

COMPORTAMENTO DE ESCAVAÇÕES SUBTERRÂNEAS EM GOIÂNIA

COSTA, Marcell Alexandre de Oliveira¹; **VARGAS**, Carlos Alberto Lauro²

Palavras-chave: Escavação subterrânea

1. INTRODUÇÃO (justificativa e objetivos)

A história da humanidade sempre esteve ligada a algumas fases de desenvolvimento do uso do espaço subterrâneo e a partir dos anos 60, a chamada Era Ambiental, com o lema principal de melhoria da qualidade de vida, de forma segura e com o menor impacto ambiental possível, tem dado um novo avanço à engenharia de escavações a céu aberto e subterrânea (túneis).

No caso de escavações subterrâneas, apesar da sua demanda em meios urbanos, o maior impedimento quanto a seu uso generalizado, principalmente nos países em desenvolvimento, ainda é o custo comparado com outras soluções de superfície. No entanto, dois fatores principais têm contribuído para vencer estas dificuldades: Primeiro, as melhorias na tecnologia e nos métodos de construção de túneis têm gerado obras e estruturas subterrâneas significativamente mais baratas, além de mais seguras e construídas em menor tempo; e Segundo, os custos do espaço de superfície e os impactos das obras de superfície têm sido cada vez maiores, em alguns casos impraticáveis, favorecendo assim as soluções por estruturas subterrâneas e ainda melhorando a segurança de transporte, conforto e economia no tempo de viagem, além de diminuir os engarrafamentos, o gasto de combustível, a poluição do ar, aumentar a produtividade e valorizar as áreas residenciais (Assis, 2000).

O principal objetivo procurado neste projeto de pesquisa é o estudo de métodos de escavação subterrânea, para um perfil de solo de Goiânia e simulação analítica e numérica de uma escavação subterrânea fictícia no mesmo perfil de solo, levando a uma proposta de dimensionamento de túneis metroviários.

2. METODOLOGIA

2.1 – Métodos de dimensionamento de túneis.

Os métodos de dimensionamento de túneis podem ser divididos em três grupos: empíricos, analíticos e numéricos. Cada um destes métodos possui suas próprias particularidades, aplicações e limitações.

2.1.1 – Métodos empíricos.

Estes métodos são caracterizados por depender fortemente da experiência do autor do método e da concordância que apresentam o projeto com os casos registrados. Alguns métodos empíricos também têm um componente teórico ou físico, que tenta relacionar as leis de comportamento do maciço com os dados da experiência.

2.1.2 – Métodos analíticos.

Os métodos analíticos tentam representar a geometria da escavação e as condições de carregamento do suporte ou condições de contorno simples, para através das teorias da elasticidade e/ou plasticidade resolver um sistema de equações, para achar as tensões e as deformações no maciço e/ou suporte. É geralmente assumido

¹ Aluno voluntário de iniciação científica. Escola de Engenharia Civil/UFG, marcellalexandre@hotmail.com

² Orientador/ Escola de Engenharia Civil/UFG, cvargas@eec.ufg.br

uma geometria simples da escavação e do suporte (por exemplo, abertura circular e espessura do suporte constante), um meio homogêneo infinito ou semi-infinito e leis constitutivas elásticas e elasto-plásticas, para o maciço e suporte.

Apesar do grande desenvolvimento dos métodos analíticos, estes ainda apresentam limitações tais como: estado plano de deformações, geometria simples, carregamento hidrostático, leis constitutivas simples (não consideram temperatura nem tempo) e o mais importante, meio homogêneo, que não representa a complexa estrutura do maciço rochoso com suas descontinuidades. Por todas estas limitações pode-se dizer que geralmente estes métodos não são recomendados para projetos finais de suporte, devendo ser apenas aplicados para verificação qualitativa de comportamento em campo, tendências das formas de ruptura, ou dimensões iniciais para projetos.

2.1.3 – Métodos numéricos.

Em muitas escavações subterrâneas têm-se problemas de geometria irregular e complexa, acrescentado de um meio heterogêneo com planos preferenciais de comportamento (descontinuidades), onde os métodos analíticos antes tratados são muito limitados. Assim, com ajuda da computação foram desenvolvidos nestas últimas décadas métodos numéricos que permitem obter resultados mais próximos da realidade. Dentre estes os que merecem destaque são: método dos elementos finitos (MEF) e o método das diferenças finitas (MDF). Ambos os métodos utilizam as equações da elasticidade e plasticidade ou equações constitutivas dos materiais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Sondagem SPT.

Através de sondagens SPT realizadas no trecho da av. República do Líbano com a av. Independência na cidade de Goiânia foi construído um perfil de solo onde constatou-se uma predominância de dois tipos de solos: silte argiloso e silte arenoso.

3.2 – Estimativa dos parâmetros geotécnicos do solo.

Os parâmetros geotécnicos dos solos em estudo foram estimados através de correlações com resultados de ensaios de SPT. A Tabela 1 apresenta os resultados.

Solo	N _{SPT}	E (MPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)	ν	K _o	G (MPa)
silte argiloso (1)	24	30	36,9°	17	0,3	0,40	11,54
Silte arenoso (2)	23	52	36,4°	16	0,3	0,41	20,00

Tabela 1 Parâmetros de resistência dos solos em estudo

3.3 – Dimensionamento da escavação subterrânea - Caso Estudo

Foi considerado um túnel com seção circular de 5 metros de raio a 10 metros de profundidade. Foram utilizadas simulações analíticas (Kirsch e Mohr-Coulomb) e numéricas (elementos finitos no programa SIGMA) para análise das tensões e deformações que deverão ocorrer devido à escavação do túnel. A malha utilizada e os resultados de tensões e deformações in-situ estão na Figura 1. Os resultados das tensões elásticas e elasto-plásticas na parede do túnel, para a escavação no material (1) e no material (2) são apresentados nas Figuras 2 e 3 respectivamente.

¹ Aluno voluntário de iniciação científica. Escola de Engenharia Civil/UFG, marcellalexandre@hotmail.com

² Orientador/ Escola de Engenharia Civil/UFG, cvargas@eec.ufg.br

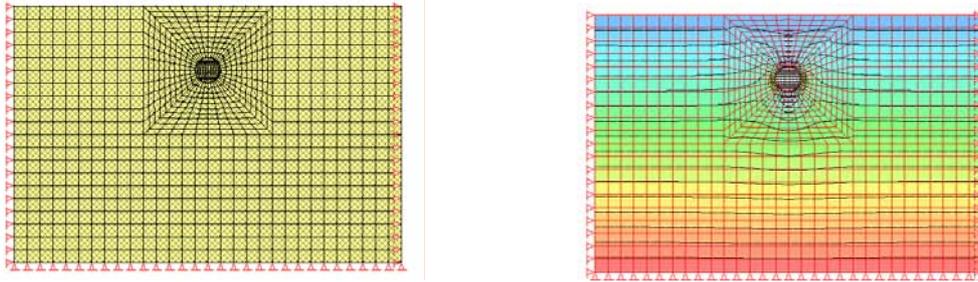


Figura 1 Geometria do túnel: (a) malha de elementos finitos e (b) tensões e deformações in-situ

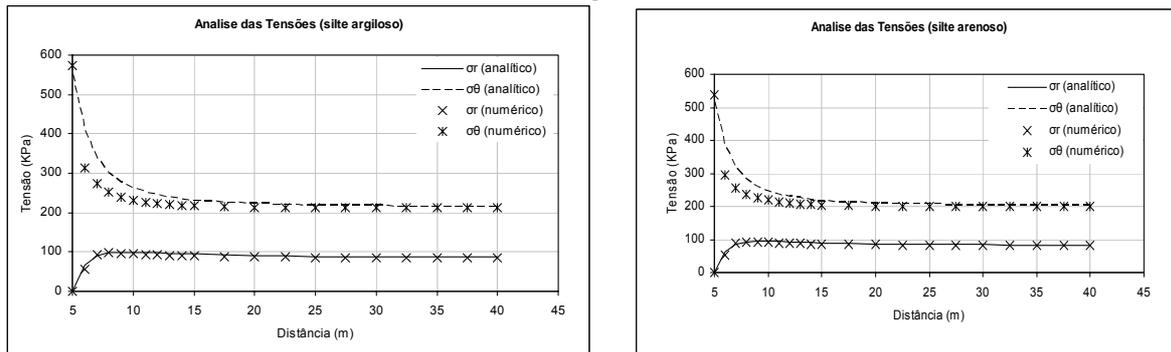


Figura 2 Tensões elásticas na parede do túnel (a) material 1, (b) material 2

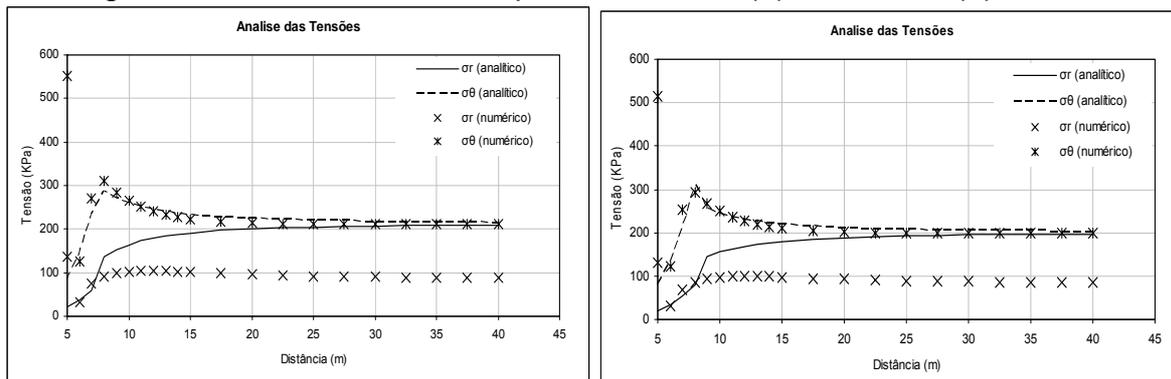


Figura 3 Tensões elasto-plásticas na parede do túnel (a) material 1, (b) material 2

4. CONCLUSÃO

A escavação subterrânea (túnel) em terreno com silte argiloso precisa de um suporte médio devido ao deslocamento de aproximadamente 20 mm na sua parede, já que este deslocamento causaria instabilidade das paredes do túnel. Com isso a escavação deve ser feita de forma parcializada com instalação imediata do suporte próximo da face de escavação. O mesmo pode-se concluir para o túnel escavado em terreno com silte arenoso mudando apenas o tipo de suporte, mais leve nesse caso, já que as tensões são menores e o deslocamento é de aproximadamente 12 mm.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assis, A.P. (2000) Curso de Túneis, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da UNB, Brasília DF, Brasil.

¹ Aluno voluntário de iniciação científica. Escola de Engenharia Civil/UFG, marcellalexandre@hotmail.com

² Orientador/ Escola de Engenharia Civil/UFG, cvargas@eec.ufg.br