

DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DE DESLIZAMENTOS SÍSMICOS MEDIANTE ALGORITMO DE INVERSÃO LINEAR FÍSICAMENTE CONSTRANGIDO.

ON THE DETERMINATION OF SPACE-TIME SLIP DISTRIBUTION WITH A REGULARIZED CONSTRAINTS INVERSION ALGORITHM.

Bento Caldeira⁽¹⁾, Vladimir Bushenkov⁽²⁾, José Borges⁽¹⁾, Gueorgui Smirnov⁽³⁾, e Mourad Bezzeghoud⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Geofísica de Évora (CGE) e Departamento de Física da Universidade de Évora, Portugal;

⁽²⁾ Departamento de Matemática da Universidade de Évora, Portugal

⁽³⁾ Departamento de Matemática e Aplicações, Universidade do Minho, Braga, Portugal

SUMMARY

In this work we suggest an algorithm for space-time seismic slip distribution on finite faults for large earthquakes, from sets of teleseismic and strong ground motion waveforms. The solution of an auxiliary linear programming problem is an essential part of the developed method. To test the algorithm and examine the stability, non-uniqueness and robustness we applied it to a set of synthetic data obtained from the solution of a forward problem based on the representation theorem applied to slip distribution schemes as real models. We used green functions to near field stations, calculated by a finite differences method and 3D structure model. The likeness between the inversion and the known solution support the credibility to use this method with data of real earthquakes.

Resumo

A descrição detalhada dos processos de ruptura sísmica a partir dos seus efeitos à superfície da Terra constitui um problema científico, com solução orientada segundo itinerários metodológicos propostos pela Teoria da Inversão Discreta. No caso de fontes sísmicas finitas o problema consiste na determinação da evolução do campo vectorial de deslizamento sobre o plano da falha: uma solução 3D (duas componentes do vector deslizamento nos pontos do plano de falha durante o tempo de ruptura). Habitualmente este problema inverso é resolvido a partir de formulações fundamentadas na discretização do teorema da representação. As primeiras tentativas para o resolver foram experimentadas a partir dos anos setenta do século XX, após a introdução dos computadores no campo da sismologia, e do fornecimento de dados pela rede sísmica global. Actualmente são várias as formulações usadas capazes de produzir soluções numericamente razoáveis e fisicamente coerentes. Porém, para o conseguir é necessário impor simplificações nos modelos e constrangimentos às soluções. Uma das abordagens concebidas para resolver o problema segue o modelo de Programação Linear. Sendo uma tarefa computacionalmente inviável quando proposta à cerca de 20 anos, começa

a tornar-se possível, mercê da crescente capacidade de cálculo.

Neste trabalho apresentaremos um método de inversão baseado no algoritmo simplex dual, capaz de calcular os deslizamentos que ocorrem sobre os planos de falha durante o sismo e assim reconstituir a imagem cinemática da ruptura. Na configuração geral, o algoritmo produz resultados a partir de registos do movimento elástico do solo a distâncias tele sísmicas e/ou em campo próximo. Também poderá ser usado com dados geodésicos (situação estática) para determinação da distribuição final de deslizamento. Uma parte fundamental do método consiste em equacionar o problema de forma a poder ser resolvido satisfazendo constrangimentos físicos como: positividade das soluções; causalidade; suavização nas fronteiras entre sub-falhas adjacentes; momento sísmico escalar máximo.

Para testar o algoritmo e avaliar a sua estabilidade, unicidade e a robustez do método, aplicámo-lo a um conjunto de formas de onda sintéticas calculadas por aplicação do teorema da representação a um modelo de distribuição de deslizamentos definido e funções de Green calculadas pelo método de diferenças finitas. A semelhança entre o modelo de fonte reconstituído por inversão e a solução conhecida dá-nos confiança na aplicação do método a partir de dados reais.