XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.4/52

Contenções no Sistema "Top Down" Semi-Invertido: caso de obra

Marciano Lang Fraga
Sócio-Diretor, MLF Engenharia e Projetos, Porto Alegre, RS, Brasil, marcianofraga@gmail.com

Matheus Campos Pompermayer
Sócio, MLF Engenharia, Porto Alegre, RS, Brasil, pompermayer.matheus@gmail.com

RESUMO: Este artigo apresenta o relato de uma obra em Porto Alegre/RS, onde foi necessário contornar restrições ao uso de tirantes para contenção em escavação profunda, adotando a técnica pouco convencional "Top Down" de forma semi-invertida em duas divisas do terreno. Após o colapso da contenção inicial, implementou-se uma sequência executiva envolvendo estacas justapostas, vigas de coroamento e travamento progressivo por lajes e vigas da superestrutura. O monitoramento realizado em doze pilares-chave do edifício vizinho durante 536 dias registrou recalques entre 0,60 mm e 3,64 mm, indicando excelente controle de movimentações e a estabilidade da estrutura lindeira. Comparado a métodos convencionais, como tirantes e solo grampeado, o Top Down mostra-se vantajoso em contextos urbanos com severas restrições de espaço e impedimentos legais para ancoragens externas, além de permitir a execução simultânea da estrutura e escavação. Contudo, exige planejamento detalhado, mão de obra especializada e monitoramento rigoroso para garantir segurança e replicabilidade. Os resultados obtidos evidenciam que a criatividade em engenharia deve sempre estar alinhada a fundamentos técnicos e controle de riscos, especialmente em soluções inovadoras para obras urbanas profundas

PALAVRAS-CHAVE: Contenções, Top Down, Escavação profunda, Muro de divisa, Obras Urbanas.

ABSTRACT: This article reports on a construction project in Porto Alegre/RS where restrictions on using anchors for deep excavation containment required adopting the unconventional semi-inverted "Top Down" technique along two plot boundaries. After the initial containment collapse, a sequence involving contiguous bored piles, capping beams, and progressive bracing by slabs and beams of the superstructure was implemented. Monitoring of twelve key columns in the neighboring building over 536 days recorded settlements between 0.60 mm and 3.64 mm, indicating excellent movement control and structural stability. Compared to conventional methods such as anchors and soil nailing, Top Down proves advantageous in urban contexts with severe space constraints and legal limitations on external anchorage, while allowing simultaneous structure and excavation execution. However, it demands detailed planning, specialized labor, and rigorous monitoring to ensure safety and replicability. The results highlight that engineering creativity must always align with technical foundations and risk management, especially when applying innovative solutions to deep urban excavations.

KEYWORDS: Retaining structures, Top Down, Deep excavation, Boundary wall, Urban Construction

1 INTRODUÇÃO

A execução de escavações profundas em áreas urbanas densamente ocupadas representa um desafio significativo para a engenharia civil, especialmente quando há restrições de espaço e proximidade de edificações vizinhas. Nessas situações, a escolha do método de contenção adequado é fundamental para garantir a segurança da obra e do entorno (Milititsky, 2016). Este artigo apresenta o estudo de caso sobre a execução de um edifício residencial em Porto Alegre/RS, cuja construção exigiu soluções fora do habitual e criativas após a ruptura parcial de uma estrutura de contenção convencional durante a execução dos subsolos. Diante da impossibilidade de utilizar tirantes devido à negativa do vizinho, a equipe técnica, composta por projetistas e executores, optou pela adoção do método conhecido como "top down", que utiliza a própria estrutura do edifício para travar a cortina de contenção. O relato detalha as características do terreno, as

dificuldades enfrentadas, as etapas de execução do método "top down" e as principais lições aprendidas, contribuindo para o debate sobre alternativas seguras e eficientes em obras subterrâneas urbanas.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E LIMITAÇÕES

A obra em questão consistia na construção de um edifício residencial em Porto Alegre/RS, projetado com dois subsolos, o que demandava uma escavação de aproximadamente 7 metros de profundidade. O terreno, localizado em uma esquina, apresentava vizinhos apenas nas laterais norte e oeste: ao norte, um prédio residencial afastado 4 metros da divisa, e ao oeste, uma pequena casa situada junto ao limite do terreno.

Para viabilizar a escavação a prumo, foi projetada inicialmente uma estrutura de contenção composta por concreto armado e perfis metálicos em todo o perímetro necessário. No entanto, após a conclusão das escavações e dos blocos de fundação, ocorreu a ruptura da contenção ao longo de um trecho de aproximadamente 21 metros na divisa norte. O colapso comprometeu a estabilidade do terreno vizinho, impossibilitando o acesso à garagem dele. Da Figura 1 a Figura 4 são apresentadas fotos após o rompimento.



Figura 1. Foto após o rompimento onde é possível observar impactos ao vizinho.



Figura 2. Foto após o rompimento.



Figura 3. Foto após o rompimento obtida a partir do terreno vizinho.



Figura 4. Foto após o rompimento obtida a partir do terreno da obra.

Como medida emergencial, foi executado um reaterro provisório em talude de 45º, partindo do nível do vizinho até a cota de escavação da obra. Embora essa solução tenha estabilizado temporariamente o local, ela avançava sobre os blocos de fundação já executados, impedindo o andamento da obra e tornando inviável a continuidade das etapas construtivas.

Além disso, a alternativa convencional de uso de tirantes para ancoragem da nova contenção foi descartada, pois não houve autorização do vizinho para intervenções em seu terreno. Diante dessas restrições, tornou-se necessário buscar uma solução técnica capaz de garantir a estabilidade definitiva da escavação,

liberar o acesso às fundações já executadas e permitir o prosseguimento seguro da obra, mesmo em um contexto de espaço limitado e sem possibilidade de ancoragens externas.

Diante destas limitações, optou-se pelo emprego do método de escavação denominado de *top down*.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO SOLO LOCAL

Com base nos relatórios de sondagens SPT realizadas no terreno, elaborou-se um perfil geotécnico do solo local sob o qual foram realizadas todas as análises de estabilidade do projeto de contenção. O relatório da sondagens mais próxima do local de ruptura da contenção é apresentado na Figura 5. Conforme é possível observar nele, o solo local é composto basicamente por camadas intercaladas de argila siltosa e silte arenoso em toda a sua extensão. Os impenetráveis das sondagens ocorrem em profundidades que variam de 18,0 a 20,0 metros. A resistência do material que compõe o solo é classificada variando de média a rija, nas camadas de argila siltosa, e de medianamente compacto a compacto nas camadas de silte arenoso. O nível d'água identificado nas sondagens ficou, na média, em 2,0 metros de profundidade.

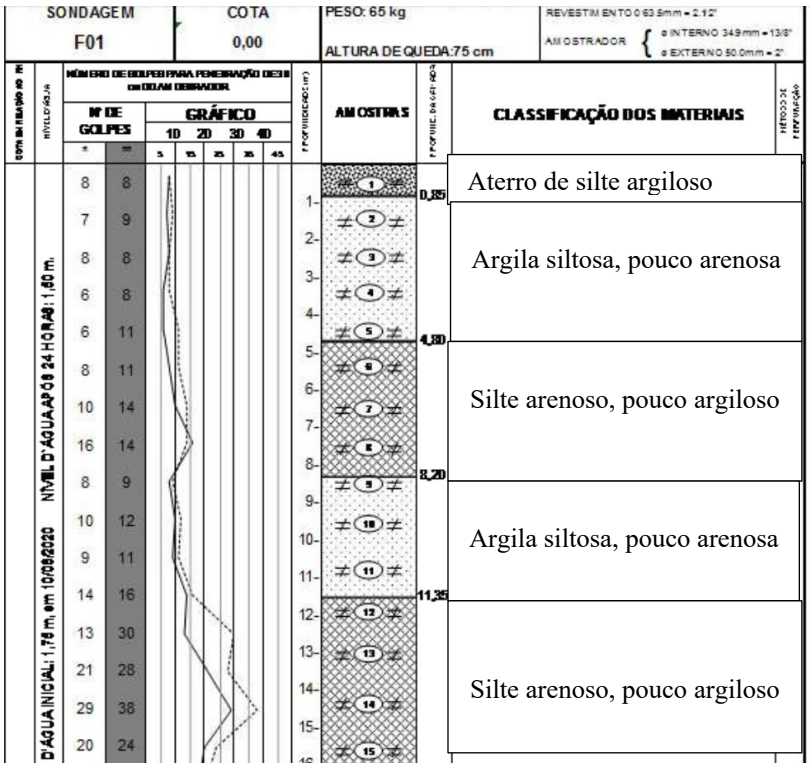


Figura 5. Boletim da sondagem SPT mais próxima ao local da ruptura.

Baseado nas sondagens e através de correlações obtidas em literatura especializada (JOPPERT, 2007), o solo local, a partir da cota do vizinho, foi parametrizado conforme apresentado na Tabela 1. A utilização do parâmetro denominado de "ru" (razão de poropressão), obtido através de literatura técnica, simula uma situação de saturação do solo devido a incidência de chuvas. Tais parâmetros foram considerados em todas as análises.

Os parâmetros geotécnicos do solo constituinte do aterro emergencial, executado posterior à ruptura, foi determinado através de retroanálise devido à falta de ensaios e informações referentes às características deste material. Como critério para esta retroanálise buscou-se obter um fator de segurança próximo a 1,1, pois, sabendo que FS=1 significa o limite da ruptura e que o maciço analisado se encontrava-se estável; parâmetros que gerassem uma curva de ruptura passando pelo aterro, com fator de segurança próximo a 1,1, indicaria um cenário conservador para os seus parâmetros.

Tabela 1. Camadas e parâmetros geotécnicos considerados para o solo local

Profundidade	Solo	Peso específico	Coesão	Ângulo de atrito	ru
-	Aterro	19,0 kN/m³	16,0 kPa	22º	0,30
0,00 a 6,00m	Argila siltosa	19,0 kN/m³	16,0 kPa	19º	0,30
6,00 a 8,00m	Silte arenoso	19,0 kN/m³	16,0 kPa	21º	0,00
8,00 a 11,00m	Argila Siltosa	19,0 kN/m³	24,0 kPa	19º	0,00
> 11,00m	Silte Arenoso	20,0 kN/m³	24,0 kPa	22º	0,00

4 MÉTODO "*TOP DOWN*"

O sistema construtivo *top down* é uma metodologia utilizada principalmente em obras com subsolos, que permite a execução simultânea da estrutura superior do edifício e das escavações para os pavimentos subterrâneos. Borges (2019) e Falconi *et al* (2000) também apresentam casos de obras com condicionantes semelhantes onde foi empregado o mesmo método construtivo. O termo *top down* significa "de cima para baixo", refletindo a lógica do processo: ao invés de escavar todo o subsolo para só depois iniciar a estrutura, como no método convencional, o top down propõe a execução das lajes e vigas superiores ao mesmo tempo em que se avança com a escavação e concretagem das lajes inferiores.

As principais vantagens do sistema top down incluem (PET ENGENHARIA CIVIL – UFJF, 2011):

- **Alternativa para locais com limitação, ou restrição ao uso de ancoragens tradicionais**, como, por exemplo, tirantes e grampos.
- **Melhor aproveitamento do espaço do canteiro**, fundamental em terrenos urbanos restritos.
- **Maior segurança e estabilidade das escavações**, já que as lajes atuam como travamentos intermediários das contenções.

Como limitações e desvantagens do método pode se citar as seguintes (PET ENGENHARIA CIVIL – UFJF, 2011):

- **Acesso restrito para equipamentos:** O avanço das escavações sob as lajes já executadas limita o espaço disponível para a movimentação de máquinas e operários, tornando a logística interna mais complexa e, muitas vezes, reduzindo a produtividade
- **Execução mais lenta e diligente:** Devido às restrições de espaço e à necessidade de coordenação entre as frentes de trabalho superiores e inferiores, as atividades tendem a ser mais lentas em comparação ao método convencional, além de demandarem maior planejamento e controle de obra
- **Necessidade de mão de obra especializada:** A execução do método demanda equipes experientes e bem treinadas, tanto para garantir a segurança quanto para evitar falhas de execução

Esse método é especialmente indicado para obras em áreas urbanas adensadas, onde há limitações para escavações abertas, restrição ao uso de tirantes ou necessidade de minimizar impactos sobre edificações vizinhas.

5 EXECUÇÃO DO MÉTODO TOP DOWN NA OBRA EM QUESTÃO

A seguir é apresentada de forma detalhada a sequência executiva do emprego do método na obra, ilustrada também, posteriormente, da Figura 9 até a Figura 13.

5.1 Ruptura e execução do aterro emergencial

Após a ruptura da contenção original na divisa norte, foi necessária a adoção imediata de uma solução provisória para garantir a estabilidade do terreno vizinho e evitar danos à edificação existente. Optou-se pela execução de um aterro emergencial em talude com inclinação de 45º, partindo do nível do vizinho até a cota

da escavação da obra. Este aterro avançou sobre os blocos de fundação já executados, estabilizando temporariamente o local, mas inviabilizando o prosseguimento da obra, pois impedia o acesso às fundações e à área de trabalho.

5.2 Execução da nova contenção em estacas justapostas

Decidiu-se pela execução de uma nova contenção composta por estacas escavadas justapostas ao longo do trecho afetado. Foram executadas 41 estacas com diâmetro de 50 cm e profundidade de 15 metros, posicionadas junto ao alinhamento da divisa rompida. A execução ocorreu pelo terreno do vizinho, exigindo o alargamento da base (saia) do aterro emergencial para garantir maior estabilidade e segurança para o maquinário durante o processo. As estacas justapostas são largamente utilizadas em obras urbanas devido à sua capacidade de conter o solo com mínima vibração e baixo risco de descompressão do terreno adjacente (TEIXEIRA; GUSMÃO; GUSMÃO FILHO, 2006). A Figura 6 apresenta uma foto obtida durante a excução das estacas escavadas, já com a saia do talude estendida.



Figura 6. Foto de execução das estacas escavadas justapostas (ø50), com comprimento de 15m.

5.3 Execução da viga de coroamento

Após a conclusão das estacas, foi executada uma viga de coroamento sobre elas, com o objetivo de solidarizar o conjunto e distribuir uniformemente os esforços atuantes. A viga de coroamento é um elemento fundamental, pois conecta as estacas, reduz deslocamentos diferenciais e serve de apoio para a estrutura superior, além de permitir a integração com futuras lajes e pilares (TEIXEIRA; GUSMÃO; GUSMÃO FILHO, 2006).

5.4 Redução do aterro emergencial

Com a nova contenção e a viga de coroamento concluídas, iniciou-se a remoção parcial do aterro provisório para liberar o acesso aos blocos de fundação já executados e permitir o avanço das etapas estruturais. Manteve-se uma berma mínima junto às estacas de contenção, com a saia limitada ao alinhamento do bloco mais próxima da divisa, com inclinação de 45º, para auxiliar na estabilidade da estrutura durante a transição entre o aterro provisório e a execução da superestrutura.

5.5 Execução da superestrutura

Com o acesso às fundações restabelecido, foi possível dar continuidade à execução da superestrutura do edifício, erguendo pilares, vigas e lajes superiores. No método top down, a estrutura do prédio é utilizada como travamento progressivo da contenção, à medida que as lajes são concretadas e conectadas à viga de coroamento e às estacas. Esse processo garantiu a estabilidade da contenção. A Figura 7 e a Figura 8 apresentam fotos da execução da superestrutura do prédio com as primeiras lajes travando a cortina de estacas.



Figura 7. Execução da laje de travamento da cortina



Figura 8. Laje de travamento da cortina

5.6 Remoção total da berma e liberação definitiva da contenção

Após o travamento da cortina de contenção pelas lajes e vigas da superestrutura, a berma remanescente foi removida integralmente com o auxílio de maquinário de pequeno porte. Com isso, a cortina de contenção foi liberada de forma definitiva, permitindo a continuidade normal das demais etapas da obra sem novas intercorrências no local.

6 SEQUÊNCIA EXECUTIVA

A seguir são apresentadas imagens (Figura 9 até Figura 13) de ilustração da sequência executiva que foi adotada na obra, retiradas da prancha de projeto de contenção.

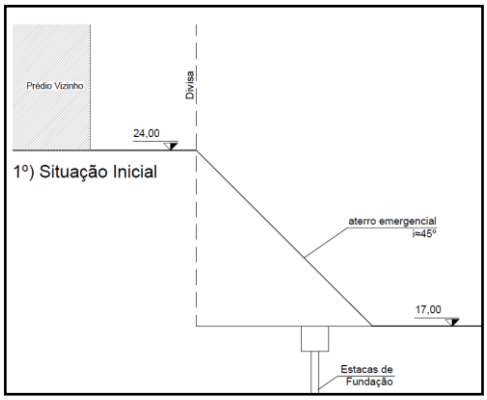


Figura 9. 1ª Etapa: Execução do talude emergencial sobre as estacas e blocos de fundação já executados.

FS aterro emergencial s/ sobrecarga = 1,1

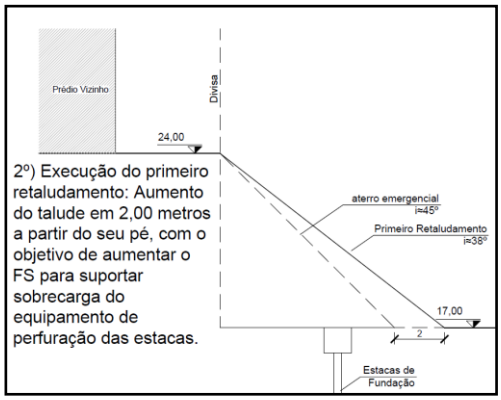


Figura 10. 2ª Etapa: Aumento do talude emergencial em 2m a partir da sua base.

FS aterro emergencial c/ sobrecarga = 1,05
FS 1º retaludamento c/ sobrecarga = 1,22

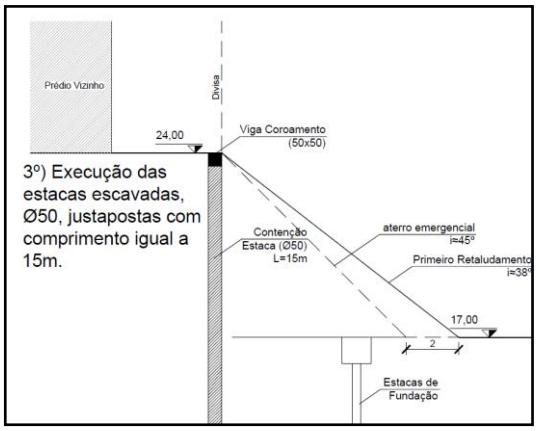


Figura 11. 3ª Etapa: Execução das estacas escavadas e da viga de coroamento.

FS estabilidade cortina (empuxos) = 2,95
FS estabilidade global = 2,59

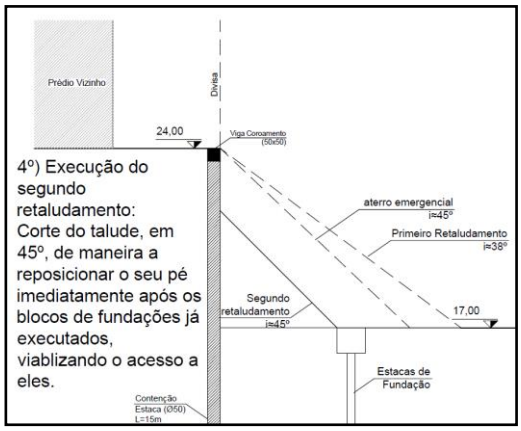


Figura 12. 4ª Etapa: Redução do talude emergência de modo a liberar acesso aos blocos de fundação.

FS estabilidade cortina (empuxos) = 2,08
FS estabilidade global = 2,59



Figura 13. 5ª Etapa: Execução da superestrutura do prédio (pilares, vigas e lajes) para travamento da cortina de estacas.

7 MONITORAMENTO

Com o objetivo de monitorar possíveis movimentações e recalques na estrutura do edifício vizinho durante e após as intervenções, foram instalados 12 pinos de monitoramento em pilares estratégicos do prédio. Ao longo de 536 dias, foram realizadas 21 campanhas de medição em todos os pontos instrumentados. Os resultados indicaram recalques variando entre 0,60 mm e 3,64 mm, valores considerados baixos e indicando a estabilidade da estrutura.

7 COMPARATIVO DE SOLUÇÕES

Para ilustrar e contextualizar as condições que influenciam a escolha do método mais adequado, apresenta-se uma comparação (Tabela 2) entre o sistema de escavação e contenção Top Down e outros métodos convencionais utilizados em obras. Essa comparação destaca as principais características, vantagens e limitações de cada abordagem.

Tabela 2. Tabela comparativa de métodos de contenção

Método de contenção	Vantagens	Desvantagens
Top Down	- Permite execução simultânea da superestrutura e escavação, otimizando espaço restrito - Dispensa tirantes externos, útil em restrições legais e técnicas - Proporciona maior estabilidade e segurança progressiva das contenções	- Acesso limitado para máquinas e operários - Exige maior planejamento e mão de obra especializada - Processo pode ser mais lento e complexo
Tirantes	- Alta capacidade de contenção - Processo rápido e amplamente conhecido	- Necessita de autorização para intervenção no terreno vizinho - Pode causar vibrações e interferências - Limitações em espaços muito restritos
Solo Grampeado	- Execução rápida - Boa adaptação a solos inclinados - Processo menos invasivo	- Limitação da altura de escavação -Desempenho reduzido em solos saturados - Necessita de mão de obra especializada

8 CONCLUSÃO

A experiência relatada evidencia que o método *top down* é eficiente e seguro para escavações profundas em áreas urbanas com restrições severas de espaço e limitações técnicas. Após o colapso da contenção convencional e a impossibilidade do uso de tirantes, essa metodologia estabilizou o terreno e protegeu as edificações vizinhas, permitindo a retomada organizada do cronograma da obra. A aplicação foi facilitada pelo fato de as estacas e blocos de fundação já estarem executados, garantindo apoio imediato da superestrutura e integração eficiente com a contenção, otimizando o sequenciamento e reduzindo paralisações. O monitoramento realizado em doze pilares estratégicos durante 536 dias mostrou recalques mínimos, entre 0,60 mm e 3,64 mm, evidenciando a estabilidade da estrutura vizinha e a eficácia da contenção adotada. A execução criteriosa das etapas e o controle rigoroso confirmam a robustez do sistema. Assim, este estudo contribui para o conhecimento técnico de alternativas de contenção em escavações profundas, servindo de referência para obras urbanas com desafios similares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, W. J. A. (2019). *Criatividade para enfrentar condições de contorno restritivas em escavações urbanas*. São Paulo. Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, SEFE-9

Falconi, F. F.; Zaclis, E.; Corrêa, C. N.; Rocha, L. M. B. (2000). *Adaptação do método construtivo de uma estrutura de contenção de 15 m de altura sobre tubulões, executada de forma invertida*. São Paulo. Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, SEFE-4.

Joppert, J.I. (2007). *Fundações e contenções em edifícios: qualidade total na gestão do projeto e execução*. São Paulo.

Milititsky, J. (2016). *Grandes escavações em perímetro urbano*. São Paulo. Oficina de Textos.

PET Engenharia Civil - UFJF. (2011). Sistema de construção Top-Down. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. Disponível em: <https://petcivilufjf.wordpress.com/2011/12/08/sistema-de-construcao-top-down/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Teixeira, S. H. C.; Gusmão, A. D.; Gusmão Filho, J. A. (2006). *Estacas Justapostas: Projeto e Execução*. Oficina de Textos, São Paulo.