

Emprego de Lamelas com Função de Contrafortes em uma Escavação Urbana

Jonatan Garrido Jung

MLF Consultoria Geotécnica, Porto Alegre, Brasil, jonatan@mlfgeotecnica.com.br

Marciano Lang Fraga

MLF Consultoria Geotécnica, Porto Alegre, Brasil, marciano@mlfgeotecnica.com.br

RESUMO: As contenções empregando paredes diafragmas atirantadas estão entre as mais utilizadas para conter escavações em solos. Este trabalho apresenta a um caso de obra onde não foi permitido o uso de tirantes em escavações da ordem de 8,0 metros de altura para construção de um empreendimento imobiliário. O solo no local é composto por uma camada de argila com areia de consistência média à dura, seguida por outra de alteração com granulação variada, siltosa, com pedregulhos. Como alternativa aos tirantes foi adotada a construção de contrafortes empregando o mesmo método construtivo de parede diafragma, construindo-se lamelas perpendiculares para servirem de apoio. A solução adotada diante da impossibilidade de instalação de tirantes se mostrou satisfatória do ponto de vista de estabilidade global e de deformações. A escolha representou em uma vantagem executiva permitindo a construção da contenção antes da escavação total do terreno, diferentemente das contenções usuais empregando contrafortes.

PALAVRAS-CHAVE: Contenções, Parede diafragma, Lamelas, Tirantes, Estaca raiz.

1 INTRODUÇÃO

Para a construção de um empreendimento imobiliário na cidade de Porto Alegre em um terreno de grande aclive, foi necessário projeto de contenções para escavações da ordem de 8,0 m de altura.

Um dos tipos de contenções de solo mais usadas atualmente são as paredes diafragmas atirantadas. Esta solução requer geralmente a instalação de tirantes no subsolo de terrenos vizinhos. Entretanto nesta obra, por questões de autorização, não foi possível a execução destes elementos de ancoragem além das divisas. Por este motivo foi necessário lançar mão de uma solução não convencional, empregando cortinas de parede diafragma com contrafortes.

Nos itens subsequentes é feita uma descrição geotécnica do local da obra e de questões envolvendo o projeto e execução das soluções

adotadas no empreendimento.

2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

2.1 Descrição do empreendimento

O empreendimento em estudo localiza-se na rua Doutor Mário Totta, 701 em Porto Alegre/RS. A obra consiste em um edifício residencial de cinco pavimentos, cada um com área de aproximadamente 1.100 m², com dois subsolos e uma galeria de lojas comerciais.

O terreno de implantação do empreendimento possui um aclive da rua até os fundos, sendo o desnível de aproximadamente 8 m. O volume de material a ser removido pelas escavações é de cerca de 9.500 m³.

2.2 Investigação geotécnica

No terreno foram executados seis furos de sondagens à percussão. Os resultados mostraram que o solo local é composto por uma camada de argila com areia de granulação variada, com a presença de alguns pedregulhos. A consistência da argila varia de média à dura, e a espessura desta camada varia de 4,70 a 9,10 m.

Sob a argila encontra-se alteração de granulação variada, siltosa, com pedregulhos, predominando a cor amarela variada, que se estende até o impenetrável à percussão encontrado entre 7,90 e 10,20 m de profundidade.

O nível d'água, medido após 24 horas, variou entre 2,50 e 5,60 m de profundidade.

3 SOLUÇÕES ADOTADAS

Para a implantação do empreendimento apresentado neste estudo, foi realizada uma escavação tendo como base a cota da calçada para o local da galeria de lojas comerciais, e a cota -1,50 m para o subsolo da torre residencial.

As escavações e contenções foram divididas em setores conforme apresentado na Figura 1.

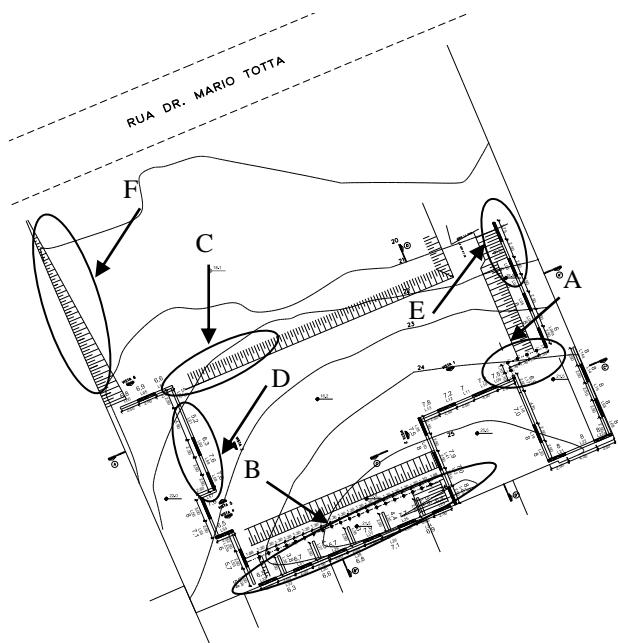


Figura 1. Localização dos setores de escavação e contenção.

Para as escavações e contenções do empreendimento, foi concebida inicialmente uma solução empregando cortina em Paredes Diafragma Atirantada e Contraventada com as lajes da estrutura para escavações da ordem de até 8,0 m de altura. Esse sistema apresenta a grande vantagem de permitir a construção das contenções antes da execução da escavação. A Figura 2 ilustra o sistema executivo.

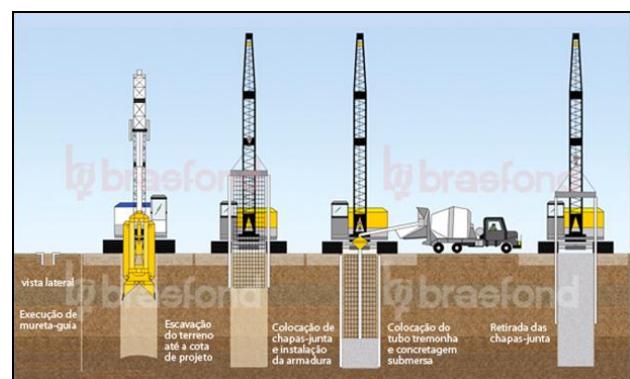


Figura 2. Sistema executivo das paredes diafragma (lamelas).

No entanto, em um trecho da divisa junto aos fundos do terreno, não foi concedida autorização para a execução de tirantes, o que forçou a busca por uma alternativa de contenção sem este elemento. Assim decidiu-se pela construção de paredes diafragmas com contrafortes. Esta solução não convencional visava compensar a impossibilidade de uso de tirantes, mantendo o mesmo sistema construtivo para as contenções. Desta forma, seria possível executar completamente as contenções antes da escavação total do terreno.

Os contrafortes eram lamelas executadas perpendicularmente às lamelas de contenção na divisa do terreno, conforme apresentado esquematicamente na Figura 3.

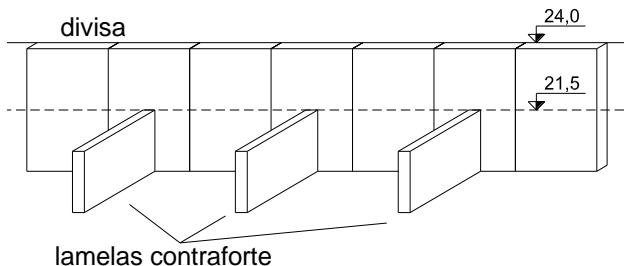


Figura 3. Contenção empregando lamelas como contrafortes.

A Figura 4 indica em planta o trecho onde foram empregadas as paredes diafragmas com contrafortes, e a Figura 5 apresenta um corte junto à divisa no setor B.

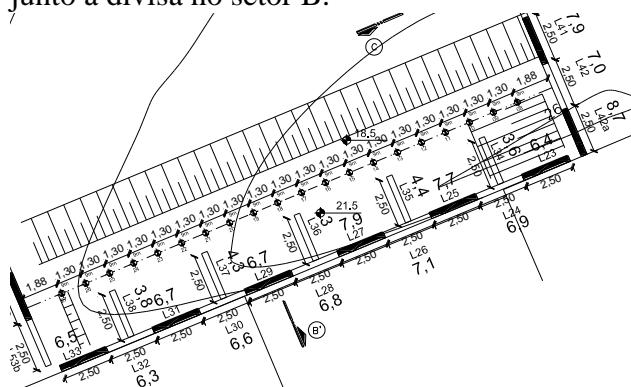


Figura 4. Setor onde foram executados os contrafortes.

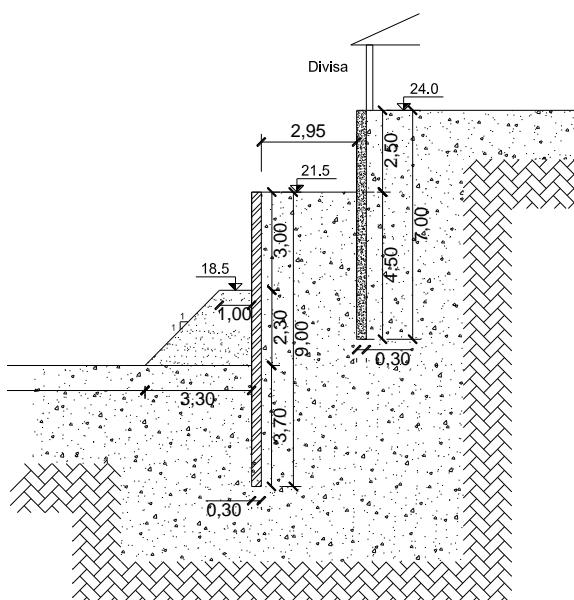


Figura 5. Contenções junto à divisa dos fundos do terreno.

A estabilidade do talude de corte no setor B foi avaliada com o auxílio do programa computacional Macstars 2000 – Rel. 2.2. Através deste, foi empregado o método de Bishop com Superfícies Circulares. Para uma seção representativa do talude (Figura 5), os fatores de segurança foram calculados para avaliar a estabilidade global. Foi considerada ainda uma sobrecarga de 20 kPa para levar em conta o efeito da edificação vizinha.

A partir dos resultados das sondagens foi elaborado um modelo geotécnico representativo do solo local. Para isto foram estabelecidos três camadas de solo, cujos parâmetros foram obtidos através de correlações constantes na literatura (BRAJA, 2007; JOPPERT, 2007; LAMBE & WHITMAN, 1969; ORTIGÃO, 1993; PENNA, 2001; SCHNAID, 2000). Assim foram adotados os parâmetros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros geotécnicos das camadas das seções transversais analisadas.

Camada	Peso específico natural (kN/m ³)	Peso específico saturado (kN/m ³)	Ângulo de atraito interno (°)	Coesão efetiva (kPa)
Argila média com areia e pedregulhos	18	18	15	20
Argila dura com areia e pedregulhos	19	19	20	30
Alteração de granulação variada com pedregulhos	20	20	25	30

Inicialmente foi verificada a estabilidade do talude superior junto à divisa (Figura 6) que forneceu fator de segurança 1,37. De acordo com a norma brasileira de estabilidade taludes NBR 11682 (ABNT, 2009), este valor é insuficiente, o que motivou a construção da contenção para o talude superior.

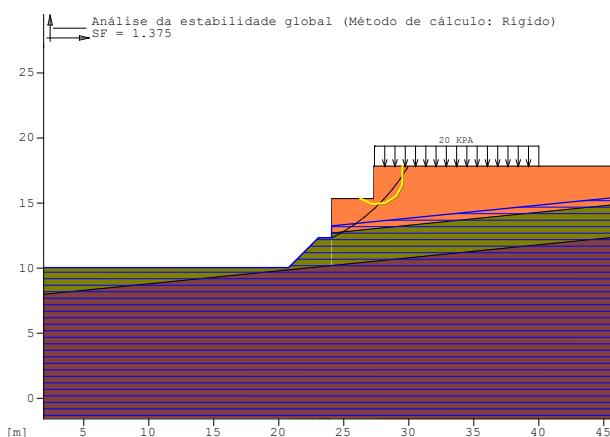


Figura 6. Análise de estabilidade do talude superior junto à divisa com superfícies circulares de acordo com o método de Bishop.

A estabilidade quanto a uma ruptura global foi também analisada, e na Figura 7 é apresentada a superfície crítica para a seção transversal calculada pelo método de Bishop, que forneceu fator de segurança igual a 2,25.

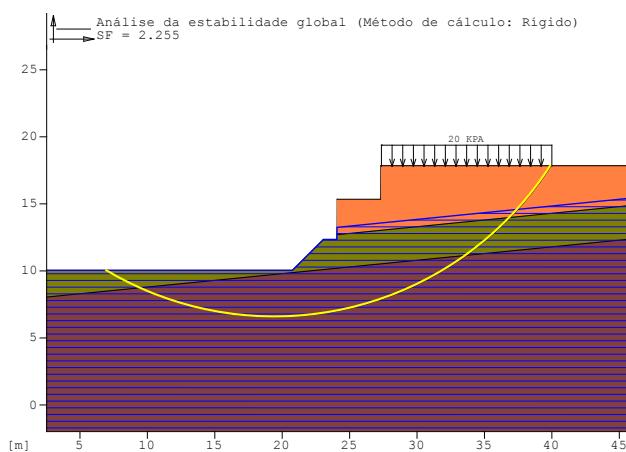


Figura 7. Análise de estabilidade global com superfícies circulares de acordo com o método de Bishop.

Em dois trechos do terreno, setores A e B da planta de escavação (Erro! Fonte de

referência não encontrada.), constatou-se a presença de rocha o que impedia a conclusão do sistema de contenção originalmente projetado. Optou-se então pela execução de uma cortina em estacas raiz, embutindo dentro destas perfis metálicos para aumentar sua rigidez à flexão.

A Figura 8 ilustra uma configuração típica para a solução em estacas raiz com perfis metálicos.

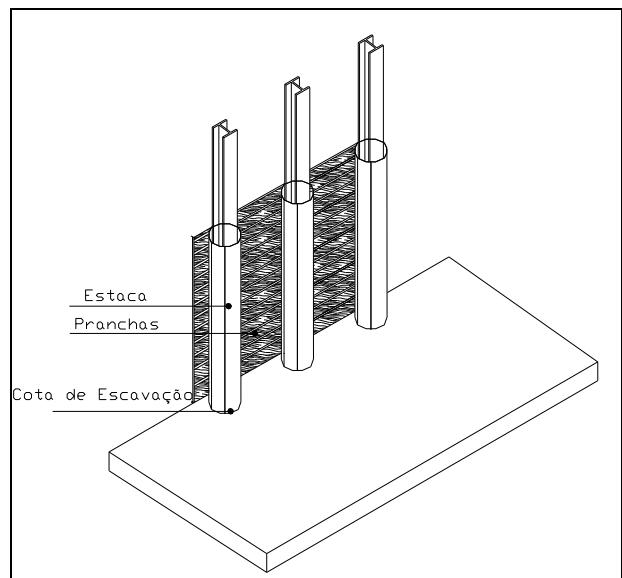


Figura 8. Detalhe do pranqueamento de uma contenção com estacas e perfis metálicos.

Nesse sistema a execução da cortina é feita após a escavação do terreno sendo necessário proteger o corte contra eventuais quedas e desmoronamentos com o uso de pranchas de madeira entre os perfis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução adotada empregando paredes diafragmas (lamelas) com contrafortes, adotada como alternativa devido a impossibilidade do uso de tirantes, se mostrou satisfatória do ponto de vista de estabilidade global e de deformações.

Este método constituiu uma vantagem executiva permitindo a construção da contenção

antes da escavação total do terreno, diferentemente das contenções usuais empregando contrafortes.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682: estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009.
- Braja, M. D. Fundamentos de engenharia geotécnica. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- Gerscovich, D. M. Estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de textos, 2012.
- Joppert Jr., I. Fundações e contenções de edifícios. São Paulo: PINI, 2007.
- Lambe, T. W.; Whitman, R. V. *Soil mechanics*. John Wiley e Sons, 1969.
- Ortigão, J. A. R. Introdução à mecânica dos solos dos estados críticos. Editora LTC, 1993.
- Penna, A. S. D. Apostila de Fundações I – Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie, 2001.
- Schnaid, F. Ensaios de campo e suas aplicações à engenharia de fundações. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.