

**DADOS GRAVIMÉTRICOS:
PROCESSAMENTO DE ANOMALIAS GRAVIMÉTRICAS E ESTIMATIVA DE MASSAS
NO MONITORAMENTO DE BARRAGENS¹**

GRACINDO, Vitor C.²

RESUMO

A obtenção de dados gravitacionais com sensibilidade de micro-GAL possibilita o monitoramento de processos de hidrologia superficial e de movimentações de massa em atividades de mineração ou construção civil. Este projeto procura utilizar medidas da mesma área no monitoramento da variação temporal do campo gravimétrico em barragens utilizadas para o armazenamento de água e para a contenção de rejeitos de mineração. Para representar os sedimentos foram utilizados prismas verticais com densidade constante, cujas disposições foram associadas com os valores da anomalia gravimétrica gerada.

Palavras-chave: gravimetria; transformada de Fourier; transformada de aniquilação; barragens.

INTRODUÇÃO

Através da análise de dados gravimétricos de uma região é possível obter a distribuição de densidade ou a forma de um corpo, o relevo de um embasamento, desde poucos metros abaixo da superfície à quilômetros. Sendo assim, trata-se de uma metodologia muito versátil, podendo ser utilizada não somente em mapeamentos geológicos, como no estudo de áreas para mineração ou de barragem.

As barragens estão entre as maiores estruturas de engenharia e representam riscos para as proximidades imediatas, mas também com risco de impacto ambiental em escalas ainda maiores.

A heterogeneidade dos materiais naturais utilizados na construção de barragens configura áreas mais vulneráveis à erosão interna ou liquefação. No caso de uma barragem para armazenamento de água ou detritos de mineração, utilizando os dados gravimétricos remotamente medidos, é possível a observação da variação temporal na distribuição de densidade com relação a sedimentos.

Assim, o mapeamento da distribuição da densidade de uma barragem se torna imprescindível na prevenção de sobrecargas, fraturas e erosão na estrutura, impedindo a contaminação de lençóis freáticos, ruptura de barragens ou até mesmo a devastação das áreas nas imediações e impactos ambientais de grande escala.

OBJETIVOS

O projeto tem como objetivo utilizar dados sintéticos de medidas gravimétricas para monitorar a variação do campo gravimétrico em barramentos para, com isso, estimar a variação de massa em barragens; gerar e testar “modelos numéricos em 3D” que simulem anomalias micro gravimétricas geradas pelo modelo de densidade planar e suas

¹ Projeto de IC.

² Licenciando em Física; IFSP; São Paulo; São Paulo; cortes.vitor@hotmail.com.

heterogeneidades; testar processamentos de dados que centralizem fontes sobre anomalias.

METODOLOGIA

Com o posicionamento de prismas verticais, com densidade entre 1,7 e 1,9 g/m³, ao longo de uma linha, simulando a disposição de resíduos em uma barragem, é possível obter a anomalia gravimétrica através da componente vertical do sinal gravimétrico no i -ésimo ponto de observação g_i , nas coordenadas x_i , y_i e z_i , relacionada ao contraste de densidade do j -ésimo prisma ($\Delta\rho_j$) através da relação linear:

$$g_i = \sigma_{j=1}^M f_i(\Delta\rho_j, t_j, dx, dy, dz, x_j, y_j, z_j), j = 1, \dots, M \quad (1)$$

A função linear f_i calculada no i -ésimo ponto de observação para o j -ésimo prisma com centro localizado nas coordenadas horizontais x_i e y_i , com espessura t_i , é escrita como:

$$f_i(x_i, y_i, z_i) = \gamma \Delta\rho_j \int_0^{t_j} \int_{y_a}^{y_b} \int_{x_a}^{x_b} \frac{(z_i - z'_j) dx'_j dy'_j dz'_j}{[(x_i - x'_j)^2 + (y_i - y'_j)^2 + (z_i - z'_j)^2]^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

Sendo γ a constante gravitacional de Newton, x'_j , y'_j , z'_j as coordenadas do centro de um prisma de volume infinitesimal ($dv'_j = dx'_j dy'_j dz'_j$) dentro do j -ésimo prisma e os limites de integração tomados como: $x_a = x_j - \frac{dx}{2}$, $x_b = x_j + \frac{dx}{2}$, $y_a = y_j - \frac{dy}{2}$, $y_b = y_j + \frac{dy}{2}$. A solução algorítmica para a integral da equação 2 é dada segundo Plouff (1976). O termo g_i (equação 1) define o i -ésimo elemento do vetor $g \equiv (g_1, \dots, g_M)^T$, contendo a anomalia teórica computada através do modelo interpretativo definido pelo vetor de parâmetros $p \equiv (\Delta\rho_1, \dots, \Delta\rho_M)^T$, e T representa transposição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi simulada uma barragem com sedimentos representados por prismas distribuídos uniformemente em um comprimento de 200 metros, cada prisma possuía um comprimento de 10 metros e densidade constante ao longo de todo seu volume.

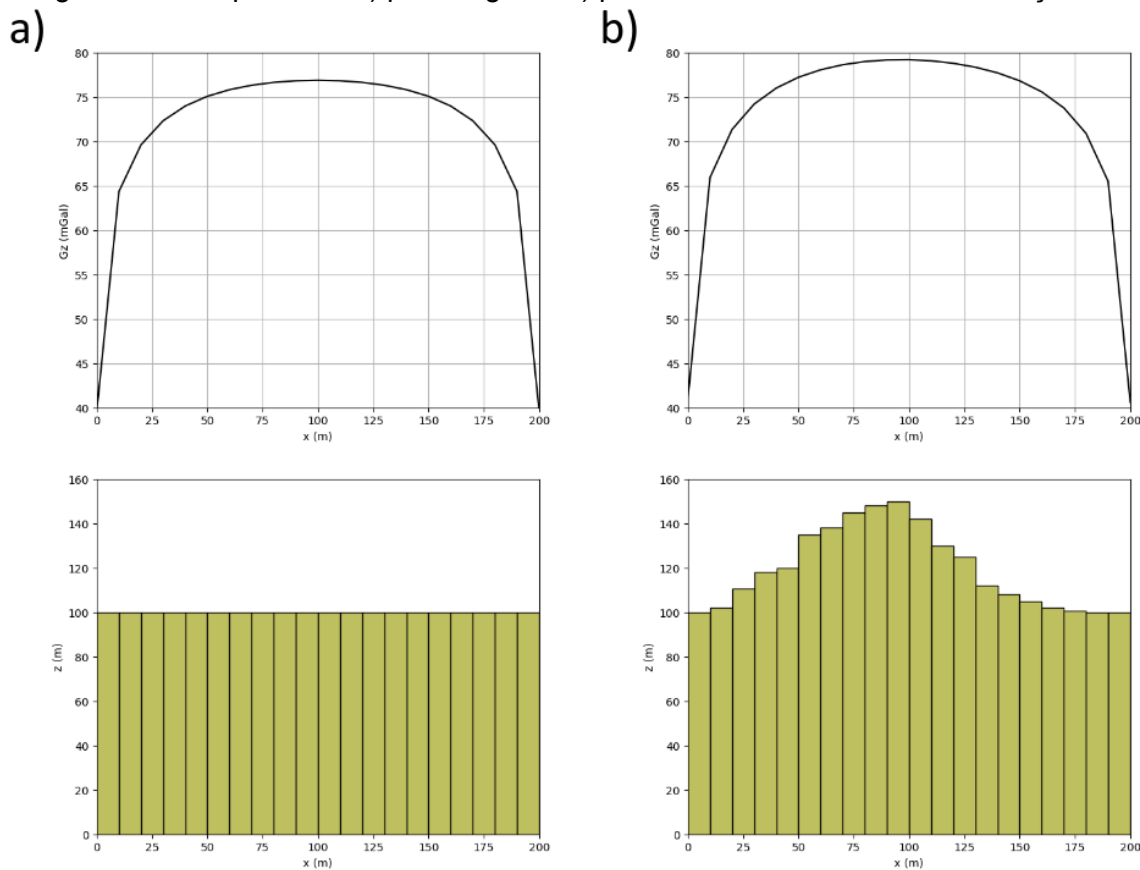
A componente vertical do campo gravitacional gerado por cada prisma foi calculada com relação a um observador alinhado à margem da linha em que os prismas estavam posicionados.

Foram consideradas 3 situações para simular a distribuição dos sedimentos, sendo elas: distribuição uniforme de sedimentos, acúmulo de sedimentos e buracos na sedimentação. A primeira situação seria o perfil de base, com o qual as leituras das distribuições encontradas posteriormente deverão ser comparadas para analisar a movimentação de sedimentos.

Na figura 1 foi feito um comparativo do perfil de base da barragem (a) e de um perfil com acúmulo de sedimentos, é perceptível um aumento sutil na leitura do campo gravimétrico correspondente à região com maior acúmulo.

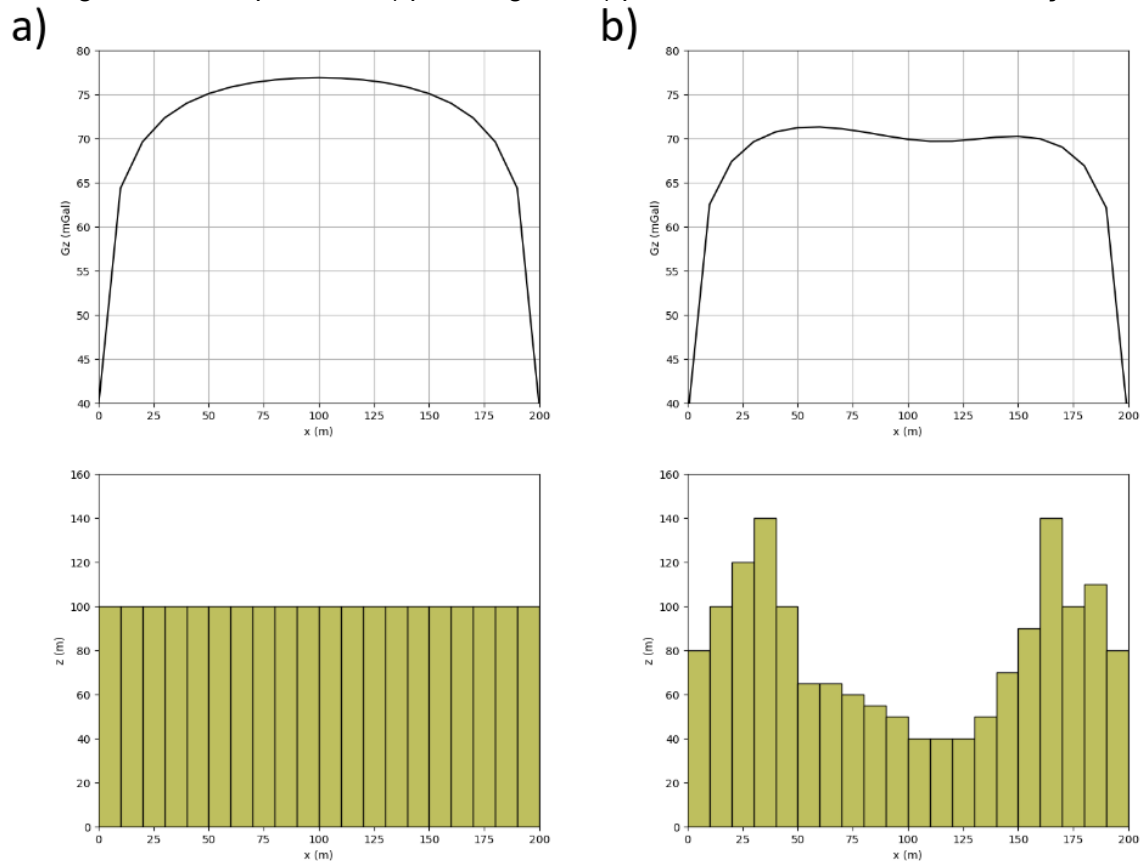
Na figura 2 foi feito um comparativo do perfil de base da barragem (a) e de um perfil com buracos na sedimentação, assim como na situação anterior, a leitura, ainda que exibindo uma diferença sutil no campo gravimétrico, reflete as mudanças nos prismas, com quedas maiores na região central do gráfico.

Figura 1 – Comparativo: a) perfil regular. b) perfil com aumento de sedimentação.



Fonte: Autoria própria

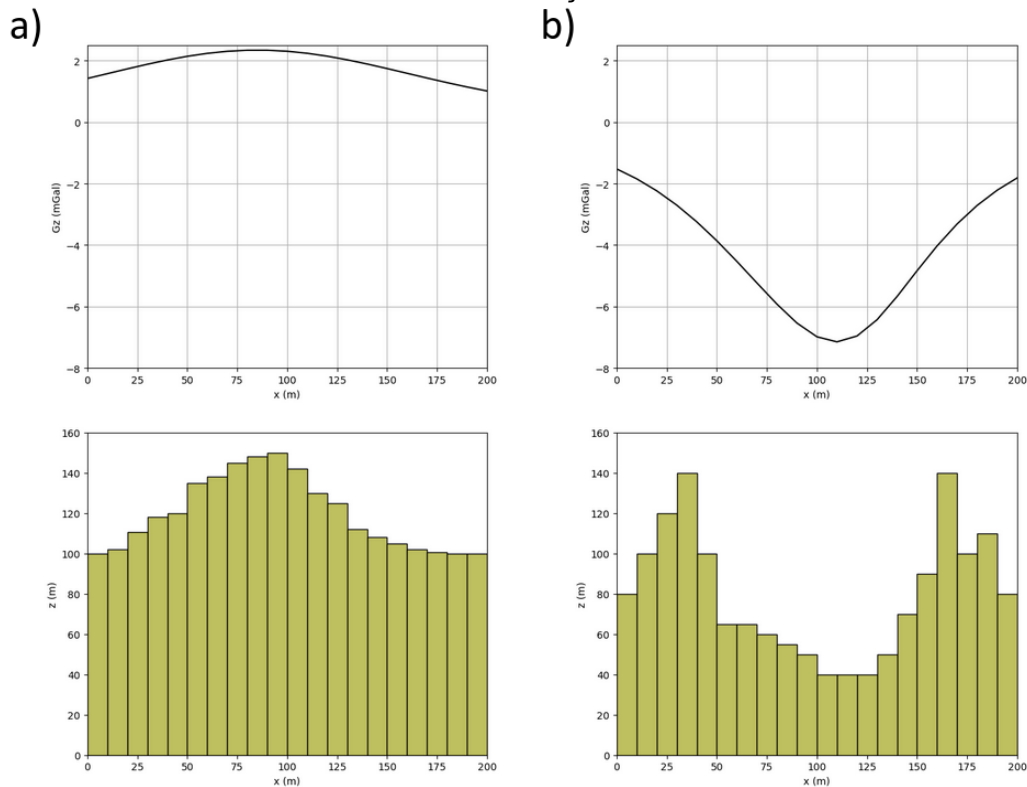
Figura 2 – Comparativo: a) perfil regular. b) perfil com buracos na sedimentação.



Fonte: Autoria própria

A partir dos perfis obtidos é realizado então a análise dos ruídos, exibidos na Figura 3, onde a anomalia gravimétrica é muito mais perceptível. A partir deste acompanhamento da movimentação das massas, é possível a análise contínua, em uma frequência trimestral, por exemplo, da integridade estrutural da barragem para fins de prever e prevenir futuras rupturas e erosões antes que se tornem um problema maior, mais caro e grave.

Figura 3 – Comparativo: a) ruído de aumento de sedimentação. b) ruído de buracos na sedimentação



Fonte: Autoria própria

CONCLUSÃO

A modelagem com dados sintéticos de uma barragem ilustraram a efetividade da utilização da análise de anomalias micro gravimétricas para a detecção e observação do contraste de densidade em diferentes regiões de uma barragem ao longo de um determinado período de tempo. Como solução para o assoreamento apresentado seria a remoção dos sedimentos. Apesar de ser apenas um estudo de caso, e não tendo sido realizada a inversão das massas, o método se mostra promissor para o monitoramento contínuo de barragens, podendo contribuir para evitar desastres como a ruptura da barragem do Fundão em Mariana.

REFERÊNCIAS

PLOUFF, Donald. **Gravity and magnetic fields of polygonal prisms and application to magnetic terrain corrections**. Geophysics, 1976, 41.4, 727-741.