

# 1

## Introdução

A necessidade de se empreender escavações pode ser percebida em diversos projetos de engenharia, isto é, escava-se para a implantação de subsolos de edifícios, shaft de túneis, valas de metrô, etc. Mesmo que não se constitua na atividade preponderante do projeto, é, em muitos casos, uma atividade auxiliar de fundamental importância para o sucesso geral do projeto, visto que a ocorrência de incidentes em escavações pode pôr em risco não só a própria construção, mas todos os outros serviços e edificações vizinhas.

Deve-se observar que, devido aos inevitáveis deslocamentos gerados pela escavação, é mais comum haver incidentes associados aos danos estruturais de edificações vizinhas do que à ruptura global do maciço trabalhado.

Portanto, quando há necessidade de realizar escavações em regiões densamente urbanizadas, além de garantir que não ocorra a ruptura do maciço escavado, é muito importante prever a magnitude e a distribuição dos deslocamentos no sentido de antecipar e precaver as consequências para as estruturas circunvizinhas.

A estabilização e o controle dos deslocamentos do maciço cuja condição de equilíbrio foi alterada pela escavação é geralmente realizada mediante o emprego de um ou de vários elementos estruturais associados.

No Brasil essas estruturas são projetadas predominantemente a partir do método clássico, método que é baseado no estado limite último, onde os empuxos clássicos (Coulomb/Rankine) são utilizados em conjunto com as equações de equilíbrio limite.

Embora de grande valor prático, pela simplicidade, esse método possui uma série de limitações, já que não considera, por exemplos, os deslocamentos gerados pela escavação, a flexibilidade da estrutura de contenção, o efeito arco do solo, a redistribuição das tensões laterais, etc.

Todas essas limitações associadas a vários incidentes recentes envolvendo escavações resultam inevitavelmente em muros de contenção conservadores, robustos e “caros”, já que altos fatores de segurança são utilizados para cobrir,

por exemplos, a falta de informações sobre os deslocamentos gerados pela escavação e os possíveis danos às estruturas vizinhas.

As exigências econômicas e de segurança têm incentivado esforços no sentido do uso de métodos que permitam, além da determinação dos esforços, realizar uma previsão aproximada da grandeza e distribuição dos deslocamentos induzidos pela escavação.

Nesse contexto, sabe-se há alguns anos que ferramentas numéricas, como, por exemplos, os métodos dos elementos finitos empregados em conjunto com parâmetros geotécnicos apropriados, podem fornecer, além de uma razoável previsão dos deslocamentos, uma economia no custo total da estrutura de contenção.

No entanto, há ainda pouca informação disponível sobre o potencial montante que se pode economizar ao adotar esse tipo de abordagem. Esse é um dos motivos que desencorajam os empreiteiros a “investirem” em análises numéricas no dimensionamento de muros de contenção.

Portanto, com o objetivo de quantificar os benefícios (principalmente os econômicos) ao empregar análises numéricas no projeto de muros atirantados, será apresentado uma análise comparativa entre as duas abordagens de dimensionamento (método clássico versus método dos elementos finitos 3D) para um caso de obra.

A obra em questão trata-se de uma cortina de perfis metálico com pranchas pré-moldadas (soldier pile wall) utilizada para estabilizar uma escavação de 6m de profundidade executada na implantação do subsolo de um edifício residencial localizado em Goiânia-GO.

## 1.1

### Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi quantificar em valores econômicos a diferença entre os dois projetos elaborados para estabilizar a escavação apresentada no capítulo 5.

Outros objetivos incluíram:

- Descrever o comportamento das estruturas de contenção flexíveis e diferenciá-las das estruturas rígidas.
- Detalhar o método de cálculo por equilíbrio limite e discutir suas limitações.

- Descrever os procedimentos utilizados para avaliar o estado limite de serviço em obras de contenções.
- Descrever o método observacional e exemplificar sua aplicação a um caso de escavação.
- Detalhar as ponderações necessárias para a seleção dos parâmetros geotécnicos.

## 1.2

### Estrutura da Dissertação

O texto está organizado em nove capítulos.

Neste primeiro capítulo, foi feita uma breve introdução do tema abordado, a motivação e os objetivos almejados no presente trabalho.

O capítulo seguinte descreve o comportamento de estruturas rígidas e flexíveis, objetivando identifica-las e classifica-las. Também é realizado uma introdução ao funcionamento da estrutura de contenção flexível do tipo perfil pranchado, apontando as vantagens e desvantagens da sua aplicação.

O terceiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos métodos de cálculo para o dimensionamento de estruturas de contenção. São descritos em detalhes os procedimentos do método de cálculo por equilíbrio limite (método clássico) e do método dos elementos finitos.

O quarto capítulo descreve o processo e as ferramentas de investigação geotécnica utilizadas para definir o perfil geotécnico e os parâmetros geotécnicos. A sondagem SPT é descrita em detalhes, bem como são discutidas as limitações da obtenção dos parâmetros geotécnicos a partir de correlações com o  $N_{SPT}$ . Também são discutidas as limitações dos ensaios de laboratório, bem como os cuidados e ponderações necessárias para a seleção dos parâmetros geotécnicos a partir desses ensaios.

O quinto capítulo apresenta os detalhes da obra analisada, define-se as características do maciço, também é descrito detalhadamente o programa experimental, bem como é apresentado os resultados dos ensaios realizados.

O sexto capítulo apresenta os resultados dos cálculos realizados por equilíbrio limite para o dimensionamento da estrutura de contenção destinada a estabilizar a escavação apresentada no capítulo 5. Também estão descritos o procedimento utilizado para a seleção dos parâmetros geotécnicos e o dimensionamento detalhado dos elementos estruturais da cortina.

O sétimo capítulo apresenta os resultados dos cálculos realizados pelo método dos elementos finitos para o dimensionamento da estrutura de contenção destinada a estabilizar a escavação apresentada no capítulo 5. Também estão descritos o procedimento utilizado para a seleção dos parâmetros geotécnicos e o dimensionamento detalhado dos elementos estruturais da cortina.

O oitavo capítulo apresenta a tabela de custos relativos aos projetos elaborados nos capítulos 6 e 7. No capítulo também é discutido a importância de cada elemento estrutural da cortina e a porcentagem das investigações geotécnicas sobre o custo total da contenção.

As principais conclusões retiradas desta dissertação são apontadas no capítulo 9, assim como algumas críticas ao trabalho e considerações futuras.