

SOLUÇÕES DE ESCAVAÇÃO E CONTENÇÃO PERIFÉRICA EM MEIO URBANO EDIFÍCIO FPM41

SOLUTIONS FOR A DEEP EXCAVATION IN URBAN ENVIRONMENT FPM41 BUILDING

Pinto, Alexandre; JETSj Geotecnia, Lda., *Lisboa, Portugal, apinto@jetsj.com*

Fartaria, Catarina; JETSj Geotecnia, Lda., *Lisboa, Portugal, cfartaria@jetsj.com*

Pita, Xavier; JETSj Geotecnia, Lda., *Lisboa, Portugal, xpita@jetsj.com*

Veloso, Filipe; Rockbuilding-Soluções Imobiliárias S.A., *Lisboa, Portugal, fveloso@rockbuilding.com*

RESUMO

No presente artigo são apresentadas as soluções implementadas para os trabalhos de escavação e contenção periférica, necessários à execução dos 6 pisos enterrados do empreendimento FPM41 em construção na Avenida Fontes Pereira de Melo, nº 39 a 43, Lisboa. A construção do edifício, composto por 17 pisos elevados e 6 pisos no subsolo, requereu a execução de uma escavação, de aproximadamente 20m de profundidade, intersectando, essencialmente, formações do Miocénico. Adjacentes ao local da obra, no centro de Lisboa, encontram-se edifícios centenários, um parque de estacionamento subterrâneo e uma galeria do Metropolitano de Lisboa. Por forma a possibilitar a escavação, assegurando uma reduzida perturbação do solo e das infraestruturas envolventes, prescreveu-se a execução de uma cortina de estacas moldadas, no geral, travada por ancoragens de carácter provisório. Dada a proximidade à galeria do Metropolitano de Lisboa, a solução de travamento da cortina de contenção, no alçado que confronta para a referida galeria e para a Avenida Fontes Pereira de Melo, compreendeu a execução, conforme metodologia em 'Top Down' parcial, de bandas de laje inclinadas vencendo um vão de cerca de 60m, integrados na estrutura definitiva. São igualmente apresentados os principais resultados relativos à monitorização da estrutura de contenção e da galeria do Metropolitano de Lisboa durante os trabalhos de escavação.

ABSTRACT

This paper presents the solutions implemented for the excavation and retaining works required to execute underground levels of FPM41 building under construction at Avenida Fontes Pereira de Melo, nº39 a 43, Lisboa. The building construction, with 17 upper stories and 6 basement floors, comprises an approximately 20m depth excavation intersecting mainly the Lisbon Miocene soils. The site is surrounded by centenary buildings, one underground park and vital infrastructures, such as the Lisbon Metro with a 50-year-old line, above which is located the Fontes Pereira de Melo Avenue. To reach the foundation level safely, minimizing the surrounding soil disturbance, a retaining wall solution of reinforced concrete bored piles was designed using mainly temporary ground anchors as support. However, due to the close presence of the Lisbon Metro tunnel at the Fontes Pereira de Melo Avenue side, a different support solution was designed at this side, named partial top down. The basement inclined slabs were used as strips, cast against the ground during the excavation works, and bridging a span of about 60m. This paper describes the main design and construction topics of this project, as well as the monitoring and survey results measured during the excavation works, including inside the Lisbon Metro tunnel.

1 - INTRODUÇÃO

No presente artigo descrevem-se as soluções de escavação e de contenção periférica, desenvolvidas para a execução dos 6 pisos enterrados do empreendimento FPM 41, em execução na Avenida Fontes Pereira de Melo, nº 39 a 43, Lisboa, cujo Promotor é a empresa "Edifício 41 - Promoção Imobiliária e Hotelaria SA.". A conceção arquitetónica do edifício, em fase final de construção, cujo projeto é da autoria de Barbas Lopes Arquitetos, Lda., previu a demolição de vários edifícios pré-existentes no local, de modo a permitir a construção de um novo edifício com uma forma em planta irregular, criada pela justaposição de dois retângulos com uma área total de cerca de 1400m², por piso. O edifício apresenta 17 pisos elevados, destinados essencialmente a comércio e escritórios, e 6 pisos enterrados, para estacionamento automóvel. Na vista aérea da área da Figura 1 é possível identificar a implantação da obra, bem como algumas das mais relevantes confrontações e condicionamentos.

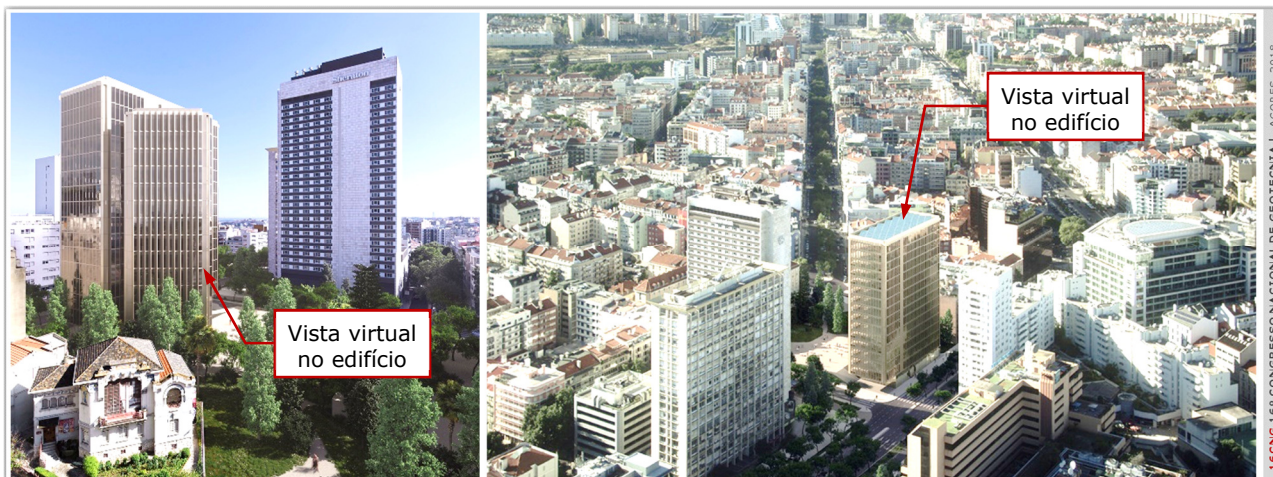


Figura 1 – Vista virtual do edifício FPM41, incluindo inserção na malha urbana

2 - PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

2.1 - Condicionamentos de natureza geológica e geotécnica

O Relatório Geológico-Geotécnico da prospeção realizada revelou um ambiente geológico caracterizado pela ocorrência de um substrato de fácies sedimentar, datado do Miocénico, representando por Argilas dos Prazeres (MPr), recoberto dos materiais modernos, de origem antrópica e muito heterogéneos, Depósito de Aterros (At).

Com base nos resultados dos ensaios realizados, confirmou-se que o cenário geológico-geotécnico é caracterizado, superficialmente, por depósitos de aterro (At), com espessura variável entre 2m e 5m, certamente relacionados com a ocupação urbana. Estes materiais de aterro apresentam características heterogéneas, de natureza essencialmente argilo - arenosa a argilo-siltosa, englobando numerosos fragmentos líticos de calibre variável. Os ensaios SPT realizados nestes materiais apresentaram, maioritariamente, valores de NSPT compreendidos entre 4 e 19 pancadas, correspondendo, naturalmente, os valores mais elevados aos da fração pedregosa presente.

O substrato local pertence a uma sequência sedimentar típica do «Miocénico da Região de Lisboa», representada por uma alternância de leitos de composição diversa, com os estratos inclinando suavemente para SE. A formação designada por Argilas dos Prazeres (MPr), que materializa a base do Miocénico, encontra-se localmente representada por uma sucessão de horizontes coesivos, silto-argilosos e margosos, intercalados com leitos de argilas carbonosas e lenticulas margo-gresosas (cascões) muito resistentes. Os níveis menos profundos do Miocénico são compostos por argilas sedosas, cinzento esverdeadas, até próximo de 6m e 9m de profundidade. Estes materiais proporcionaram valores de NSPT situados entre 13 e 45 pancadas, traduzindo a presença de materiais com comportamento geotécnico de solos coesivos duros a rijos. Inferiormente, foram interessadas argilas siltosas e margosas muito duras e rijas (NSPT entre 26 e 60 pancadas), com frequentes intercalações de laminações argilo-carbonosas cinzentas a cinzentas escuras e de lenticulas calco-margosas fossilíferas, constituindo bancadas de cascões conquíferos que não atingem mais de 1,5m de possança. Estes materiais demonstram comportamento geotécnico genericamente favorável (rijo), indicado por registos de NSPT compreendidos entre 35 e 60 pancadas.

O mesmo Relatório Geológico-Geotécnico referia ainda que o dispositivo geológico prospetado mostrou-se pouco produtivo, tendo sido detetada água apenas numa sondagem, aos 22,3m de profundidade, associada à ocorrência de nível de cascão calcário, constituindo um nível de águas com carácter suspenso, embora perene, e cuja produtividade seria dependente do regime pluviométrico.

Durante a execução da obra, as informações indicadas no Relatório Geológico-Geotécnico foram, no geral, confirmadas.

2.2 - Principais condicionamentos relativos às condições de vizinhança

O recinto da escavação insere-se numa zona urbanizada, encontrando-se na sua vizinhança imediata diversas edificações, arruamentos e infraestruturas. Assim sendo e como já referido, foi necessário desenvolver soluções compatíveis com a preservação da integridade destas, assegurando ainda todas as condições de boa funcionalidade das mesmas.

Em particular, o recinto intervencionado confronta com as seguintes vias públicas e edifícios:

- Av. Fontes Pereira de Melo, a Nascente;
- Av. 5 de Outubro e Jardim Augusto Monjardino, com Parque de Estacionamento com três pisos enterrados sob o mesmo, a Poente;
- Edifícios com 7 ou 2 pisos elevados, incluindo uma semi-cave, a Norte;
- Rua Latino Coelho e Hotel Sheraton, a Sul.

Atendendo à localização no centro da cidade de Lisboa, o perímetro da área de intervenção confrontava ainda com várias construções, nomeadamente a Casa Museu Dr. Anastácio Gonçalves, pequeno museu de Arte, mandado construir em 1904 pelo pintor José Malhoa para sua casa e atelier de trabalho, tendo sido, no ano seguinte, distinguido com o Prémio Valmor, a Norte, e com um parque de estacionamento subterrâneo (com 3 pisos enterrados), a Poente (ver Figura 2). Do conjunto de infraestruturas localizadas na proximidade da escavação, destaca-se, sobretudo, o túnel do Metropolitano de Lisboa, sob a Av. Fontes Pereira de Melo (Linha Amarela), dispondo de cerca de 50 anos de idade e galeria em betão simples, localizado a Nascente do recinto de escavação, que pela sua proximidade e estado de integridade precário, constitui uma importante condicionante do projeto.



Figura 2 – Vista de algumas das principais confrontações: norte/poente (à esquerda) e norte/nascente (à direita)

3 - SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO PERIFÉRICA CONCEBIDAS E EXECUTADAS

Na conceção das soluções de contenção periférica procurou-se, para além de assegurar a contenção dos terrenos a escavar, respeitar os seguintes pressupostos de base:

- Controlar as deformações nos terrenos, construções e infraestruturas envolventes à escavação, permitindo ainda a fácil adaptação da solução a eventuais singularidades de natureza geológica e geotécnica;
- Garantir a menor interferência possível com todas as estruturas e infraestruturas adjacentes, nomeadamente o túnel da Linha Amarela do Metropolitano de Lisboa e o parque de estacionamento subterrâneo, vizinho da escavação, assim como das demais construções e infraestruturas;
- Definir soluções com o menor custo associado possível, integrando, para tal e sempre que viável, os elementos necessários para a fase provisória na solução da fase definitiva.

Atendendo aos principais condicionamentos existentes, optou-se por conceber e executar uma solução de contenção periférica com recurso à tecnologia do tipo cortina de estacas moldadas em betão armado e, pontualmente, à tecnologia 'Berlim definitivo'. Ambas foram travadas através de ancoragens provisórias, escoramentos provisórios e bandas de laje, em função dos diversos condicionamentos identificados (Figura 3 e Figura 4).

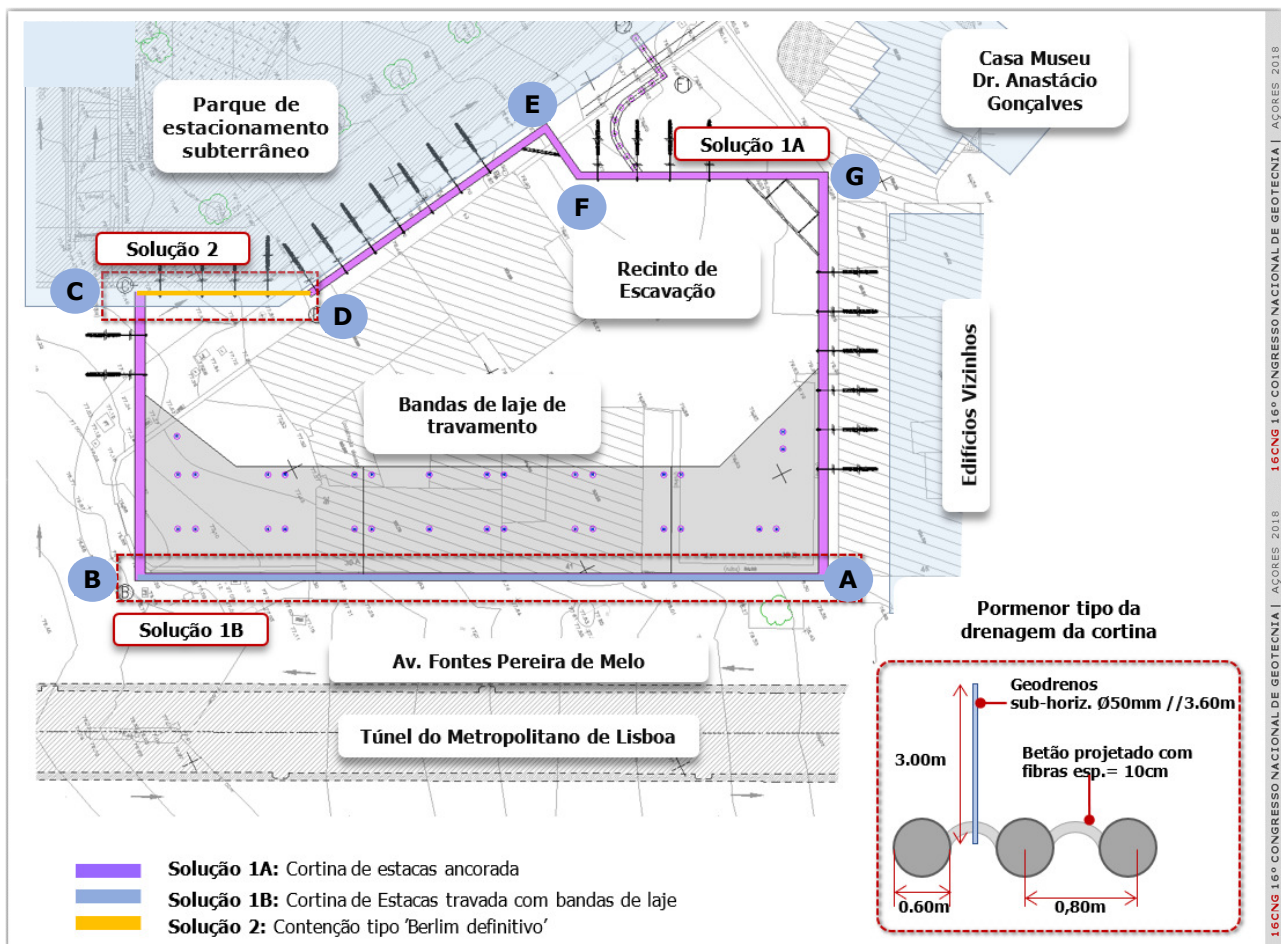


Figura 3 – Planta da contenção e zonamento das soluções, incluindo pormenor da solução de drenagem da cortina

No enquadramento descrito, as soluções desenvolvidas foram categorizadas nas seguintes soluções tipo:

- Solução 1:
 - Solução 1A: Cortina de estacas travada com recurso a ancoragens e escoramentos provisórios;
 - Solução 1B: Cortina de estacas travada com recurso a bandas de laje.
- Solução 2: Parede de contenção tipo “Berlim definitivo”, travada com recurso a ancoragens e escoramentos provisórios.

Tendo por base os condicionamentos existentes, em particular geológico-geotécnicos e de ocupação da vizinhança foi adotada uma solução de contenção periférica em cortina de estacas moldadas, em betão armado, Ø600mm afastadas entre eixos de 1,20m em todos os alçados, exceto no alçado AB (confrontante com a Av. Fontes Pereira de Melo), no qual as estacas foram executadas com um afastamento de apenas 0,80m, entre eixos.

As estacas foram definidas com comprimentos variáveis entre 25 e 28m, por forma a assegurar um encastramento de pelo menos 7m (em geral) ou 10m (alçado AB), abaixo da cota final de escavação. Neste último caso, a profundidade da ficha foi determinada pelas cargas verticais que a cortina de estacas recebe da estrutura do edifício, em fase de serviço. Atendendo às condições geológicas do local e ao comprimento das estacas, as mesmas foram realizadas ao abrigo da tecnologia de vara telescópica “Kelly”, com recurso a entubamento provisório apenas na parte superior, correspondente aos aterros descomprimidos. Com esta solução pretendeu-se possibilitar a escavação, com cerca de 18m a 21m de altura máxima, necessária para a execução dos 6 pisos enterrados, em condições de segurança.

Como já referido, a cortina foi travada provisoriamente por meio de vários níveis de ancoragens ou de escoras, que têm como principal função a garantia do equilíbrio horizontal da contenção na fase provisória da escavação. Por forma a garantir uma melhor distribuição dos esforços na cortina e a evitar fenómenos de concentração excessiva de cargas, as ancoragens e os escoramentos foram apoiados nas vigas de distribuição e nas vigas de coroamento. Atendendo aos condicionamentos de vizinhança presentes no alçado AB (Nascente), confrontante com a Av. Fontes Pereira de Melo e com o túnel do

Metropolitano de Lisboa, localizado sob a mesma, procurou-se evitar o recurso a ancoragens para o travamento da contenção, de modo a minimizar as interferências com esta importante infraestrutura, cuja integridade e funcionalidade deveria ser garantida durante e após os trabalhos de escavação e de construção dos pisos enterrados. Neste alçado optou-se assim por um sistema de travamento constituído por bandas de laje a integrar na estrutura definitiva. Este travamento consiste num conjunto de vigas horizontais que resistem aos impulsos atuantes na contenção. Os elementos estruturais fazem parte, na fase definitiva, da estrutura dos pisos enterrados. Neste caso particular, face à arquitetura definida para os pisos enterrados, recorreu-se a bandas das lajes que materializam as rampas de acesso aos pisos enterrados na fase de serviço da obra. Assim sendo, as lajes de travamento acompanham a inclinação pré-definida para as rampas (Figura 4). Nos alçados perpendiculares, GA e BC, a cortina de estacas foi revestida por uma parede em betão armado de modo a melhor acomodar as reações das referidas bandas de laje.

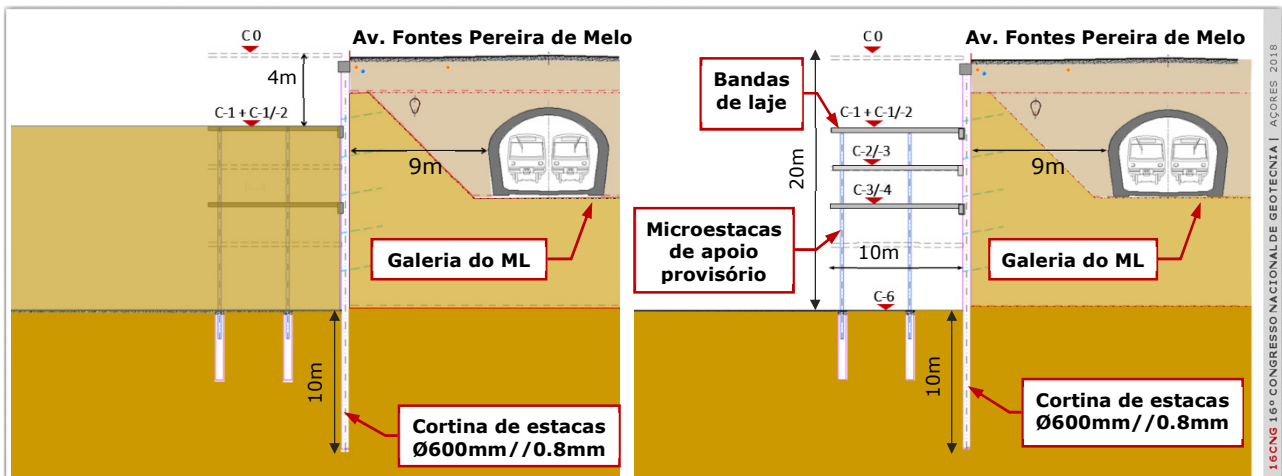


Figura 4 – Secção tipo da Solução 1B na Avenida Fontes Pereira de Melo: aquando da interrupção da obra (à esquerda) e lado direito no final da escavação (à direita)

Foi assim definida inicialmente a materialização de travamentos apenas ao nível do piso -1 (com ligação ao piso-2) e do piso -3 (com ligação ao piso -4). Para o dimensionamento destes elementos, foi tido em conta, não só a resistência e a rigidez necessárias para garantir as condições de segurança, como também o processo construtivo, associado aos trabalhos de escavação e à execução da estrutura dos pisos enterrados. Neste sentido, a geometria das bandas de laje foi definida tendo em conta a menor interferência possível com a execução dos pilares e outros elementos da estrutura dos pisos enterrados. Em concreto, os travamentos da contenção, no alçado AB, foram definidos por bandas de laje com 9,5m de largura, com uma espessura geral mínima de 30cm, vencendo um vão de cerca de 62m. Os bandas de laje foram apoiados, durante a fase de escavação, na parede de contenção e em perfis HEB260, que funcionaram como pilares provisórios.

Considera-se importante referir que, para assegurar as indispensáveis condições de drenagem da cortina, foram executados drenos sub-horizontais entre as estacas da cortina, com 4m de comprimento e 50mm de diâmetro, em PVC rígido, canelado e crepinado, revestidos com geotêxtil de 200g/m². Estes drenos asseguram a drenagem interna do maciço, prevenindo a eventual geração de impulsos hidrostáticos provocados pela infiltração de águas pluviais.

4 - DIMENSIONAMENTO

O comportamento das estruturas de contenção periférica, em termos de esforços e de deformações, foi analisado, para todas as fases construtivas, através do programa de elementos finitos PLAXIS 2D (Figura 5), vocacionado para o efeito. Para a concretização desta análise foi realizada uma parametrização dos materiais ocorrentes no local, a qual foi baseada nas informações recolhidas na campanha de prospeção geológico-geotécnica, previamente executada, bem como no comportamento de obras de escavação executadas anteriormente, nos mesmos materiais. Para efeitos da modelação do maciço, foram assim utilizados os parâmetros que se apresentam no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros geomecânicos das diferentes zonas geotécnicas consideradas

Zona geotécnica	Formação	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E [MPa]
ZG3	Aterros e solos argilosos amarelados	17	28	5	10
ZG2	"Argilas e Calcários dos Prazeres" (NSPT inferior a 60 pancadas)	19	30	40	15
ZG1	"Argilas e Calcários dos Prazeres" (NSPT superior a 60 pancadas)	20	35	75	60

γ -Peso específico; E - Módulo de deformabilidade; c' - Coesão em tensões efetivas; ϕ' - Ângulo de resistência ao corte.

A análise realizada consistiu no estudo do comportamento da contenção periférica, com base na modelação de secções tipo, representativas das condições de geometria e geológico-geotécnicas da contenção e escavação. Foram adotados como referência os modelos de comportamento 'Hardening Soil' e 'Mohr-Coulomb', tendo as análises sido realizadas em condições drenadas. Com base nesta análise, foi possível avaliar os principais parâmetros de dimensionamento, nomeadamente os esforços nas estruturas de contenção, deformações, estados de tensão e a estabilidade do maciço a conter, bem como estimar os incrementos de deformação em estruturas e infraestruturas vizinhas ao recinto de escavação, nomeadamente o túnel do Metropolitano de Lisboa, localizado sob a Av. Fontes Pereira de Melo (Figura 4).

No que se refere às secções da contenção travadas com recurso a bandas de laje (alçado confrontante com a Av. Fontes Pereira de Melo), houve necessidade de, no âmbito do seu dimensionamento, ter em conta, não só a resistência e a rigidez necessárias para garantir as condições de segurança, mas também o processo construtivo associado, quer à fase de escavação, mas também à fase de execução da estrutura dos pisos enterrados. Neste sentido, a geometria das bandas de laje foi definida com o objetivo de assegurar a menor interferência possível com a execução dos pilares e de outros elementos da estrutura dos pisos enterrados. O estudo destas secções foi efetuado tendo em conta a interação entre a cortina de estacas e as bandas de laje que constituem o travamento. De modo a concretizar este objetivo, foram introduzidos apoios elásticos no modelo de análise da contenção periférica, cuja rigidez pretendeu simular a rigidez das vigas horizontais, constituídas pelas bandas de laje de travamento. A rigidez introduzida no modelo de elementos finitos da contenção periférica foi determinada por via da análise do modelo das bandas de laje. Na Figura 5 ilustra-se a metodologia utilizada.

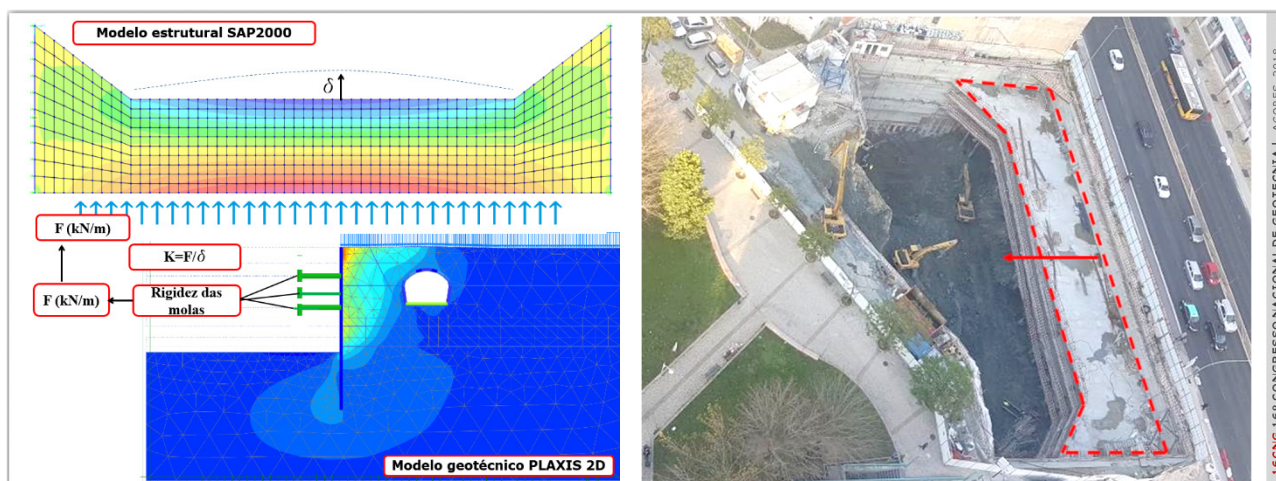


Figura 5 – Análise iterativa efetuada para a Solução 1B: deslocamentos horizontais através do modelo de elementos finitos da secção da contenção e análise do comportamento das bandas de laje (à esquerda) e vista superior das bandas de laje (à direita)

5 - EXECUÇÃO DA OBRA

No que se refere à execução da obra, regista-se o facto dos trabalhos terem sido interrompidos no alçado que confronta para a Av. Fontes Pereira de Melo, AB, no inverno de 2015/2016, por motivos extra técnicos, quando a cota da escavação se localizava próximo da do piso -1, sem que a primeira banda de laje de travamento tivesse sido executada (Figura 6). Esta situação determinou o funcionamento da cortina de estacas num vão vertical de escavação de cerca de 4m, sem qualquer travamento na respetiva base, o que conduziu a um agravamento, não previsto em fase de projeto, das deformações horizontais na cortina e na galeria do Metropolitano de Lisboa, a tardoz da mesma.



Figura 6 – Vista da escavação em janeiro de 2016, com os trabalhos interrompidos no alçado AB, que confronta para Av. Fontes Pereira de Melo

Para que os trabalhos fossem retomados em condições de segurança, sem agravamento excessivo das deformações da cortina com o decorrer da evolução da escavação em profundidade, foi necessário executar uma banda de laje suplementar no referido alçado AB, horizontal e à cota da laje do piso -1, assim como realizar uma parede de revestimento da cortina de estacas, em betão armado, para incremento da respetiva rigidez. No troço central, esta banda de laje teria que vir a ser demolida em 2ª fase, pois não era compatível com a solução rampeada prevista no projeto de arquitetura (Figura 7).



Figura 7 – Vista dos trabalhos de reforço no alçado AB em junho de 2016: banda de laje horizontal (à esquerda) e parede de revestimento da cortina de estacas (à direita)

A solução no alçado AB foi novamente reforçada, de forma a incrementar a respetiva rigidez, com a execução de uma segunda banda de laje suplementar entre os pisos -2 e -3, bem como de um nível de ancoragens provisórias junto ao piso -5, a uma cota que já não conflituava com a galeria do Metropolitano de Lisboa. Esta última medida, foi tomada com carácter essencialmente preventivo, com o objetivo de antecipar o controlo das deformações quando a escavação se encontrava já muito próximo da sua cota final (Figura 8 e Figura 9).



Figura 8 – Vista da totalidade das bandas de laje em dezembro de 2016



Figura 9 – Vista dos trabalhos junto ao alçado GA (à esquerda) e alçado AB (à direita) em fevereiro de 2017

6 - PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

Tendo por base o enquadramento da obra, e conforme prática corrente neste tipo de intervenções, foi definido, no âmbito do Projeto de Escavação e Contenção Periférica, um Plano de Instrumentação e Observação (PIO), com o objetivo de assegurar a realização dos trabalhos em condições de segurança para a obra e para as estruturas e infraestruturas vizinhas. No enquadramento descrito, foram instalados os seguintes aparelhos:

- 25 alvos topográficos, distribuídos pelos vários alçados da contenção periférica e nas fachadas dos edifícios vizinhos;
- 6 células de carga, para aferição da carga instalada nas ancoragens;
- 6 inclinómetros, a tardo da estrutura de contenção periférica.

Adicionalmente, e tendo em conta a importância de acompanhar o comportamento da galeria do Metropolitano de Lisboa, foram instalados 27 alvos e 18 marcas topográficas, perfazendo 9 perfis de instrumentação no interior da referida galeria, compreendendo cada um deles duas marcas topográficas e três alvos topográficos (ver Figura 11).

Relativamente à estrutura de contenção periférica, estabeleceram-se como critérios de alerta e de alarme deslocamentos horizontais de 20mm por cada 10m de desnível de terras e de 30mm por cada 10m de desnível de terras, respetivamente. No que respeita à instrumentação no interior da galeria foram considerados os critérios estabelecidos pelo Metropolitano de Lisboa.

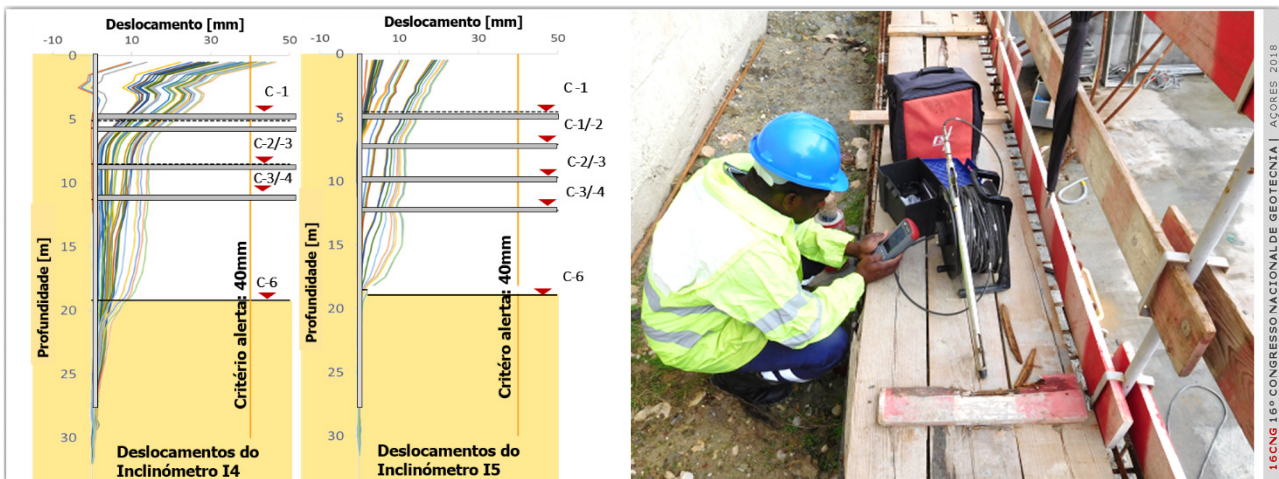


Figura 10 – Deslocamentos horizontais nos inclinómetros instalados no alçado AB (à esquerda) e leitura de inclinómetro (à direita)

Como se pode constatar pela análise dos resultados dos inclinómetros I4 e I5, instalados no alçado AB, o comportamento da cortina de estacas foi muito condicionado pelo período de interrupção da obra, quando a escavação se encontrava próximo da cota da 1ª cave (C-1), sem qualquer travamento e durante cerca de 4 meses, coincidentes com o período de inverno (ver Figura 10). Com o retomar dos trabalhos de escavação, a solução de travamentos foi reforçada e, em consequência, existiu uma evolução dos deslocamentos, mas sem ultrapassar o critério de alerta, com exceção do coroamento da cortina, no caso do inclinómetro I4. Destaca-se, igualmente, que a uma distribuição em altura mais equilibrada das bandas de laje na seção do inclinómetro I5, mais próxima do canto B, terem correspondido menores deslocamentos.

No que se refere à galeria do Metropolitano de Lisboa, apesar do seu estado precário de integridade, os valores obtidos de movimentos relativos verticais e horizontais nos carris apenas, pontualmente, se aproximaram dos critérios de alerta estabelecidos pelo Metropolitano de Lisboa (ver Figura 11).

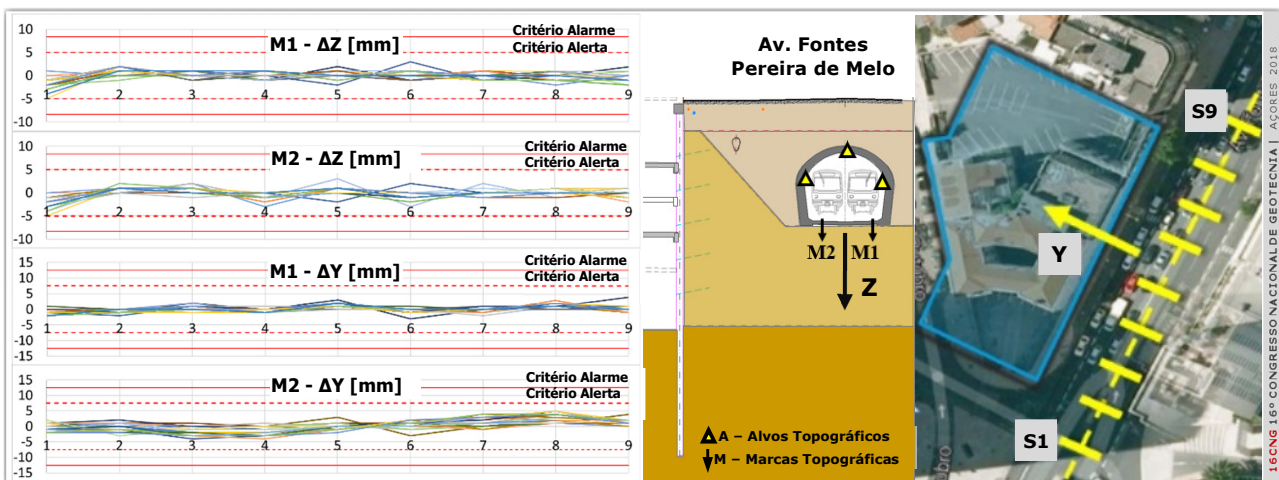


Figura 11 – Deslocamentos verticais e horizontais em marcas instaladas nos carris do Metropolitano de Lisboa (à esquerda) e localização das marcas e seções de instrumentação (à direita)

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sequência de trabalhos semelhantes (Pinto et al., 2007 e 2011), a dimensão da obra executada determinou a necessidade de desenvolver soluções económicas e de elevados rendimentos, definidas e compatibilizadas tendo por base os vários condicionamentos existentes, sem comprometer a segurança e de boa funcionalidade da obra e das construções e infraestruturas vizinhas.

A solução de travamento com recurso a bandas de laje foi concebida com o objetivo de ultrapassar a limitação encontrada no alçado confrontante com o túnel do Metropolitano de Lisboa, alçado AB, sob a Avenida Fontes Pereira de Melo. A viabilidade da implementação deste tipo de solução requer a coordenação e compatibilização com as diversas especialidades, em particular com a Arquitetura e com a Estabilidade, aspeto esse que, no presente caso, se considera ter sido muito bem conseguido. Destaca-se

ainda que os trabalhos foram interrompidos por razões de natureza não técnica no alçado AB, quando a escavação se encontrava próxima da cota do piso -1 e sem qualquer travamento. De forma a repor as condições de segurança da obra e das estruturas e infraestruturas vizinhas, os trabalhos foram retomados com a execução de uma banda de laje ao nível do piso -1. Neste contexto, destaca-se a importância do Plano de Instrumentação e Observação, que continuou a ser implementado apesar do interregno dos trabalhos, como ferramenta da gestão das condições de segurança da obra e das estruturas e infraestruturas vizinhas e que, no caso presente, permitiu justificar tecnicamente a necessidade de reinício dos trabalhos. Apesar da imprevisibilidade da situação descrita, a solução de bandas de laje, após o necessário reforço do número total de bandas de laje, revelou um excelente desempenho.

No início de 2018 a superestrutura do edifício encontra-se praticamente concluída e as soluções de contenção, com dupla função de fundação, tem vindo a revelar um comportamento adequado (Figura 12).



Figura 12 – Vistas da obra no início de 2018

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à “Edifício 41 - Promoção Imobiliária e Hotelaria SA.,” Dono de Obra, a autorização para a redação e publicação do presente artigo. Consideram ainda importante sublinhar que as soluções implementadas resultaram de um trabalho de equipa, no âmbito do qual deve ser destacado o papel importante da empresa Rockbuilding, responsável pela gestão e fiscalização do projeto, da empresa JSJ Estruturas, autora do Projeto de Estabilidade, e das empresas Casais e Mota-Engil, consórcio construtor da obra de escavação e de contenção periférica.

REFERÊNCIAS

- Pinto, A., Pereira, A. e Villar, M. (2007) - Deep Excavation for the new Central Library of Lisbon, *Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Madrid, Spain, pp. 623 – 628.
- Pinto, A., Pita, X. (2011) - Deep Excavations in Luanda City Centre, *Proceedings of the 15th African Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Maputo, Mozambique, pp. 269 – 274.