

COMPORTAMENTO DE ESCAVAÇÕES A CÉU ABERTO EM GOIÂNIA.

CALIXTO, Cristiano Oliveira¹; **VARGAS**, Carlos Alberto Lauro².

Palavras-chaves: Contenção, Estaca e Estronca.

INTRODUÇÃO

Com a escassez do espaço urbano a engenharia de escavações a céu aberto vem trazendo inovações e alternativas voltadas à melhoria da qualidade de vida, de forma segura e com o menor impacto ambiental possível.

A contenção ou suporte é feita pela introdução de uma estrutura, que apresentam rigidez distinta do terreno que a contem. A estrutura sofre um carregamento que gera deslocamentos que por sua vez alteram o carregamento, num processo iterativo. Por tanto é muito importante avaliar as cargas e deslocamentos por meio de monitoramento, acompanhando de ensaios em laboratório para obtenção de resistência dos diferentes tipos de materiais envolvidos.

Temos como objetivo a caracterização geológica-geotécnica de perfis de solo da região, através de sondagens de simples reconhecimento, ensaios de identificação tátil visual e classificação dos principais tipos de solo, sua origem e formação geológica. Simulação analítica e numérica da obra de escavação a céu aberto estudando o comportamento de interação do tipo de solo com a estrutura de contenção.

CRITÉRIO DE RUPTURA DE MORH-COULOMB

A análise do estado de tensões que provoca a ruptura é o estudo da resistência ao cisalhamento dos solos. Os critérios de ruptura que melhor representam o comportamento dos solos são os critérios de Coulomb e de Mohr, onde a resistência ao cisalhamento (τ) dos solos é função da tensão normal (σ) e dos parâmetros de atrito (ϕ) e coesão (c) do material, sendo assim a relação do critério de morh-coulomb definida por : $\tau=c+\sigma.\tan\phi$.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

A diversidade dos solos e a enorme diferença de comportamento apresentada pelos diversos solos perante as solicitações de interesse da engenharia, levou a que eles fossem naturalmente agrupados em conjuntos distintos, para os quais algumas propriedades podem ser atribuídas resultando nas características dos solos (partículas).

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica, um dos mais antigos ensaios de Mecânica dos Solos, é amplamente utilizada para classificação de solos. A determinação da curva granulométrica ou distribuição do tamanho dos grãos do material pode ser feita através de peneiramento e sedimentação. (Sousa Pinto 2000).

Sondagem SPT

Atualmente existe um grande número de ensaios que permitem essa avaliação. Dentre os ensaios *in situ*, o SPT (Standard Penetration Test) destaca-se como o mais utilizado em quase todo o mundo, em vista da sua simplicidade, da facilidade de interpretação de resultados e pelo baixo custo operacional.

Os resultados são apresentados em perfis do subsolo, onde são apresentadas as descrições de cada solo encontrado, as cotas correspondentes a cada camada, a posição do nível d'água (ou níveis d'água) e sua eventual pressão,

a data em que foi determinado o nível d'água e os valores da resistência a penetração do amostrador (NSPT) e demais informações úteis que forem observadas (Sousa Pinto 2000)

TEORIA DE EMPUXO DE COULOMB (SOLOS NÃO COESIVOS)

Na teoria apresentada por este notável físico Coulomb, o terrapleno é considerado como um maciço indeformável, mas que se rompe segundo superfícies curvas, as quais se admitem planas por conveniência.

A teoria de Coulomb considera a ocorrência de um deslizamento segundo uma superfície plana e analisa as forças que agem na cunha limitada por essa superfície, pelo tardoz e pela superfície do terreno. Admite-se como conhecimento o ângulo de atrito δ entre o muro e o terrapleno.

Os valores para os coeficientes de empuxo segundo a teoria de Coulomb são:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \left[1 - \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)} \right]}$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)} \right]}$$

PARÂMETRO ADOTADOS

Para os perfis de solo analisados foram considerados diferentes tipos de solo e para cada tipo foi estimado os parâmetros de deformabilidade e resistência com base em correlações com o NSPT. A Tabela 1 apresenta os valores adotados.

Tabela 1: Parâmetros do solo estudado.

Solo	γ (kN/m^3)	E (kPa)	ν	c (kPa)	ϕ	K_0
Silte Argiloso Médio	16,0	7500	0,3	0	33	0,455
Argila	16,0	12000	0,3	10	32	0,470
Areia	15,0	26500	0,3	0	31	0,485
Silte Arenoso	17,0	45000	0,3	0	35	0,426
Silte	16,5	50000	0,3	0	37	0,389
Silte Argiloso Duro	17,0	57500	0,3	0	40	0,357

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise pelo método de equilíbrio limite, considera a teoria de Empuxo de Coulomb, e para o perfil 13 foi obtido os seguinte resultado (Figura 1).

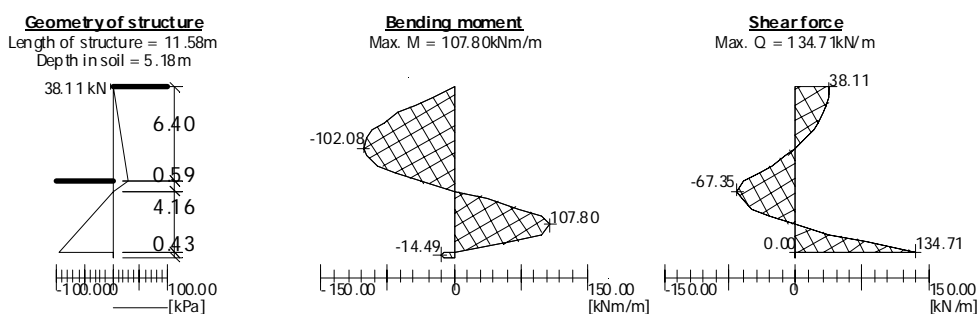


Figura 1 Resultados de pressões horizontais, momentos e cortantes do perfil 13

Na análise Numérica com o programa SIGMA obteve-se os resultados de deslocamentos, momentos e cortantes do perfil 13 para duas alternativas: primeira de escavação com estaca e segunda de escavação com estaca até 50% da profundidade e instalação de estronca para posterior escavação do 50% restantes.

Foram plotados os resultados do perfil 13 para as duas alternativas, nas Figuras 2, 3, 4 e 5; em termos de Empuxo Cortante Momentos e Deslocamentos respectivamente. Onde "Estaca" significa a primeira alternativa e "Estaca Estronca" a segunda.

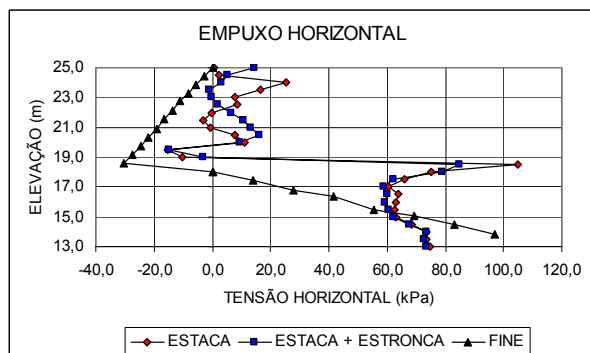


Figura 2: Gráfico: Empuxo Horizontal

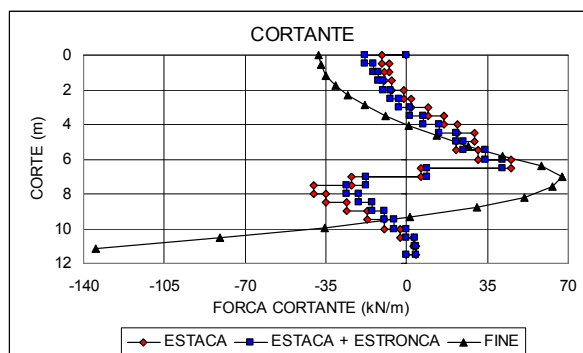


Figura 3: Gráfico: Cortante

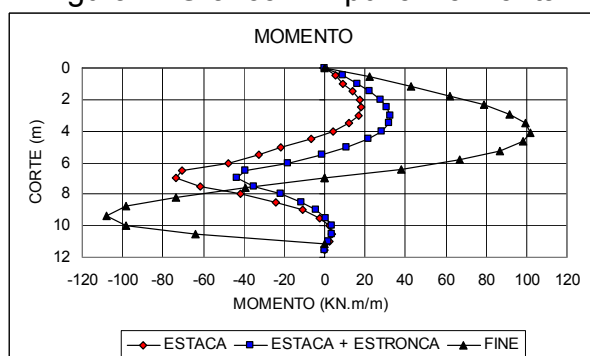


Figura 4: Gráfico: Momento

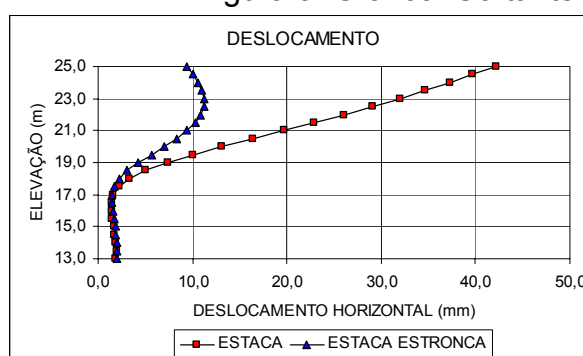


Figura 5: Gráfico: Deslocamento

O perfil 13 teve um escavação de 6,5 m, e com somente a estaca como estrutura de contenção o deslocamento máximo foi de 42,2 mm e com o conjunto estaca estronca foi de 11,2 mm sendo assim a estrutura de contenção precisa da estaca e estronca para garantir a estabilidade. Esses 11,2 mm ficou no limite da segurança podendo ocasionar trincas e conseqüentemente ocorrer uma cunha de ruptura, logo seria recomendável diminuir o espaçamento entre as estacas a menos de 1m e com isso melhor o dimensionamento das estruturas de contenção.

CONCLUSÃO

Para o perfil estudado com base nas sondagens de campo, para estimativa de parâmetros, foi possível estimar uma estrutura de contenção a partir de métodos de equilíbrio limite utilizando a Teoria de Coulomb, posteriormente utilizando uma ferramenta numérica e modelo elasto-plástico foi verificada a estabilidade do suporte antes dimensionado, mostrando que os deslocamentos obtidos estão próximos do limite, precisando com isso aumentar os fatores de redução de resistência.

Com relação aos Momentos e Cortantes ambos os métodos obtiveram valores muito próximos, confirmando a aproximação do método de equilíbrio limite com o método numérico (elasto-plástico).

É recomendada à realização de pelo menos ensaios de cisalhamento direto para cada camada de material, assim determinando c e ϕ de cada material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hachich, W.; Falconi, F.F.; Saes, J.L.; Frota, R.G.Q.; Carvalho, C.S. e Niyama, S. (1998) FUNDAÇÕES: Teoria e prática. Editoras ABMS/ABEF e PINI, São Paulo, Brasil, 751p.
Bowles J.E. (1982) FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN, UK, Mc Graw Hill., 816p.
Sousa Pinto, C. (2000) CURSO BÁSICO DE MECANICA DOS SOLOS, Editora OFINNA DE TEXTOS, São Paulo, Brasil, 247p.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC

¹ Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC), Escola de Engenharia Civil - UFG: cri_calixto@hotmail.com

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