

Prolongamento da Linha Vermelha Alameda II – Campolide – Concepção e Construção



Rute Viegas¹



António Flor²

RESUMO

A Estação Saldanha II insere-se no Prolongamento da Linha Vermelha Alameda II – Campolide do Metropolitano de Lisboa e encontra-se em fase de execução desde 2004. A obra localiza-se ao longo da Av. Duque D'Ávila, entre a parte Poente da Avenida da República e a parte Nascente da Avenida Defensores de Chaves. A estação, excluindo os acessos, tem uma extensão de cerca 160 m, uma largura média de 17m e uma altura de escavação de cerca de 25 m.

Neste artigo pretende-se descrever os condicionamentos existentes à execução do projecto, as soluções estruturais adoptadas e a realização da obra.

PALAVRAS-CHAVE

Estação enterrada; concepção; construção;

¹ Ferconsult, SA – Área de Estruturas e Geotecnia, Lisboa, rute.viegas@ferconsult.pt

² Ferconsult, SA – Área de Estruturas e Geotecnia, tavares.flor@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Estação Saldanha II insere-se no Prolongamento da Linha Vermelha Alameda II – Campolide. A obra localiza-se ao longo da Av. Duque D'Ávila entre a Avenida da República e a Avenida Defensores de Chaves. A estação, excluindo os acessos, tem uma extensão de cerca 160 m, uma largura média de 17m e uma altura de escavação de cerca de 25 m. A Estação apresenta dois cais laterais, um átrio intermédio e um piso técnico. O acesso à Estação é feito a poente e a Nascente através de escadas e de elevador. 'Fig.1'

Para melhor compreensão o projecto encontra-se dividido por três zonas, nomeadamente:

- Corpo A – zona de acessos e átrios, localiza-se na parte poente da Av. República, onde se encontra a estação Saldanha I (Linha Amarela), entre o eixo 1 e o eixo 9 do projecto. Este projecto foi desenvolvido em separado e não será descrito neste artigo;
- Corpo B – zona do cais de Saldanha II, área que compreende a Av. República e parte da Av. Duque de D'Ávila, entre o eixo 9 e o eixo 25 do projecto;
- Corpo C – zona de acessos, esta compreende parte Av. Duque de D'Ávila e o cruzamento com a Av. Defensores de Chaves, entre o eixo 25 e o eixo 36.

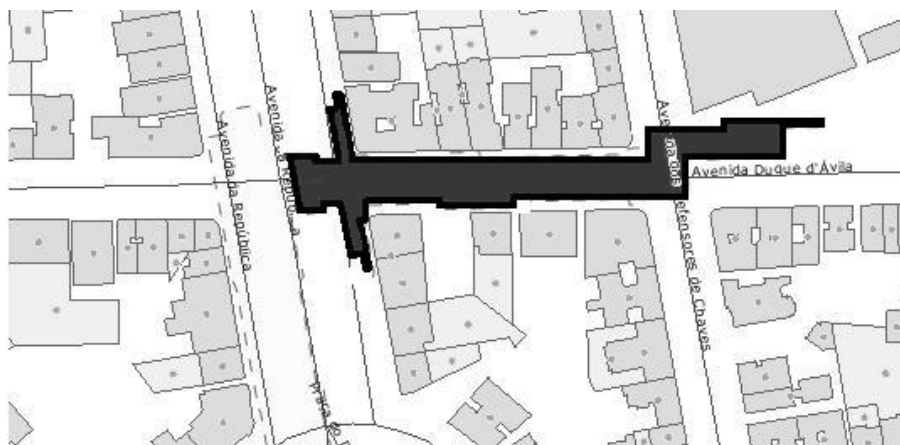


Figura 1. Localização da Empreitada.

2. CONDICIONAMENTOS

Em seguida serão indicados os condicionamentos considerados de maior relevância.

2.1 Geológicos e Geotécnicos

A Estação Saldanha II, insere-se na unidade designada por Argilas e Calcários dos Prazeres, é identificada, simplificada, por MII e corresponde a um depósito essencialmente argiloso, sobreconsolidado, que conserva uma inclinação suave para Nascente.

O nível freático não foi tido em consideração para o cálculo na fase construtiva. Para a fase de exploração admitiu-se que o nível freático se situava à profundidade de 10 m.

2.2 Traçado

O Projecto de Traçado condicionou a implantação da obra, tanto ao nível da planta como do perfil, nomeadamente a existência da Estação Saldanha I e todos os acessos de ligação entre as duas estações bem como para a superfície.

2.3 Ocupações de subsolo e superfície

A construção da Estação Saldanha II e a reconstrução do átrio Norte da Estação Saldanha I, ao longo da Av. Duque D'Ávila e transversalmente à Avenida da República, interferiu com todas as redes enterradas, que tiveram de ser reposicionadas. Algumas condutas existentes, nomeadamente a conduta de EPAL implantada ao longo da Av. Defensores de Chaves, e o colector ao longo da Av. Duque D'Ávila, obrigaram à realização de obras especiais.

As infra-estruturas que se encontram ao longo da Av. Duque D'Ávila foram reposicionadas lateralmente, de forma a permitirem a construção da estação. Durante a construção foram suspensas a contenção periférica. As instalações, tubagens, poços e outras ocupações existentes dentro da Estação Saldanha I foram objecto de projectos específicos, dado que esta zona será demolida e reconstruída.

2.4 Edifícios envolventes

A proximidade dos edifícios existentes nas imediações da estação condicionou o dimensionamento da contenção periférica e do respectivo sistema de escoramento, de forma a minimizar os assentamentos nas fundações das edificações. Foi definida pela equipa projectista a localização de instrumentação quer na contenção (inclinómetros e convergências) quer nos edifícios adjacentes (régua, alvos, fissurómetros e clinómetros), pela importância que os deslocamentos horizontais e verticais assumem na execução da obra.

2.5 Túnel Rodoviário

De forma a tornar a circulação rodoviária na Av. da República mais fluida, a Câmara Municipal de Lisboa considerou desde o início do projecto a hipótese de executar um túnel rodoviário, que conduzirá ao desnivelamento entre a Avenida da República e da Avenida Duque D'Ávila. De forma a não inviabilizar este projecto, foi definida na estação a localização do “futuro túnel” com a realização de dois quadros fechados em betão armado, dimensionados para o efeito e incluídos na empreitada.

2.6 Túnel do ML

Como a tuneladora passou na zona da estação antes da execução da mesma, houve a necessidade de conceber uma estrutura de contenção para o túnel, que permitisse o desmonte das aduelas. A execução da laje de fundo teve de ser coordenada com o desmonte das aduelas.

3. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

3.1 Faseamento Construtivo

A solução preconizada procurou responder aos condicionalismos descritos tendo sido definido o seguinte faseamento construtivo:

- Fase 1 – Execução das estacas – ‘Fig. 2’
- Fase 2 – Execução do 1º nível de ancoragens – ‘Fig. 2’.
- Fase 3 – Execução da viga de apoio da laje de cobertura e execução da laje de cobertura – ‘Fig. 3’
- Fase 5 – Execução do aterro e reposição do trânsito – ‘Fig. 4.
- Fase 6 – Execução da escavação total com os restantes níveis de ancoragens; ‘Fig.4’
- Fase 7 – Desmonte das aduelas do túnel existente e execução das estruturas internas – ‘Fig. 5’.

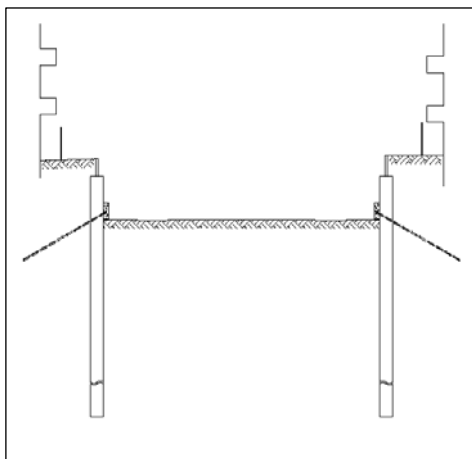


Figura 2. Execução das estacas e do 1º nível de ancoragens

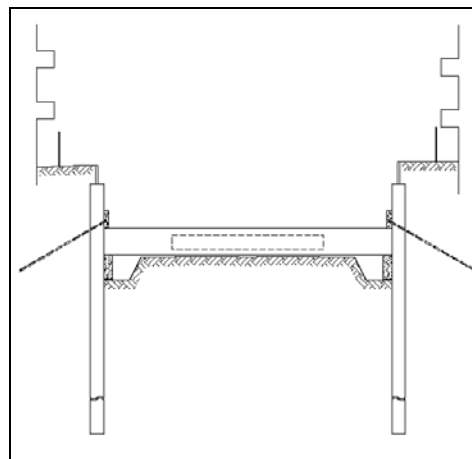


Figura 3. Execução da viga de apoio e da laje de cobertura

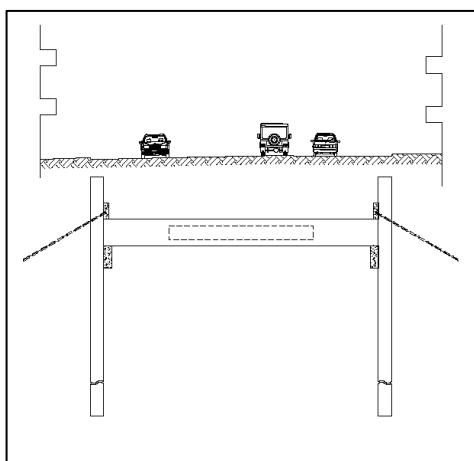


Figura 4. Execução do aterro e reposição da circulação

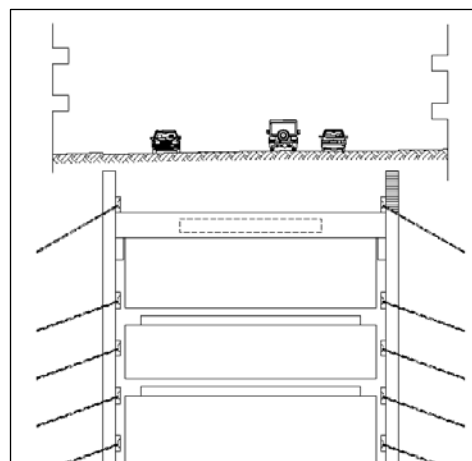


Figura 5. Desmonte das aduelas e execução das estruturas internas

3.2. Contenção

A contenção é constituída por estacas diâmetro 0,8m afastadas de 1m e de diâmetro 0,5m afastadas de 0,6m, estabilizadas por ancoragens instaladas em malha de 2,4 m por 3 m, na direcção horizontal e vertical, respectivamente, de 700 kN e bolbos de selagem com 10 m de comprimento. Este comprimento foi ajustado durante a execução da obra, resultante da análise dos ensaios de ancoragem. Este sistema de contenção foi complementado com escoras metálicas, instaladas nos cantos e ao nível da laje de cobertura.

Na zona da ligação ao futuro túnel rodoviário foi utilizada uma solução de pregagens em fibra de vidro para facilitar a sua destruição quando este for construído.

3.3 Estruturas Internas

Descrevem-se os elementos principais da solução preconizada.

A laje de cobertura [1] apresenta uma solução em betão armado pré-esforçado com 1.60m de altura na zona corrente e 2.20m de altura na zona que suporta a grua. O pré-esforço é dado “in situ” na direcção

do menor vão. Esta laje apoia numa sobre uma viga com 0.50m x 1.40m, que se encontra ligada à cortina de estacas $\phi 0.80\text{m}$ afastadas 1.00m, através de ferrolhos, a cerca de 5.60m de profundidade. No topo da viga é colocado um apoio deformável para que haja mobilização das duas parcelas constituintes do pré-esforço. Na concepção da solução para a laje de cobertura teve presente os seguintes condicionalismos:

- Laje a funcionar numa única direcção.
- Vãos de 16,65m, 19,25m e 19,95m.
- Aterro de 4 m de altura.
- Sobrecarga regulamentar do metropolitano de Lisboa de 50kN/m^2 (à qual é deduzida 10kN/m^2 por metro de aterro).
- Grua a colocar em cima da laje, com peso específico de 2000kN.
- Por razões construtivas o pré-esforço é dado na face superior da viga.
- Existência da suspensão de infra-estruturas existentes, nomeadamente gás, água e esgoto, paralelamente à Avenida Duque D'Ávila em ambos os lados.
- A aplicação do pré-esforço é feito a 3m das extremidades, devido à existência de infra-estruturas e ao método de execução do pré-esforço.
- A altura da laje condicionada por razões de arquitectura da estação enterrada e por limitação de espaço por cima devido à localização das infra-estruturas.
- Reposição do trânsito à superfície assim que possível.

As lajes intermédias ao nível do Piso técnico e do Átrio são em betão armado com 1.10m de espessura, aligeiradas a meio vão. Estas lajes encontram-se solidarizadas por paredes de 0.60m de espessura com uma modelação de 7.5m, que permitem reduzir as deformações e melhorar o seu comportamento estrutural.

A solução estrutural preconizada para o cais é composta por uma laje em betão armado com 0,20 m de espessura que apoia numa malha de vigas (0,30*0,40) e pilares (0,30*0,30) com uma modelação longitudinal de 4,00 m.

A laje de fundo é em betão armado pré-esforçado com alturas de 1.40m nos apoios e 0.70m, na zona central.

As paredes periféricas definitivas são em betão armado com 0.60m de espessura e encontram-se solidarizadas às estacas através de ferrolhos.

4. EXECUÇÃO DA OBRA

4.1 Assistência Técnica à Obra

Desde 2005, a obra tem sido objecto de assistência Técnica à obra, o âmbito desta abarca também a adaptação do projecto às condições reais, que teve como principal objectivo acompanhar em tempo real a execução do projecto, de forma a esclarecer quaisquer dúvidas de interpretação do mesmo, adaptar algumas das soluções propostas aos condicionalismos da obra e acompanhar a instrumentação colocada na cortina de contenção e nos edifícios adjacentes, para uma interpretação cuidada dos resultados, que permitisse uma rápida intervenção em caso de necessidade.

A Assistência teve dois tipos de abordagem: reuniões semanais no Estaleiro da obra com visita técnica à mesma e no apoio técnico dado no escritório, na análise dos problemas relacionados com a execução do projecto levantados nas reuniões descritas, na análise dos resultados da instrumentação e ensaios, na análise de propostas alternativas do empreiteiro e dos projectos executados por este.

Nas reuniões de obra semanais participaram: a Entidade Executante, a Fiscalização e o representante da Equipa Projectista. Nas reuniões foram abordados os assuntos relacionados com os trabalhos em execução e preparação a curto/médio prazo. A ordem de trabalhos consistia no esclarecimento de dúvidas de interpretação do projecto, na análise qualitativa de propostas variantes do empreiteiro para adaptação de soluções mais compatíveis com os meios disponíveis na obra e na adaptação do projecto a condicionantes não contempladas no projecto. Esta ordem de trabalhos permitiu esclarecer de imediato quaisquer dúvidas, omissões ou incompatibilidades de projecto, e por outro lado abordar questões de execução e exequibilidade das soluções propostas.

4.2 Actividades desenvolvidas

Em seguida exemplificam-se algumas das actividades desenvolvidas no decorrer da execução da obra, nomeadamente:

- A execução da laje de cobertura – ‘Fig.7’;
- Interferência da conduta $\phi 1000$ da EPAL na Av. Defensores de Chaves, que obrigou à realização de uma estrutura especial que permitisse a sua passagem – ‘Fig.8’;
- Desmonte das aduelas do túnel existente – Fig. 9’;
- Execução da laje de fundo – ‘Fig. 10’;



Figura 7. Execução da Laje de Cobertura.



Figura 8. Interferência Acesso Nascente – Conduta D1000 da EPAL



Figura 8. Desmonte das aduelas.



Figura 7. Contenção e execução da Laje de fundo.

4. CONCLUSÕES

A solução de projecto procurou conciliar o faseamento construtivo com a solução estrutural definitiva, procurando responder a todos os condicionamentos existentes.

Por outro lado, o acompanhamento técnico a esta obra revelou-se extremamente importante na sua boa execução, evitando o desgaste que a burocracia da correspondência impõe neste tipo de obras. As reuniões semanais permitiram a detecção de possíveis pontos de conflito em fases prematuras, permitindo uma cooperação saudável entre empreiteiro, projectista e fiscalização na procura de soluções, quer para questões aparentemente simples, como a pormenorização de armaduras, quer para questões relacionadas com o faseamento construtivo e a execução propriamente dita da obra, que permitiu uma optimização dos trabalhos e uma melhor qualidade da solução final.

REFERÊNCIAS

- [1] VIEGAS, R; FLOR, A – Laje de cobertura da Estação Saldanha II – Prolongamento da Linha Vermelha Alameda II – Campolide – JPEE2006, 2006;
- [2] Ferconsult, SA – Projecto de Execuçaõ. Prolongamento da Linha Vermelha Alameda II – Campolide – Estação Saldanha II, 2005;