

Edifícios de Expansão do Centro Santander Totta em Lisboa



João Almeida¹



Bruno Freitas²



David Gama³

Resumo

Nesta comunicação apresentam-se os aspetos essenciais da conceção e execução da estrutura da ampliação do edifício do Centro Santander Totta, em Lisboa. Trata-se de um edifício com uma área de construção de cerca de 22000 m², com uma estrutura de betão armado e pré-esforçado, onde a complexidade geométrica, existência de grandes vãos e zonas de transição estrutural de elementos verticais conduz à utilização de diversas soluções estruturais. A conceção arquitetónica proposta recorre a uma muito extensa utilização de elementos estruturais de betão branco, o que tendo em conta a complexidade geométrica do edifício e o prazo de execução imposto, se traduziu num conjunto de exigências e soluções particulares que são descritas neste texto.

Palavras-chave: Betão Branco, Betão Estrutural, Pré-esforço, Estruturas de Edifícios

¹ Eng^o Civil; Director técnico JSJ Estruturas, Lisboa, Portugal; jalmeida@jsj.pt

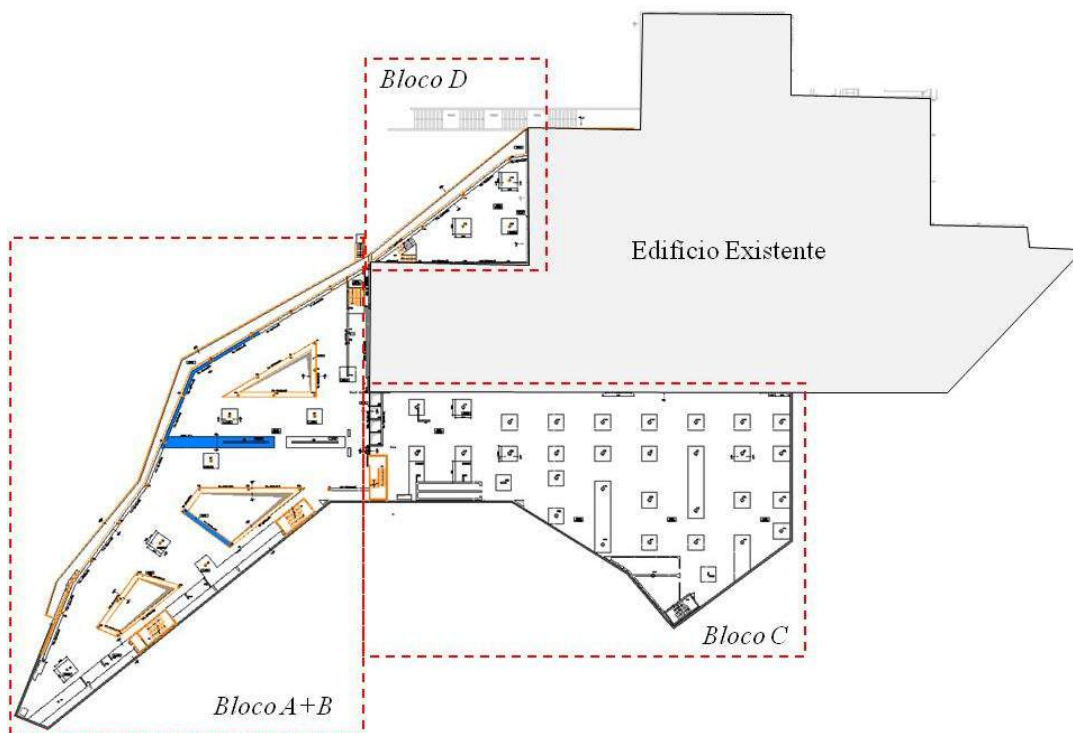
² Eng^o Civil; *Alumni* JSJ Estruturas; Lisboa, Portugal;

³ Eng^o Civil; JSJ Estruturas, Lisboa, Portugal; dgama@jsj.pt

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve os principais aspetos do projeto e construção dos edifícios de expansão do Centro Santander Totta, situado na Praça de Espanha, em Lisboa. A ampliação é contígua ao edifício existente, igualmente projetado pela JSJ Estruturas em 2001. A área de implantação é de 4000 m² e a área de construção aproximadamente 22.000 m². 6.000 m² são em pisos enterrados destinados a estacionamento, 2.000 m² em um piso de ginásio e a restante área em pisos de escritório. A ampliação encontra-se dividida em três blocos: *Bloco A+B*, *Bloco C* e *Bloco D* (Fig. 1 (a)).

No *Bloco A+B* (Fig. 1 (b)), virado a Oeste, existe um piso enterrado (auditório e zona técnica) e quatro pisos semi-enterrados (três pisos de escritórios e cobertura ajardinada); todos os pisos são iluminados, não só pela fachada, como também por três poços de luz zenital. No *Bloco C* (Fig. 1 (c)), na zona a Sul do edifício existente, existem quatro pisos enterrados (estacionamento), um piso semienterrado (ginásio) e um piso elevado (a cobertura ajardinada da entrada). No *Bloco D* (Fig. 1 (d)), na ampliação da zona Norte, existem quatro pisos elevados, incluindo a cobertura ajardinada. Haverá ligação direta ao edifício existente tanto ao nível dos pisos de escritório, como dos pisos de estacionamento, permitindo a circulação automóvel entre os dois edifícios.



(a) Identificação dos Blocos Estruturais (planta do piso -4).



(b) Vista do *Bloco A+B*.



(c) Vista do *Bloco C*.



(d) Vista do *Bloco D*.

Figura 1.

2. ESCAVAÇÃO E CONTENÇÃO PERIFÉRICA

Grande parte do novo edifício localiza-se abaixo do nível do terreno natural, implicando a existência de escavações de grande profundidade (Fig.2), as quais não são compatíveis com a realização de escavação ao abrigo de taludes. Tendo em conta o prazo muito limitado da obra poderia ter sido adotada uma solução “Top-Down”, acelerando o processo construtivo. No entanto, o elevado número (e localização) de elementos em betão branco desaconselhava a adoção desta solução. Foi, assim, proposta a execução de uma parede de contenção periférica do tipo “Berlim Definitivo”. A parede de contenção exterior desenvolve-se ao longo de aproximadamente 300m de extensão, com alturas variáveis entre 4,0m e 26,0m. Adicionalmente, face à existência de desníveis elevados entre a cota de fundação do piso -5 e a cota de fundação do piso -6, verificou-se a necessidade de se preverem também contenções provisórias no interior do recinto. Sendo um projeto de ampliação, um dos alçados do novo edifício confina com o edifício existente, cuja cota de fundação se situa cerca de 9,0m acima da cota de fundação prevista para o edifício a executar; surgiu, assim, a necessidade de prever uma solução de recalçamento da empena poente do edifício existente. As Figs. 3 e 4 apresentam, de forma esquemática, a localização relativa das diferentes soluções de contenção.



Figura 2. Escavação e Contenção no *Bloco A+B*

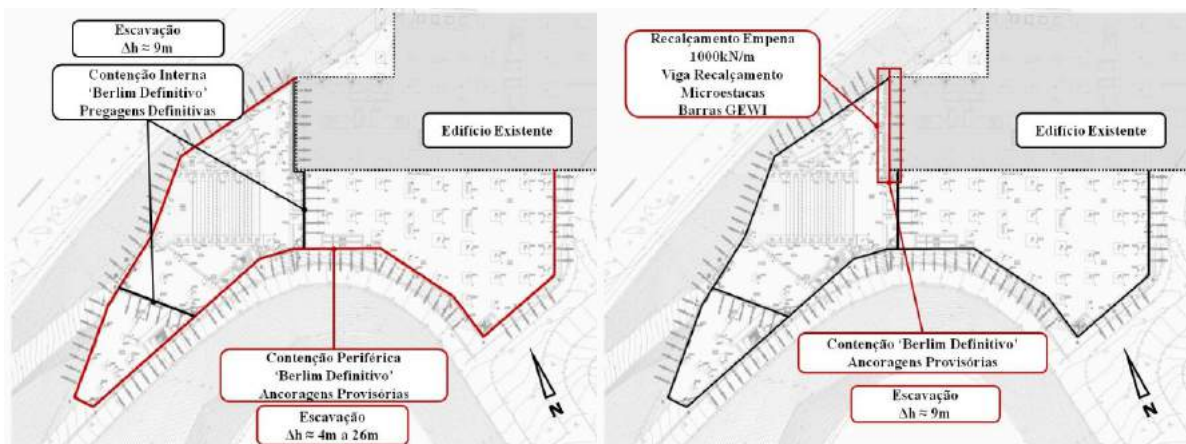


Figura 3. Localização das zonas de contenção periférica (à esquerda) e de recalçamento de fachada (à direita). (retirado de [1])

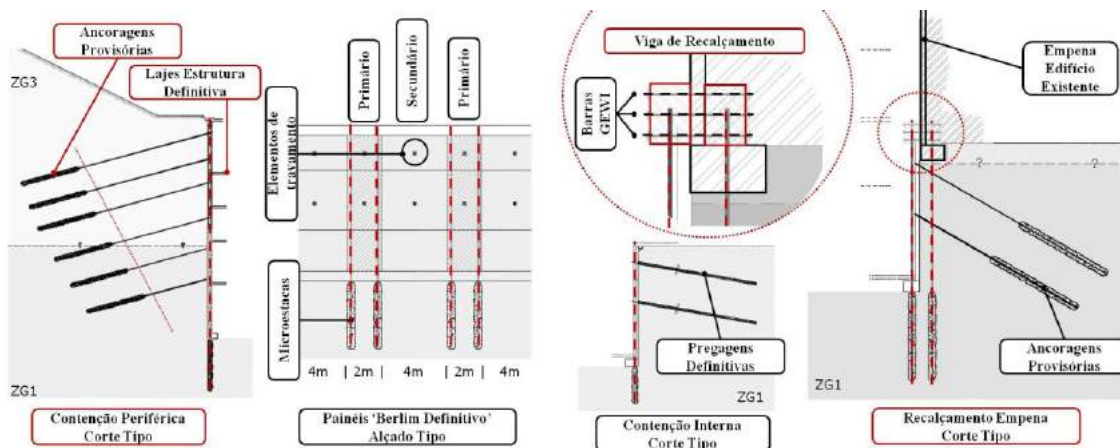


Figura 4. Esquemas representativos das principais soluções adotadas (retirado de [1]): contenção periférica; tecnologia ‘Berlim Definitivo’; contenção interna; recalçamento.

Os limites da escavação estão situados na adjacência de vias de circulação (Avenida Calouste Gulbenkian e ciclovia de Campolide), tendo-se como condicionantes as sobrecargas associadas e a limitação das deformações a tardo da escavação. Nesta base, foi definido um Plano de Instrumentação e Observação para controlar os movimentos das estruturas executadas. A medição frequente de grandezas cinemáticas durante os trabalhos de intervenção permitiu aferir o estado de perturbação do maciço envolvente em cada fase de construção e, quando justificável, a adaptação atempada do projeto inicial.

3. ESTRUTURA

3.1. Soluções gerais

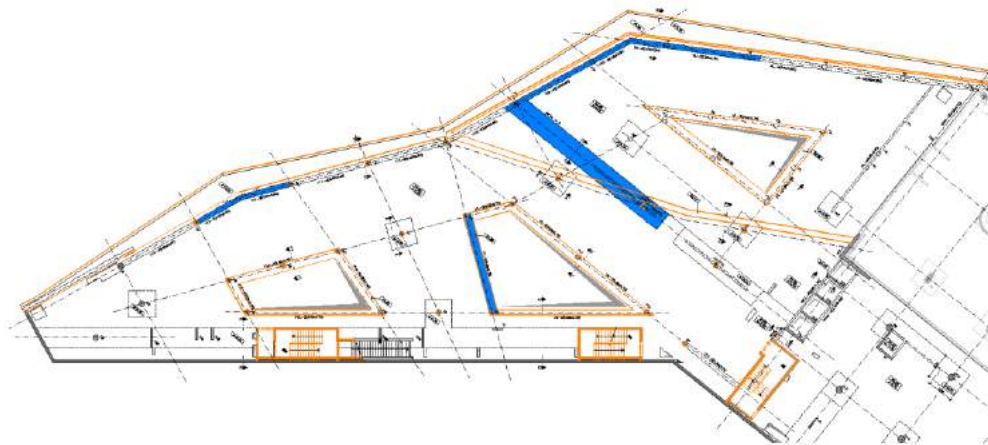
A estrutura, é em geral, constituída por pilares, paredes estruturais e lajes fungiformes maciças de betão armado (Fig.5). As fundações são do tipo direto, constituídas por sapatas de betão armado. As lajes estão também ligadas aos núcleos de acesso dos edifícios, que se prolongam até à fundação, apoiando-se, sem continuidade de esforços de flexão, nas paredes de contenção que delimitam o contorno do edifício. Refira-se que a maior parte da area construída está enterrada ou semi-enterrada, pelo que as ações horizontais não foram condicionantes ao dimensionamento.



Figura 5. Piso fungiforme corrente

3.2. Solução estrutural Bloco A+B

O *bloco A+B* (Fig. 6) é aquele que tem uma maior complexidade geométrica, com a solução arquitetónica a apresentar várias descontinuidades ao nível dos elementos verticais. Assim, foi necessário adotar uma multiplicidade de soluções (zonas de laje fungiforme, zonas vigadas, bandas pós-tensionadas...) de modo a solucionar adequadamente a geometria prevista.



(a) Planta do Piso -4 do *Bloco A+B* (A azul: zona pre-esforçada; A laranja: elementos em betão branco)



(b) Vista aérea da frente de obra do Bloco A+B



(c) Vigas em betão branco e laje em betão corrente

Figura 6.

Neste bloco estrutural salienta-se a necessidade de realizar uma importante transferência de carga ao nível do piso -5 (Fig.7), que corresponde à cobertura do auditório e onde descarregam os elementos verticais que suportam a carga dos pisos superiores. O vão de cerca de 16m é vencido por vigas de betão armado pré-esforçado em betão branco aparente, que constituem elementos de grande importância, tanto pela função estrutural que desempenham, como pela mais-valia arquitetónica que conferem à obra.



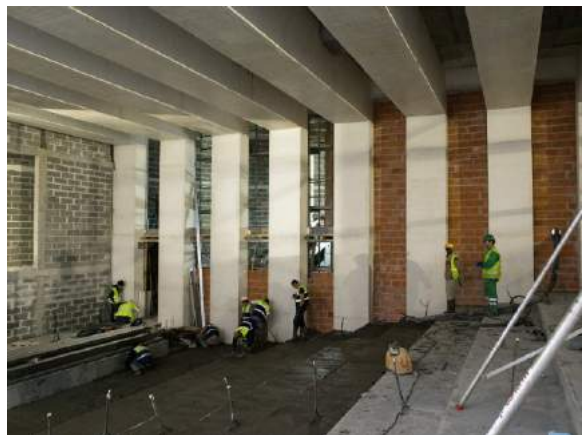
(a) Planta do Piso -5



(b) Pilares do auditório (fase construtiva).



(c) Vigas do auditório (fase construtiva).



(d) Interior do auditório.

Figura 7.

Mais adiante, em §4, são analisados alguns aspetos referentes à adoção do betão branco. No que se refere ao seu funcionamento estrutural, as vigas, com secção transversal de 1.10mx1.50m, são “apoiadas” em pilares de 0.65mx1.10m, sendo pós-tensionadas com cabos aderentes (Fig. 8).

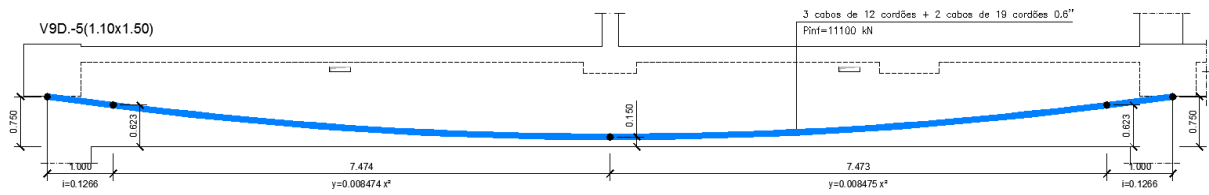


Figura 8. Viga do auditório: traçado de cabo de pré-esforço

Como é frequente em estruturas de transição, onde o nível de carga a ser suportado em serviço é muito elevado, não era possível aplicar a totalidade da carga de pré-esforço logo após a betonagem, sob pena de serem introduzidas tensões elevadas nas fibras superiores das vigas, na fase construtiva. Assim, seria necessário: (i) escorar as vigas e aplicar o pré-esforço após estarem sujeitas à totalidade das cargas permanentes ou (ii) programar um faseamento para o tensionamento dos cabos de pré-esforço, à medida que os pisos superiores estivessem executados. O Adjudicatário preferiu a segunda opção, que veio, efetivamente, a ser executada.

O faseamento do tensionamento dos cabos e processo construtivo a seguir foi essencialmente definido com base num critério de limitação de tensões nas fibras superiores das vigas pós-tensionadas a valores entre 2 MPa e 2.5 MPa. Na Fig. 9 (a) representa-se a planta do piso -5 na zona do auditório, indicando-se (a azul) as vigas pré-esforçadas (V1 a V11), banda e, também, elementos verticais suportados pelas vigas; é também apresentada a sequência de execução.

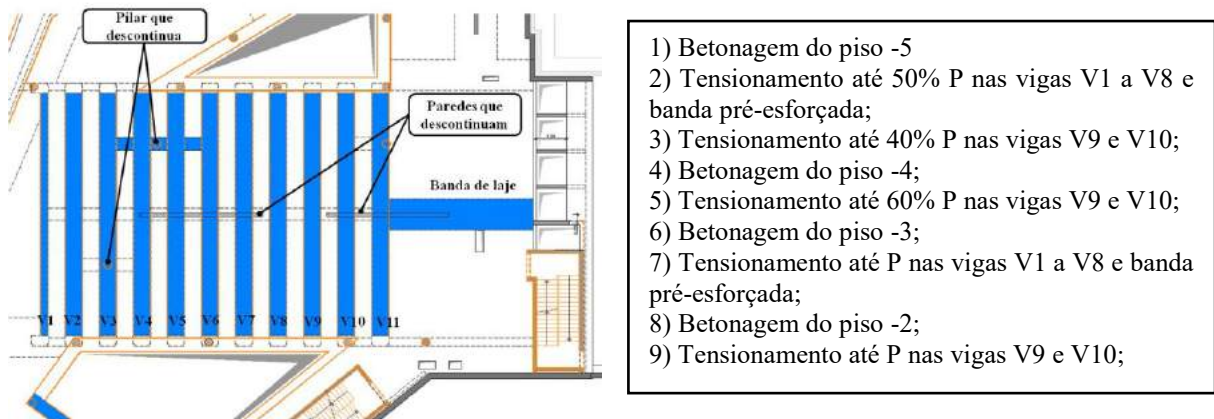
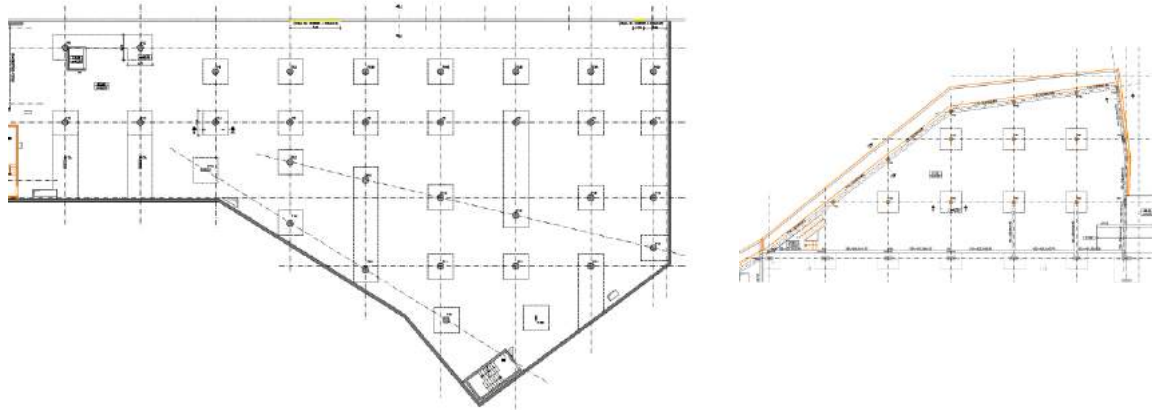


Figura 9. Planta do Piso -5 (Vigas do auditório) e faseamento do tensionamento dos cabos.

3.3. Solução estrutural dos Blocos C e D

A solução estrutural dos *blocos C e D* é bastante semelhante entre si, sendo constituída por uma solução de laje fungiforme maciça e capitéis, com vãos correntes de cerca de 8m. Em zonas pontuais, onde foi necessário vencer vãos de 10m utilizaram-se bandas de laje de betão armado (Fig. 10).



(a) Planta de piso tipo do Bloco C

(b) Planta de piso tipo do Bloco D

Figura 10.

No *Bloco C* salienta-se o cuidado que houve com as zonas de betão aparente, nomeadamente com os patins das escadas, os quais foram aferrolhados *a posteriori* aos núcleos (estes tinham sido betonados numa primeira fase). Esta opção permitiu que os painéis de cofragem que estão no interior dos núcleos não fossem interrompidos pelo patim intermédio, sendo possível acertar os painéis interiores e exteriores, garantindo a estereotomia desejada e facilitando o processo de execução.

4. A UTILIZAÇÃO DE BETÃO BRANCO ESTRUTURAL

Neste edifício a arquitetura previu uma muito extensa utilização de betão branco aparente, em diversos elementos estruturais (de betão armado ou betão pré-esforçado). Pretendia-se que a qualidade final das superfícies de betão aparente fosse elevada, o que era um desafio, sobretudo face ao prazo extraordinariamente exigente da obra. De facto, não só o volume de betão branco a aplicar era considerável, como também o projeto de arquitetura é geometricamente complexo. Assim, foi necessário em todas as fases da obra (projeto e execução) ter sempre presente as necessidades específicas de construir em betão branco, descrevendo-se, de seguida, os aspetos mais relevantes nesta obra.

4.1. Composição

A composição do betão branco teve como princípio base garantir o acabamento final pretendido (além das normais características de compacidade, opacidade e durabilidade). Um aspeto importante dos estudos de composição dos betões resultou da necessidade de tentar limitar a retração diferencial entre as zonas exteriores em consola (na generalidade em betão branco) a valores próximos dos que ocorreriam para betões correntes no interior (Fig. 11). Desta forma, para afinar a dosagem do adjuvante foram realizados ensaios, tendo-se obtido uma composição final que resultava numa extensão de retração aos 28 dias de 120×10^{-6} (face a 180×10^{-6} obtida para o betão corrente usado em obra). Adicionalmente, refira-se que existiu um cuidado particular no dimensionamento e pormenorização de armaduras, para controlo da fendilhação que pudesse surgir por retração diferencial.



Figura 11. Zona exterior em betão branco e zona interior em betão corrente.

4.2. Cuidados no projeto de estrutura relacionados com o betão aparente

Nesta obra pretendiam-se evitar marcas resultantes do faseamento de betonagens, em zonas visíveis. Assim, foi necessária uma coordenação importante entre os projetos (arquitetura e estrutura) e a execução da obra, para que os pontos de transição entre as betonagens de betão branco e betão corrente fossem criteriosamente escolhidos. No caso dos elementos pré-esforçados, foi necessário dar particular atenção ao estudo dos nichos das ancoragens ativas, nomeadamente a sua localização e geometria, sendo necessária uma boa articulação entre o projeto de estrutura e projeto específico de pré-esforço. Como exemplo, apresenta-se o caso das vigas dos poços de Luz (Fig. 12), onde não era possível esconder o nicho, pelo que a escolha da posição da ancoragem foi feita de modo a que a betonagem de 2ª fase deixasse apenas uma aresta na laje, num local que a torna quase imperceptível quando a obra entrar em serviço. Já no caso das vigas do auditório, com o objetivo de *esconder* as zonas das ancoragens ativas (onde o macaco pudesse aceder), desdobrou-se um cabo (Fig. 8) em duas unidades equivalentes, com ancoragens ativas/passivas dispostas em dois níveis (Fig. 13).

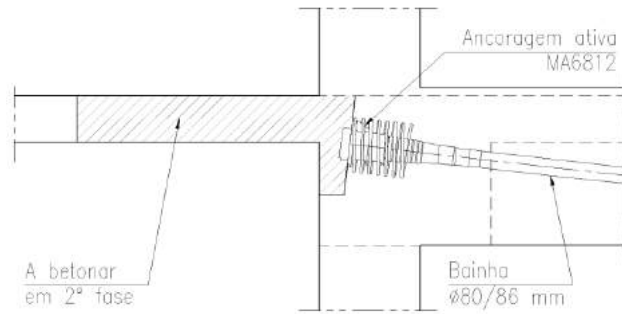
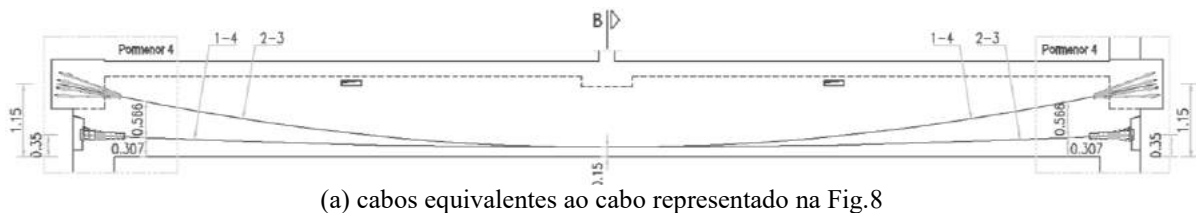
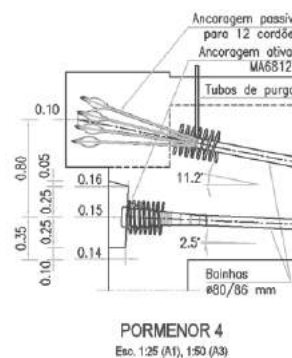


Figura 12. Pormenor da zona de ancoragem de uma viga pré-esforçada num poço de luz.

Como exemplo, apresenta-se o caso das vigas dos poços de Luz (Fig. 12), onde não era possível esconder o nicho, pelo que a escolha da posição da ancoragem foi feita de modo a que a betonagem de 2ª fase deixasse apenas uma aresta na laje, num local que a torna quase imperceptível quando a obra entrar em serviço. Já no caso das vigas do auditório, com o objetivo de *esconder* as zonas das ancoragens ativas (onde o macaco pudesse aceder), desdobrou-se um cabo (Fig. 8) em duas unidades equivalentes, com ancoragens ativas/passivas dispostas em dois níveis (Fig. 13).



(a) cabos equivalentes ao cabo representado na Fig. 8



(b) Pormenor da zona das ancoragens: nichos de ancoragens ativas colocados em zona não visível

Figura 13. Pré-esforço de viga do auditório

4.3. Execução dos elementos em betão branco

A execução dos elementos em betão branco exigiu alguns cuidados gerais, dos quais se salienta:

- Pintura integral das armaduras com uma demão de primário hidroepoxídico, de modo a evitar a contaminação do betão;
- Utilização de espaçadores em betão branco;
- Utilização de hidrófugo incolor sobre a superfície final, para proteção;

- Rápida desmoldagem, de modo a evitar o aparecimento de manchas; salienta-se que é necessário uma programação cuidada do faseamento das betonagens, de modo a evitar a existência de zonas de betão branco aparente onde seja necessário manter a cofragem à espera da próxima fase de betonagem;
- Betonagem lenta e cuidada; este aspeto foi particularmente difícil de cumprir, face ao prazo da obra, pelo que o grau de exigência teve de ser adaptado consoante a visibilidade dos elementos a betonar.

Um dos elementos em betão branco da obra cuja garantia de uma execução com qualidade se revelou mais complexa foram as palas exteriores (Fig.14), nomeadamente devido à grande visibilidade e geometria inclinada. A situação ideal para garantir um bom acabamento seria adotar um ritmo lento de betonagem, no entanto, a elevada extensão em planta deste elemento (em todos os pisos existem palas no contorno do edifício, como ilustrado na Fig.1) poderia afetar fortemente o cumprimento do prazo de execução da obra, que era extremamente exigente. A opção de pré-fabricação de “módulos de consola”, que seria sem dúvida particularmente adequada, não foi neste caso adotada por conduzir à marcação inevitável de juntas transversais entre elementos. Assim, optou-se por proceder à realização prévia de alguns protótipos, com o objetivo de afinar o processo construtivo e testar a utilização de telas descofrantes, as quais permitiram minorar os problemas relacionados com a retenção de ar junto às faces inclinadas, sem reduzir excessivamente a velocidade de betonagem.



(a) Geometria de uma das palas em betão branco.



(d) Vista do Bloco C



(e) Vista aproximada de palas de betão branco

Figura 14. Palas em betão branco

5. CONCLUSÕES

A obra do Centro Santander Totta explora algumas das interessantes potencialidades do *betão estrutural* na área das estruturas de edifícios:

- A capacidade de realização da geometria e formas pretendidas, desempenhando o material funções estruturais e arquitetónicas;
- A utilização de vãos amplos, adaptando-se bem às condicionantes arquitetónicas e funcionais do edifício, e pouco limitativos à conceção das fachadas, promovendo-se assim a sustentabilidade estrutural da obra face ao seu acrescido grau de adaptabilidade futuro;

- A utilização criteriosa da continuidade atualmente verificada entre conceitos e modelos de projeto para *betão armado* e *betão armado pré-esforçado* facilita não só a adequação/adaptação a variações das estruturas dos pavimentos, como a possibilidade de realização de importantes transições estruturais verticais.

De salientar que a utilização estrutural e arquitetónica do betão e, em particular, do betão branco requer uma cuidadosa articulação, desde logo a nível dos projetos, mas também no que se refere à especificação dos materiais, procedimentos construtivos e, de forma mais geral, a todo o planeamento da obra. A obra foi adjudicada com um prazo de execução de estrutura de 12 meses, tendo sido praticamente concluída no final de 2015. Na Fig. 15 apresentam-se algumas imagens da mesma.



(a) Vista do exterior (*Blocos A+B*)



(b) Vista interior (*Bloco C*)



(c) Auditório

Figura 15.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam o seu agradecimento ao dono da obra pela disponibilidade para a divulgação deste projeto.

Dono da obra: Banco Santander Totta
Estrutura: JSJ Estruturas
Empreiteiro Geral: Ferroviária
Betão branco: Betão Liz

Arquitetura: FVA Arquitectos
Escavação e contenção periférica: JETsj Geotecnia
Fiscalização: VhM, Coordenação Gestão de Projectos
Aplicação e projeto de Pré-esforço: Mota-Engil

REFERÊNCIAS

- [1] Tomásio, R.; Pinto, A.; Fartaria, C. (2016) Soluções de Escavação e Contenção Periférica Para a Construção dos Pisos Enterrados da Ampliação do Centro Santander Totta em Lisboa. *15º Congresso Nacional de Geotecnia*, Porto.