

RECONSTITUIÇÃO GRAVIMÉTRICA COMPACTA

Barbosa, V. C. F.

Dissertação de Mestrado em Geofísica

Data de aprovação: 27.09.91 (CG/UFPA)

Orientador: Dr. João Batista C. da Silva

O presente trabalho desenvolve um novo método de interpretação de dados gravimétricos, denominado reconstituição gravimétrica compacta, que usa o método da regularização de Tikhonov para incorporar a informação a priori de máxima compacidade das fontes anômalas ao longo de vários eixos. Para tanto, minimiza-se um funcional estabilizante que retrata a dispersão das fontes em relação a cada eixo, sujeito às fontes interpretativas explicarem o campo gravimétrico observado. Em decorrência de sua versatilidade, o método incorpora facilmente outras informações a priori, como limites nos tamanhos dos eixos em questão e concentração de mais massa ao longo de uma ou mais direções, bastando, neste último caso, presumirem-se vários eixos suficientemente próximos entre si. A combinação adequada destas informações permite, por sua vez, introduzir informação a priori sobre as formas (arbitrárias) das fontes. O desempenho do método é ilustrado em dados sintéticos com e sem ruído simulando diferentes ambientes e feições geológicas, como mineralizações ao longo de várias falhas, soleiras e diques em bacias sedimentares e intrusões lacolíticas. Em todas as situações geológicas simuladas a recuperação satisfatória de massas anômalas com densidade constante foi sempre possível, bastando introduzir uma quantidade suficiente de informação a priori. Apesar do método da reconstituição gravimétrica compacta produzir soluções matematicamente únicas e estáveis na presença de ruído,

a sua dependência na informação a priori introduz uma tendenciosidade na solução obtida. Em virtude desta dependência, foi desenvolvida uma técnica empírica para análise da ambigüidade das soluções devida às incertezas nas informações a priori. A técnica, no entanto, é suficientemente genérica, podendo ser aplicada em outras causas, como por exemplo, à presença de ruído nas observações gravimétricas. A análise da ambigüidade é ilustrada através de dados sintéticos produzidos por corpos simples alongados em uma única direção, de modo que pudesse ser interpretado pelo método proposto, postulando-se apenas um único eixo. Os resultados mostram a elevada dependência da interpretação na confiabilidade da informação a priori para um corpo horizontalmente alongado e a elevada dependência na confiabilidade das observações geofísicas para um corpo verticalmente alongado. A interpretação de fontes horizontais mostrou-se, portanto, um problema relativamente mais estável que a interpretação de fontes verticais, quando as observações estão contaminadas por ruído aleatório. Finalmente, o método da reconstituição gravimétrica compacta foi aplicado a um perfil gravimétrico real da localidade de Iron Mountain, Missouri (E.U.A.), onde ocorrem corpos mineralizados de hematita e magnetita preenchendo fraturas pré-cambrianas. A eficiente reconstituição geométrica dos corpos foi comprovada através do detalhado controle geológico proveniente de furos de sondagens.

ABSTRACT

The present thesis develops a new gravity interpretation method, named compact gravity reconstruction, which uses Tikhonov's regularization method to incorporate a priori information about the maximum compactness of the anomalous sources along several axes. To this end, a stabilizing functional reflecting the dispersion of the interpretation sources with respect to each axis is minimized, subject to these sources explain the observed gravity field. Because of its versatility, the method easily incorporates other kinds of a priori information, as for example, limits in the axes length or greater concentration of mass along one or more directions. In the last case, it is enough to assume several axes, sufficiently close together, along the directions of greater mass concentration. The judicious combination of different kinds of information allows the introduction of a priori information about the (arbitrary) shape of the sources. The performance of the method is illustrated by noise-free and noisy synthetic data simulating different geological settings and features, like mineralizations along faults, sills and dikes in a sedimentary basin and laccolithic intrusions. In all simulated geological settings, it was always possible to obtain a satisfactory outline of the anomalous masses having constant density, as far as a sufficient amount of a priori information is introduced. Despite the fact that the compact gravity reconstruction method produces mathematically unique

and stable solutions in the presence of noise, its dependence on the a priori information leads to biased solutions. On the grounds of this dependence, it was developed an empiric technique to analyze the ambiguity of solutions due to uncertainties in the a priori information. However, the technique is sufficiently robust to handle other ambiguity causes such as the presence of noise in the observations. The ambiguity analysis is illustrated in synthetic data produced by simple bodies elongated in one single direction, so that it could be interpreted by the proposed method by assuming one single axis of mass concentration. The results show a high dependence of the interpretation results on the trustfulness of the a priori information for a horizontally elongated body and a high dependence on the trustfulness of the geophysical observations for a vertically elongated body. The interpretation of horizontal sources proved, therefore, to be a more stable problem relative to the interpretation of vertical sources, when the observations are contaminated by random noise. Finally, the compact gravity reconstruction method was applied to a real gravity profile in the vicinity of Iron Mountain, Missouri, (EUA), where ore bodies consisting of hematite and magnetite fill fractured Precambrian rocks. The good accuracy of the proposed method in outlining the ore bodies geometry was confirmed by the detailed geologic control available from drilling information.