

7 Conclusões e Sugestões

As obras geotécnicas, tais como as fundações, aterros e escavações, são comumente analisadas através de metodologias que não levam em consideração a trajetória de deformação, são limitadas a condições de geometria, de carregamento e de contorno simplificadas e limitadas a tipos específicos de solo.

A formulação em deslocamento do MEF para análises de obras geotécnicas foi apresentada juntamente com as principais características requeridas para uma análise não linear física via MEF, tais como, esquemas de solução de equações não lineares em nível global e esquemas de integração de tensão em nível local.

A verificação das implementações computacionais foi realizada através da comparação dos resultados do presente trabalho com soluções analíticas ou semi-analíticas e com resultados numéricos de outros autores.

A seguir são apresentadas as conclusões finais e sugestões para posteriores trabalhos com o propósito de ajudar no desenvolvimento científico do tema estudado e fornecer ideias que possam servir de base para futuras pesquisas.

7.1. Conclusões

Com relação aos resultados obtidos desta dissertação pode-se concluir que:

- a) A generalização das equações constitutivas bem como dos modelos constitutivos (Hiperbólico, Mohr-Coulomb Modificado, e Lade-Kim) para a condição de deformação tridimensional foi verificada;
- b) Observou-se que para o bom desempenho do algoritmo de solução não linear do tipo Newton-Raphson modificado, a implementação do algoritmo de integração de tensão foi fundamental;

- c) A generalização das equações constitutivas e modelos constitutivos implementadas no programa, foram verificadas através dos estudos da capacidade de carga de fundações superficiais e modelagem de um aterro de uma barragem de terra homogênea. Os resultados obtidos neste trabalho, ao serem comparados com dados da literatura, foram consistentes e satisfatórios, validando o programa computacional;
- d) Neste trabalho, a análise Elasto-plástica tridimensional não linear tanto de problemas de fundações superficiais e de aterros, permitiu uma modelagem mais próxima do que acontece na realidade, propiciando análises mais complexas do que seria numa análise bidimensional. Foi possível a modelagem de uma fundação retangular, permitindo determinar o valor mínimo da relação comprimento/largura L/B , para problemas de fundações serem modelado considerando estado de deformação plana, como é considerado nos análises bidimensionais.
- e) Na simulação da construção de aterro, o procedimento adotado “ligar a gravidade” mostraram resultados apropriados, mas deve-se impor um estado de tensão inicial isotrópico nos pontos de Gauss dos elementos em construção quando se usa o procedimento “ligar a gravidade” numa análise não linear. O valor deste estado de tensão foi de 1% da pressão atmosférica de 1atm;
- f) Foi avaliada a trajetória de tensões durante a etapa de construção de um aterro, esta trajetória de tensões não segue a linha K_0 , devido à grande rotação de tensões presente durante as etapas de construção ou durante a etapa de enchimento no caso dos aterros de barragem de terra, devido a influencia da tensão intermediária torna-se um problema tipicamente tridimensional.

7.2. Sugestões

Como sugestões para os trabalhos futuros sugerem-se:

- A implementação de elementos de reforço e interface para análises em condições tridimensionais;
- Implementações computacionais que levem em consideração a não linearidade geométrica;
- Realizar análises paramétricas de fundações em solos reforçados em condição 3D considerando-se outros tipos de solo e diferentes configurações de reforço, e sugerir a partir dessas análises uma metodologia de projeto de dimensionamento desse tipo de obra geotécnica;
- Análise de escavações 3D;
- Implementação de uma interface gráfica que facilite a utilização do programa ANLOG.