inside each window, the physical-property distribution is described by a bivariate polynomial. Hence, the physical-property distribution within the equivalent layer is assumed to be a piecewise polynomial function defined on a set of equivalent-source windows. We perform a linear transformation of a large set of data as follows. First, we estimate the polynomial coefficients of all equivalent-source windows by using a linear regularized inversion. Second, we transform the estimated polynomial coefficients of all windows into the physical-property distribution within the whole equivalent layer. Finally, we premultiply this distribution by the matrix of Green's functions associated with the desired transformation to obtain the transformed data. The regularized inversion deals with a linear system of equations with dimen-

sions based on the total number of polynomial coefficients within all equivalent-source windows. This contrasts with the classical approach of directly estimating the physical-property distribution within the equivalent layer, which leads to a system based on the number of data. Because the number of data is much larger than the number of polynomial coefficients, the proposed polynomial representation of the physical-property distribution within an equivalent layer drastically reduces the number of parameters to be estimated. By computing the total number of floating-point operations required to estimate an equivalent layer via our method with the classical approach, both formulated with Cholesky's decomposition, we can verify that the computation time required for building the linear system and for solving the linear inverse problem can be reduced by as many as four and five orders of magnitude, respectively. Applications to synthetic and real data show that our method performs the standard linear transformations of potential-field data accurately.

INTRODUCTION

In accordance with potential theory, a discrete set of observations of a potential field produced by a 3D physical-property distribution can be exactly reproduced by a 2D physical-property distribution. This 2D physical-property surface distribution is continuous and infinite. In practice, it is approximated by a finite set of equivalent sources arranged in a layer with finite horizontal dimensions and located below the observation surface. Usually the equivalent sources are represented by magnetic dipoles, doublets, point masses, or more complex sources such as prisms. In the literature, this layer that is made up of equivalent sources is referred to as the equivalent layer (Dampney, 1969).

By following the classical approach of the equivalent-layer principle, the physical property of each equivalent source is estimated

by solving a linear inversion subject to fitting a discrete set of potential-field observations. Next, the estimated 2D physical-property distribution can be used to perform any standard linear transformation of the potential-field data such as interpolation (e.g., Cordell, 1992; Mendonça and Silva, 1994), upward (or downward) continuation (e.g., Emilia, 1973; Hansen and Miyazaki, 1984; Li and Oldenburg, 2010) and reduction to the pole of magnetic data (e.g., Silva 1986; Leão and Silva, 1989; Gupta and Novak, 2009). Specifically, the desired linear transformation of the potential-field data can be obtained by multiplying the matrix of Green's functions associated with the desired transformation by the estimated physical-property distribution (magnetization-intensity or density distributions).

The advent of airborne surveys made possible the acquisition of a huge volume of potential-field observations. In a typical airborne

Manuscript received by the Editor 29 May 2012; revised manuscript received 28 August 2012.

¹Observatório Nacional, Rio de Janeiro, Brazil. E-mail: vanderleio@geofisica.org.br; valeria@on.br; leonardo@geofisica.org.br.
© 2012 Society of Exploration Geophysicists. All rights reserved.

- V Simpósio da SBGf (2012)
- SEG International Exposition and 82st Annual Meeting (2012)
- Artigo aceito para publicação na Geophysics

Considerações pessoais

- Transição mestrado doutorado
- Primeira idéia independente
- Técnicas “rápidas” para a construção de camadas equivalentes ainda são objeto de estudo em função do grande volume de dados produzidos em aerolevantamentos

Considerações pessoais

- Transição mestrado doutorado
- Primeira idéia independente
- Técnicas “rápidas” para a construção de camadas equivalentes ainda são objeto de estudo em função do grande volume de dados produzidos em aerolevantamentos

Considerações pessoais

- Transição mestrado doutorado
- Primeira idéia independente
- Técnicas “rápidas” para a construção de camadas equivalentes ainda são objeto de estudo em função do grande volume de dados produzidos em aerolevantamentos