

Soluções de Travamento de Contenções Periféricas recorrendo a Elementos Estruturais



Alexandre Pinto¹



Rui Tomásio²



Xavier Pita³

RESUMO

No presente artigo são apresentados casos de obras e de projectos de escavação e de contenção periférica, realizados em meio urbano, onde, por motivos relacionados com os principais condicionamentos: condições de vizinhança e condições geológicas e geotécnicas, que impediam, por razões legais, ou desaconselhavam, por razões técnicas e económicas, o recurso a ancoragens, seladas em terrenos competentes, foram adoptadas soluções estruturais de travamento das paredes de contenção periférica, em quadro fechado. Nestas soluções de travamento foram adoptados elementos estruturais: bandas de lajes ou, quando os condicionamentos de natureza arquitectónica o determinavam, vigas treliçadas metálicas provisórias, dando continuidade, no mesmo quadro fechado, às referidas bandas. Estes elementos de travamento foram executados de forma compatibilizada com os trabalhos de escavação e, sempre que possível, como no caso geral das bandas de lajes, devidamente integrados nas soluções estruturais dos pisos enterrados. Por último, é efectuada uma análise comparativa entre as vantagens e as desvantagens deste tipo de soluções e das soluções mais convencionais, recorrendo a ancoragens provisórias, seladas em terrenos competentes, a escoramentos horizontais provisórios ou ao método invertido.

PALAVRAS-CHAVE

Escavação, Contenção Periférica e Travamento.

¹ JetSJ Geotecnia Lda., Rua Comandante Costeau, Lote 4.07.01 E, 1990-067 Lisboa, Portugal. apinto@jetsj.pt

² JetSJ Geotecnia Lda., Rua Comandante Costeau, Lote 4.07.01, E, 1990-067 Lisboa, Portugal. rtomasio@jetsj.p

³ JetSJ Geotecnia Lda., Rua Comandante Costeau, Lote 4.07.01, E, 1990-067 Lisboa, Portugal. xpita@jetsj.p

1. INTRODUÇÃO

Com a valorização crescente do sub – solo nos centros urbanos, tem se verificado um incremento generalizado de obras de escavação e de contenção periférica. Estas, têm, em geral, sido realizadas ao abrigo de estruturas de contenção constituídas por paredes em betão armado que, tradicionalmente e atendendo às condições geológicas dos maiores centros urbanos nacionais, têm sido travadas por ancoragens, seladas em terrenos competentes e por escoramentos provisórios de pequeno vão, localizados nos cantos e constituídos por perfis metálicos em aço laminado. Em situações menos frequentes, como estações do Metropolitano, localizadas em zonas geológicas mais desfavoráveis, as paredes periféricas tem igualmente sido travadas por escoramentos de grande rigidez, vencendo, em geral, a totalidade do menor vão da escavação, ou pelo método invertido, em que a quase totalidade da área das lajes dos pisos é executada de forma compatibilizada com os trabalhos de escavação, permitindo o travamento das estruturas de contenção logo na fase de escavação (Fig. 1).

Contudo, em casos relativamente recentes [1 e 2] e por condicionamentos de natureza legal, técnica ou económica, nem sempre tem sido viável o recurso aos sistemas de travamento mais tradicionais. Nestes casos, as opções têm, sempre que possível, incorporado os elementos estruturais correspondentes aos travamentos da fase definitiva da obra, constituídos por bandas das lajes dos pisos enterrados, com geometria estritamente necessária para a função de travamento, sendo estas realizadas, de forma devidamente coordenada com os trabalhos de escavação e sem condicionar excessivamente estes últimos, como, por exemplo, sucede no método invertido. No enquadramento descrito, no presente artigo são apresentados casos de obras em Lisboa e em Luanda e de um projecto em Lisboa, nos quais e atendendo aos condicionamentos existentes, foram adoptadas soluções de travamento de contensões periféricas recorrendo a elementos estruturais, constituídos por bandas das lajes dos pisos enterrados.

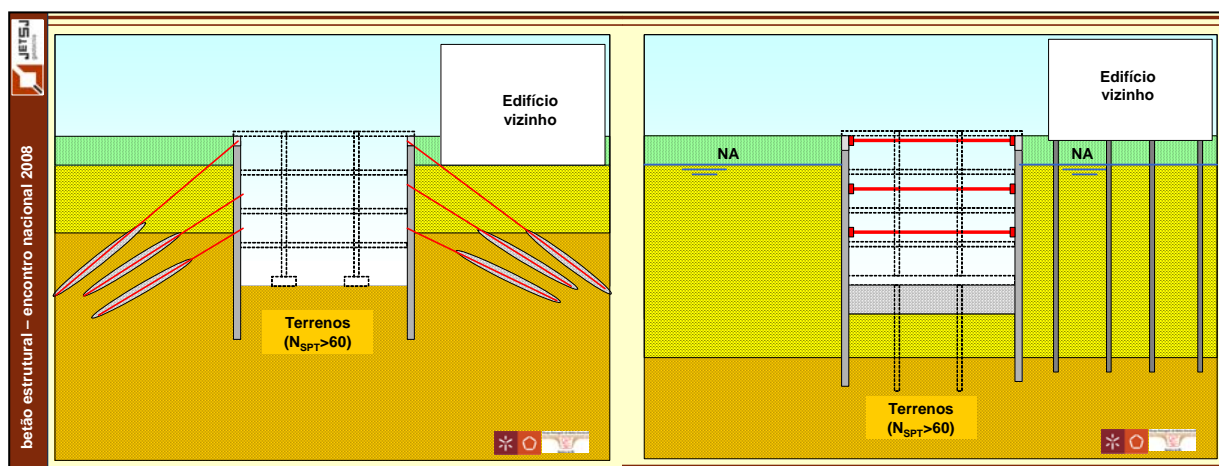


Figura 1. Secções tipo de soluções de travamento correntes por ancoragens e por escoramentos no menor vão da escavação.

2. EDIFÍCIO CENTENÁRIO EM LISBOA

O edifício centenário situado na esquina da Rua Martens Ferrão com a Rua do Viriato, em Lisboa, cujo interior foi demolido e as fachadas preservadas, foi alvo de uma intervenção que determinou a construção de uma nova estrutura interior em betão armado, incluindo a execução de 4 pisos enterrados, com as paredes periféricas, de dois dos quatro alçados, localizadas integralmente sob as fachadas a preservar. Face aos condicionamentos existentes, em particular as condições geológicas e a impossibilidade de realização de ancoragens para travamento das paredes de contenção periférica, mostrou-se necessário o recurso a uma técnica de contenção que permitisse, para além da utilização na fase construtiva do maior número possível de elementos da futura estrutura definitiva, proceder, simultaneamente, ao recalçamento das fachadas a preservar e à contenção e tratamento dos terrenos.

2.1 Enquadramento da intervenção

O recinto onde foi realizada a escavação dispõe de uma área com geometria, em planta, aproximadamente rectangular com de cerca de $18,5 \times 17,0 \text{ m}^2$, apresentando as seguintes principais confrontações (Fig. 2):

- Alçado Norte: edifício centenário com 5 pisos elevados e uma semi-cave.
- Alçado Nascente: edifício centenário com 5 pisos elevados sem caves.
- Alçado Sul: Rua Martens Ferrão (fachada centenária a preservar com 20 metros de altura).
- Alçado Poente: Rua do Viriato (fachada centenária a preservar com 20 metros de altura).

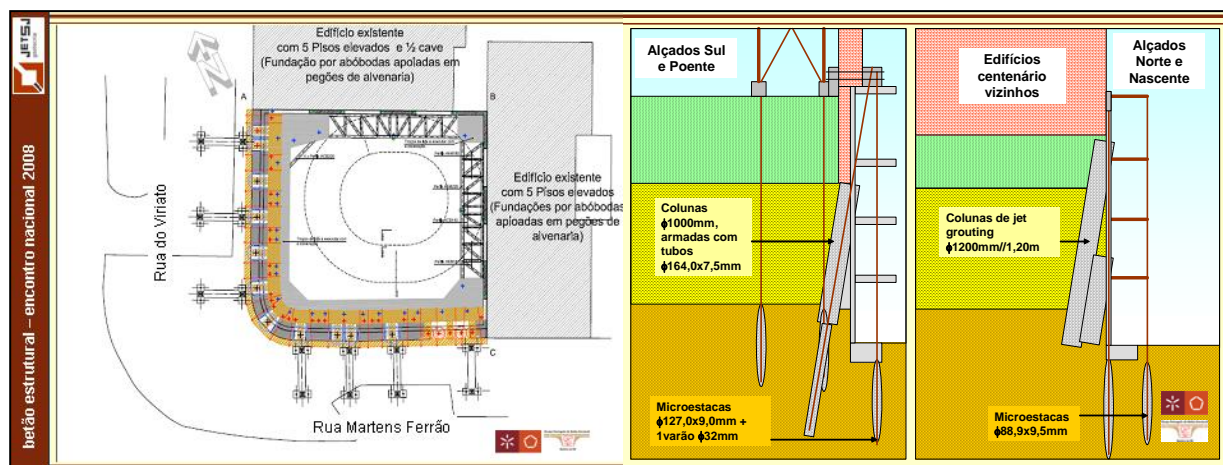


Figura 2. Planta e secções transversais das soluções adoptadas.

A solução proposta consistiu, nos alçados Norte e Nascente, numa solução de contenção do tipo “Berlim Definitivo”, travada por vigas metálicas treliçadas, ao nível dos pisos, complementada com o tratamento do terreno a tardo, através da execução de colunas de jet grouting não armadas (Fig. 2).

A opção por vigas treliçadas metálicas provisórias nestes alçados foi motivada por razões de natureza arquitectónica, em particular pelo facto da parede periférica, na fase definitiva, ser travada pelas rampas inclinadas de acesso aos pisos enterrados, inviabilizando a execução de um quadro fechado horizontal, com bandas de lajes em betão armado nos quatro alçados (Figs. 2 e 3).

Nos alçados Sul e Poente, onde, de acordo com o previsto no Projecto de Arquitectura, a parede de contenção se deveria localizar sob as fachadas existentes e a preservar, foi proposta uma solução de contenção constituída por uma cortina de tratamento do terreno através de colunas de jet grouting, armadas com tubos metálicos, complementada por painéis de betão armado, travados por bandas das futuras lajes definitivas, construídas antecipadamente para o efeito, durante a escavação. Esta solução foi devidamente integrada na solução de recalçamento das fachadas, a qual contemplava ainda a realização de uma fiada de microestacas no interior do recinto da escavação, onde apoiavam as bandas de lajes de travamento (Figs. 2, 3 e 4).

Atendendo à natureza dos terrenos interessados, foi proposto, em todos os alçados, um tratamento prévio dos materiais de aterro e aluvionares a conter. Nos alçados Sul e Poente este tratamento passou pela execução de uma cortina de colunas de jet grouting, armadas com tubos metálicos, com a dupla função de tratamento e de recalçamento das fachadas. Nos alçados Norte e Nascente foi efectuado o tratamento prévio dos mesmos materiais, também através de colunas de jet grouting, mas neste caso, não armadas, pois procedeu-se posteriormente à execução de uma contenção do tipo “Berlim Definitivo”, travada por vigas treliça provisórias, localizadas ao nível dos pisos (Figs. 2, 3 e 4). Este tratamento permitiu a realização da escavação, entre travamentos, de uma forma segura, rápida e não condicionada pela eventual descompressão dos terrenos.

As vigas treliçadas metálicas, em conjunto com as bandas de laje, ambos construídos durante a fase de escavação, constituíram quadros fechados de travamento rígido e simultâneo dos quatro alçados, ao nível das lajes dos pisos 0, -1, -2 e -3. A localização do primeiro travamento acima da cota das fundações dos edifícios vizinhos, associada à rigidez e auto - equilíbrio do mesmo, revelou-se fundamental na garantia do bom comportamento de todas as estruturas e infraestruturas vizinhas.



Figura 3. Efeito de quadro fechado horizontal conferido pelas lajes e pelas treliças metálicas.

2.2 Principais condicionamentos

No que se refere aos principais condicionamentos existentes, importa salientar, além da impossibilidade de realização de ancoragens no sub solo vizinho, dois grandes grupos: os condicionamentos devidos à geologia e à geotecnia dos terrenos interessados e os relativos às condições de vizinhança: fachadas a preservar, edifícios centenários vizinhos e serviços enterrados, restringindo o tipo de equipamentos e as tecnologias a utilizar. No que se refere aos edifícios vizinhos, estes dispunham de médio porte, com soluções de fundação típicas de muitos edifícios de Lisboa, construídos no início do século XX, constituídas por abóbadas em alvenaria de tijolo, descarregando sobre elementos tipo pegão, em alvenaria de pedra calcária fracamente argamassada, com elevada susceptibilidade a assentamentos diferenciais. Os serviços enterrados, constituídos por condutas de gás e linhas eléctricas de alta tensão, determinaram que todos os trabalhos de furação fossem realizados a partir do interior do recinto. Os terrenos interessados eram constituídos, em profundidade, pelos seguintes materiais: depósitos de aterro, materiais aluvionares, antiga ribeira de S. Sebastião da Pedreira e Miocénico (Fig. 4).



Figura 4. Perfil geológico e geotécnico e trabalhos de escavação junto às fundações das fachadas a preservar.

2.3 Soluções de Contenção Periférica

Com base nos condicionamentos existentes, e referidos anteriormente, foram executadas soluções para a estrutura de contenção periférica e para o recalçamento das fachadas a preservar, devidamente integradas entre si e com o tratamento prévio dos depósitos de aterro e dos materiais aluvionares.

2.3.1 Alçados Norte e Nascente (confrontam para edifícios vizinhos)

Foi adoptada uma solução constituída por painéis em betão armado, apoiados provisoriamente em microestacas verticais. Os painéis foram, na sua generalidade, travados por bandas de laje, localizadas nos cantos, realizadas antecipadamente para o efeito durante os trabalhos de escavação, e por vigas treliçadas metálicas provisórias na sua restante extensão, dando continuidade aos quadros fechados (Figs. 2, 3, 5 e 6). Este sistema de travamento apresentou vantagens associadas à não transmissão de cargas verticais à parede da contenção, mas, em contrapartida, determinou a necessidade de desmantelamento das vigas treliçadas, após a construção da estrutura final dos pisos enterrados, o que só poderia ser contornado com uma eventual melhor compatibilização com o projecto de arquitectura.

A contenção periférica foi assim executada de acordo com a tecnologia denominada de “Berlim Definitivo”, devidamente adaptada, recomendada para intervenções com os condicionamentos da presente. Complementarmente, propôs-se que, de forma a limitar a descompressão dos terrenos escavados e atendendo às características dos edifícios adjacentes, fosse realizado um tratamento prévio dos materiais de aterro e aluvionares, através de colunas de jet grouting sub-verticais com diâmetro e afastamento de 1,2m (Figs. 2, 3, 5 e 6). Este tratamento, cuja geometria foi confirmada, no decorrer dos trabalhos, em função das cotas de fundação dos edifícios vizinhos, permitiu ainda diminuir a permeabilidade dos terrenos a escavar, limitando a afluência do caudal de água ao interior da escavação.

Como já referido, a construção da parede de contenção consistiu basicamente na execução faseada, de cima para baixo, de painéis de betão armado que apoiavam provisoriamente em microestacas verticais com secção tubular, N80 Ø88,9x9,5mm (API 5A). Estes elementos foram colocados no interior de furos de $\varnothing_{\min}=6"$ (15cm) e foram selados e injectados através de sistema apropriado no comprimento correspondente ao bolbo de selagem, localizado abaixo da cota de fundação prevista para as sapatas. Os painéis foram betonados contra o paramento vertical aberto no terreno, previamente tratado, garantindo-se a estabilidade da parede, face aos impulsos provocados pelo terreno e pelas edificações vizinhas, durante as operações de escavação, pela colocação das treliças de travamento provisórias (Figs. 3 e 6). O tratamento prévio do terreno permitiu ainda a realização da escavação de uma forma mais segura e bastante menos faseada do que teria sucedido na sua ausência.

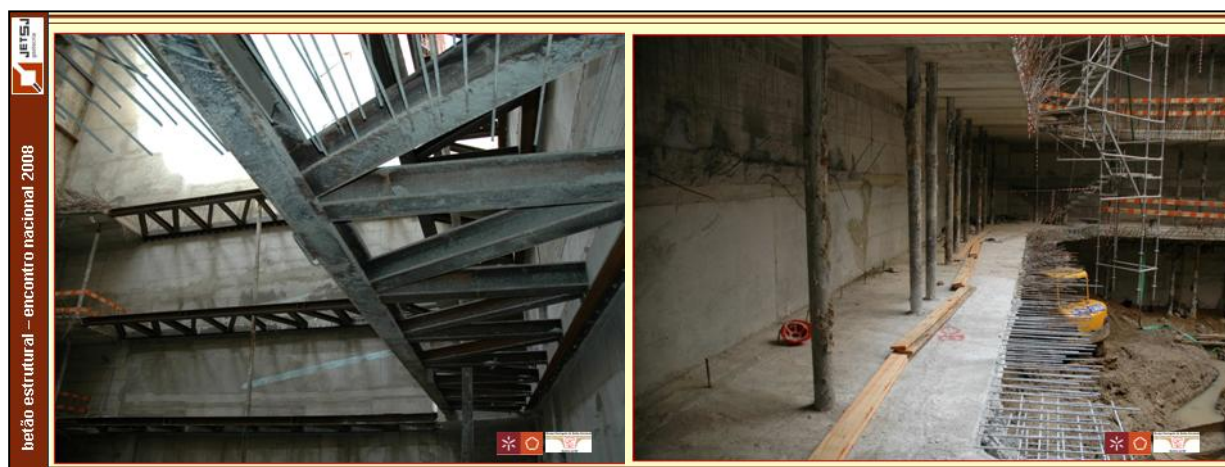


Figura 5. Vista dos travamentos conferidos pelas vigas treliçadas metálicas e pelas bandas de laje.

2.3.2 Alçados Sul e Poente (confrontam para arruamentos e fachadas a preservar)

Foi adoptada uma solução de contenção periférica, interligada com a solução de recalçamento das fachadas a preservar, constituída por painéis em betão armado, betonados contra ao terreno natural ou previamente tratado, sendo o conjunto travado através de bandas de laje, executadas previamente para o efeito e que integrariam posteriormente a estrutura dos pisos enterrados. O tratamento do terreno consistiu, nas zonas dos vãos das fachadas preservadas numa cortina de colunas de jet grouting verticais, Ø1500mm, executadas a partir dos referidos vãos e armadas com tubos metálicos N80 Ø164x7,5mm (API 5A), com comprimento total que permitisse uma entrega nos terrenos miocénicos competentes. Nas restantes zonas das mesmas fachadas foram realizadas colunas de jet grouting sub-verticais, Ø1000mm, também armadas com tubos metálicos Ø164x7,5mm, com comprimento que permitisse uma entrega nos terrenos miocénicos competentes. O recalçamento foi materializado pela realização de uma segunda fiada interior de microestacas, troços de tubos metálicos, unidos com uniões exteriores, solidarizadas à cortina exterior e às fachadas a preservar através de vigas de recalçamento, executadas de cada um dos lados da parede das fachadas, ligadas entre si através de mecanismos de costura constituídos por barras pré-esforçadas do tipo “Gewi”. Estas microestacas permitiram ainda o apoio interior das bandas de laje e dos painéis de betão armado (Figs. 2, 4, 5, 6 e 7).

A solução proposta permitiu que as cargas verticais transmitidas pelas fachadas a preservar ao terreno deixassem de solicitar, através das fundações originais em arcos de alvenaria, as formações superficiais, em geral mais descomprimidas e mais afectadas pelos trabalhos de escavação, e, simultaneamente, rigidificar e uniformizar as condições de fundação. Neste enquadramento, considerou-se que a estrutura metálica de contenção das fachadas a preservar, já existente aquando do início dos trabalhos de escavação, incluindo as respectivas fundações, dispunham de capacidade para acomodar as forças horizontais que viessem a actuar sobre as referidas fachadas, em particular as devidas à acção do vento. A existência das fachadas a preservar e da estrutura metálica de contenção das mesmas, consistiu igualmente, no decorrer dos trabalhos, um condicionamento importante às soluções e às tecnologias adoptadas.

Como já referido, a construção da parede de contenção consistiu basicamente na execução faseada, de cima para baixo, de painéis de betão armado que apoiavam provisoriamente em microestacas verticais com secção tubular, N80 Ø164x7,5mm (API 5A). Os painéis foram betonados contra o paramento vertical aberto no terreno previamente tratado, garantindo-se a estabilidade da parede, face aos impulsos provocados pelo terreno e pelos arruamentos vizinhos, durante as operações de escavação, pela colocação das bandas de laje de travamento provisório (Figs. 5 e 6). O tratamento prévio do terreno permitiu ainda a realização da escavação de uma forma mais segura e menos faseada do que teria sucedido na sua ausência.



Figura 6. Vistas da obra na fase final dos trabalhos de escavação e de contenção periférica.

3. EDIFÍCIO NA BAIXA DE LUANDA

3.1 Enquadramento da intervenção

O presente caso diz respeito à solução de escavação e de contenção periférica para a execução dos cinco pisos enterrados de um edifício de escritórios e habitação, em construção na zona baixa de Luanda, em Angola. O recinto onde decorrem os trabalhos iniciais de escavação dispõe de uma área com geometria rectangular com de cerca de 37,0 x 26,0 m² (Fig. 7).

3.2 Principais condicionamentos

Como principais condicionamentos podem ser referidas as condições de vizinhança, em particular a presença de um edifício, contíguo ao alçado Sul, constituído por dois pisos elevados e por uma cave, assim como as condições geológicas, identificadas por materiais essencialmente arenosos, de permeabilidade alta, com o nível da água localizado muito próximo da superfície (Figs. 7 e 8).

3.3 Soluções de contenção periférica

Tendo por base os principais condicionamentos existentes, optou-se por conceber uma solução de contenção por recurso à tecnologia de paredes moldadas, travada por quadros fechados, constituídos por bandas de lajes, ao nível dos pisos -2 e -4 e por uma laje de tampão de fundo, em colunas de jet grouting, imediatamente abaixo do fundo da escavação, amarrada ao terreno através das paredes moldadas periféricas e das barretas de fundação dos pilares interiores. As bandas de lajes em betão armado, apoiadas nas paredes moldadas e em perfis metálicos, selados no interior das barretas, serão incorporadas nas soluções estruturais dos pisos enterrados. Pontualmente, na zona das rampas, as lajes foram parcialmente substituídas por uma solução em vigas treliçadas provisórias. Atendendo à proximidade do edifício vizinho, foi realizado, ao nível da viga de coroamento da parede moldada e acima da cota do nível da água, um nível de ancoragens com o objectivo de melhor controlar a deformabilidade do coroamento da parede moldada (Figs. 7 e 8). Esta solução permite que a maioria dos trabalhos, com excepção das bandas de laje, sejam executados desde a superfície e antes do início dos trabalhos de escavação, e não determina a realização de qualquer furação na parede moldada abaixo do nível de água para a realização de ancoragens, melhorando as condições de segurança e de previsibilidade de custos e de prazos da obra. Os trabalhos de escavação apenas necessitam ser interrompidos durante o tempo necessário para a realização dos dois níveis de travamento. A tecnologia de parede moldada revela-se particularmente adequada para este tipo de soluções de travamento, pois potencia o incremento do afastamento entre travamentos e, consequentemente, a realização menos condicionada dos trabalhos de escavação.

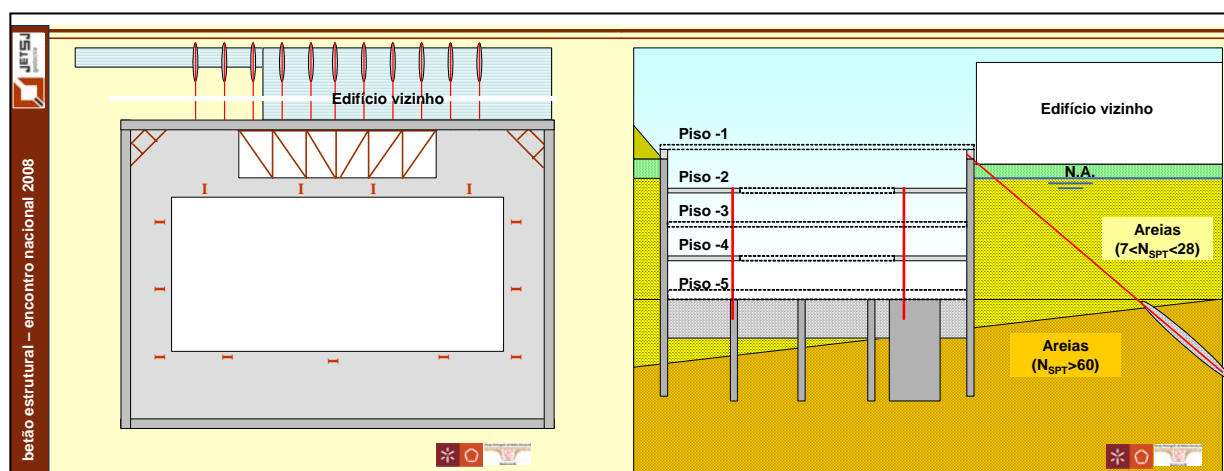


Figura 7. Planta e secção transversal tipo da solução de travamento da contenção periférica aceita.



Figura 8. Vista dos trabalhos relativos à execução da parede moldada junto ao edifício vizinho.

4. EDIFÍCIO NA AV. DA REPÚBLICA EM LISBOA

4.1 Enquadramento da intervenção

O caso apresentado diz respeito à solução de escavação e contenção periférica, incluindo recalçamento de fachadas a preservar, para a execução dos quatro pisos enterrados do edifício de escritórios, a construir no cruzamento da Av. da República com a Av. João Crisóstomo, em Lisboa. O edifício será construído no espaço onde existiu um edifício centenário, cujo interior será demolido, mas as fachadas preservadas, devendo a respectiva estabilidade vir a ser assegurada provisoriamente por uma estrutura metálica, a executar para o efeito. O recinto onde será realizada a escavação dispõe de uma área com geometria aproximadamente rectangular com de cerca de 32,0x36,0 m² (Fig. 9).

4.2 Principais condicionamentos

Como principais condicionamentos podem ser referidas as condições de vizinhança e geológicas e geotécnicas. No que se refere a estas últimas, destaca-se a existencia de materiais superficiais, constituídos por aterros, recobrimdo formações do Miocénico, representado pelas “Argilas e Calcários dos Prazeres”, constituídas, do ponto de vista litológico, por solos argilo-siltosos, alternantes com calcários areníticos ou margosos. Esta formação repousa, por sua vez, sobre o “Complexo Vulcânico de Lisboa”. Relativamente aos condicionamentos de vizinhança, destaca-se a presença de vários serviços enterrados, assim como do túnel do Metropolitano de Lisboa, sob a Av. da República, o qual determinou a opção de não execução de ancoragens como travamento da contenção (Figs. 9 e 10).



Figura 9. Panorâmica do edifício e vistas das fachadas a preservar antes e após os trabalhos (virtual).

4.3 Soluções de contenção periférica

Tendo por base os principais condicionamentos existentes, foi proposta uma solução de contenção tipo “Berlim Definitivo”, travada por quadros fechados ao nível dos pisos -1 e -3, materializados por bandas de lajes em betão armado, apoiadas na parede da contenção e em perfis metálicos. Nas zonas onde a solução de arquitectura definia grandes aberturas (por exemplo na zona das rampas de acesso ao estacionamento) e onde, consequentemente, não era possível a realização das bandas de laje em betão armado para a criação do quadro fechado à mesma cota altimétrica, foi proposto o recurso a vigas metálicas treliçadas de carácter provisório (Figs. 9 e 10).

Complementarmente, e atendendo às características dos edifícios adjacentes, foi proposto que, de forma a limitar a descompressão dos terrenos escavados, fosse realizado um tratamento prévio dos materiais de aterro e do Miocénico descomprimido, através de colunas de jet grouting $\varnothing 1000\text{mm}$ afastadas de 1m. Este tratamento, permitiu incrementar o vão entre travamentos e diminuir a permeabilidade dos terrenos a escavar, limitando a afluência do caudal de água ao interior da escavação. Nos restantes alçados que confrontam para as fachadas, previamente recalçadas, face às características esperadas dos terrenos, à distância às estruturas e infraestruturas vizinhas e às sobrecargas estimadas no respectivo tardo, considerou-se que, à partida, não seria estritamente necessária a realização do tratamento do solo e que esta opção não condicionaria o afastamento entre travamentos (Figs. 9 e 10).

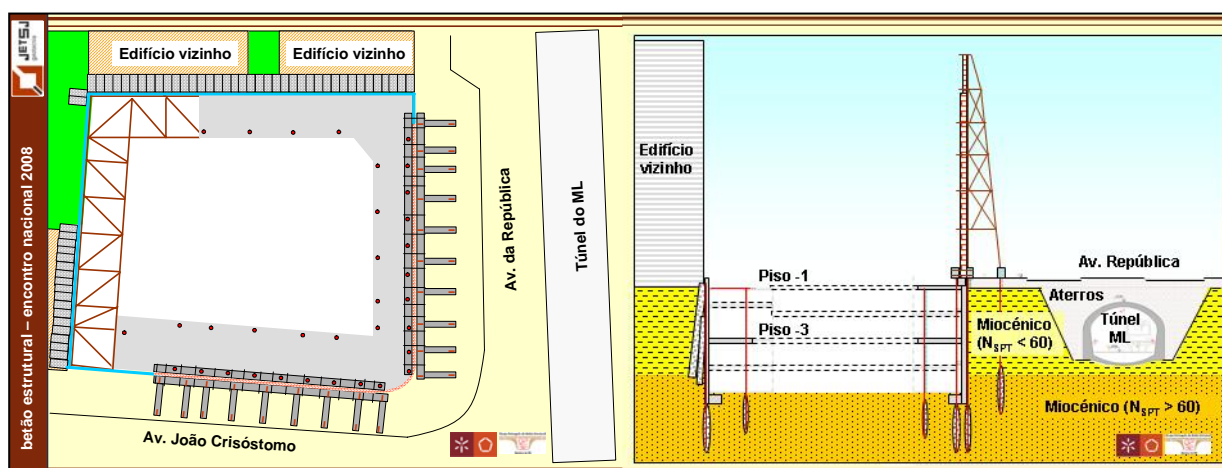


Figura 10. Planta e secção tipo da solução de travamento da contenção periférica proposta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As soluções de travamento de contenções periféricas descritas, recorrendo a bandas de laje incorporadas na solução estrutural definitiva, revelaram-se, nos casos apresentados e em outros já implementados (Fig. 11), como particularmente adequadas aos condicionamentos geológicos e geotécnicos e de condições de vizinhança existentes, com destaque para a dificuldade ou impossibilidade de realização de ancoragens. A comprovação são os casos de obra em que as mesmas já foram adoptadas, nos quais não houve, até à data, registo de movimentos que pudessem colocar em risco a boa funcionalidade das estruturas e das infraestruturas vizinhas, muitas delas com particular sensibilidade a movimentos diferenciais, potenciados pela descompressão do terreno onde apoio a respectiva fundação.

Estas soluções apresentam diversas vantagens, comparativamente com as soluções de travamento tradicionais, com recurso a ancoragens seladas no terreno e a escoramentos de canto ou mesmo com as soluções em que é adoptado o método invertido ou escoramento de grande rigidez, em geral, ao longo de todo o menor vão da escavação. Comparativamente com estas últimas, destaca-se a possibilidade de realização dos trabalhos de escavação de uma forma muito menos condicionada, uma vez que os

elementos estruturais de travamento das paredes de contenção irão ocupar a área estritamente necessária ao objectivo para os quais foram concebidos. A solução poderá inclusive ser aplicada a um único alçado, desde que sejam criadas condições para acomodar as reacções laterais transmitidas pelas bandas de lajes às paredes perpendiculares e localizadas nas respectivas extremidades (Fig. 11). As soluções de travamento com recurso a bandas de laje poderão ainda ser optimizadas em termos de afastamento entre travamentos se puderem ser aplicadas preferencialmente a soluções de contenção do tipo pré – moldado, como cortinas de estacas ou paredes moldada, ou a contenções tipo “Berlim Definitivo”, com pré-tratamento do terreno. Outro factor importante para a optimização das condições de aplicação destas soluções prende-se com a desejável articulação com os projectos de arquitectura e de estabilidade, que permita que as lajes dos pisos enterrados, localizadas junto às paredes da contenção periférica, se apresentem niveladas à mesma cota, dispensando o recurso a elementos provisórios.

No enquadramento actual em que se assiste à tendência para dificultar a permissão do recurso a soluções ancoradas em zonas urbanas, ocupando o sub solo vizinho, o recurso ao travamento de estruturas de contenção através de elementos estruturais, constituídos por quadros fechados, materializados por bandas das lajes, a incorporar na solução estrutural dos pisos enterrados, confirma-se assim como uma solução bastante interessante do ponto de vista técnico e económico [1 e 2].

SOLUÇÕES DE TRAVAMENTO DE CONTENÇÕES PERIFÉRICAS COM UTILIZAÇÃO ELEMENTOS ESTRUTURAIS	
PRINCIPAIS VANTAGENS	PRINCIPAIS DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none">▪ Não utilização do subsolo vizinho e, consequentemente, menor impacto nas estruturas e infraestruturas vizinhas▪ Não determina a furação da parede de contenção, em particular quando a tardo da mesma existem solos permeáveis e saturados▪ Maximização da incorporação de elementos da estrutura definitiva na fase provisória da obra▪ Maior rigidez	<ul style="list-style-type: none">▪ Escavação mais condicionada, em particular sob os elementos estruturais adoptados como sistema de travamento▪ Necessidade de adoptar elementos verticais de apoio provisório dos elementos estruturais adoptados como sistema de travamento▪ Maior exigência de compatibilização com soluções arquitectónicas e estruturais




Figura 11. Análise comparativa entre soluções com recurso a elementos estruturais e a ancoragens e vista de escavação, onde a solução de travamento por bandas de laje foi adoptada num único alçado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos donos das obras e dos projectos apresentados, a permissão para a redacção do presente texto.

REFERÊNCIAS

- [1] PINTO, A. [et al.] – Edifício Centenário em Lisboa, Contenção Periférica e Recalçamento: actas do 11º Congresso Nacional de Geotecnia - Volume 3, Taludes e Estruturas de Suporte: pp 67-74. Coimbra: 2008
- [2] PINTO, A. [et al.] – Sotto Mayor Palace – Design and Performance of Retaining and Underpinned Structures – The First FIB Congress 2002, Session 3 – Recent Contribution of Concrete to Tunnel and Underground Structures, pp. 43-48, Osaka: 2002