

REABILITAÇÃO DA PONTE DE NOSSA SENHORA DA GUIA

Tiago Mendonça¹, Vitor Brito² e Tiago Filipe³

¹ BETAR Consultores Lda., Director Técnico, Av. Elias Garcia N° 53 2ºE, 1000-148 Lisboa, Portugal
email: tmendonca@betar.pt <http://www.betar.pt>

² BETAR Consultores Lda., Coordenador de Projecto, Av. Elias Garcia N° 53 2ºE, 1000-148 Lisboa, Portugal

³ BETAR Consultores Lda., Engenheiro Civil, Av. Elias Garcia N° 53 2ºE, 1000-148 Lisboa, Portugal

Sumário

O presente artigo refere-se aos trabalhos de reabilitação da Ponte da Guia em Ponte de Lima. A ponte apresenta diversas anomalias que condicionam a sua durabilidade e algumas deficiências a nível estrutural. Destaca-se a insuficiente armadura da laje superior do tabuleiro e a insuficiente rigidez a acções horizontais dinâmicas. Dos trabalhos de reforço estrutural descritos destaca-se a adição de laminados de carbono, a colocação de pré-esforço exterior, a redefinição do esquema de rigidez dos apoios, o controlo da resposta dinâmica da estrutura com recurso a aparelhos oleodinâmicos; a adopção de batentes transversais. Descrevem-se ainda algumas das soluções de reabilitação.

Palavras-chave: Reabilitação Geral; Reforço Estrutural; Pré-Esforço Exterior; Laminados de Carbono
Aparelhos Oleodinâmicos

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo refere-se aos trabalhos de reabilitação e reforço da Ponte da Nossa Senhora da Guia, em Ponte de Lima. A sua concepção data de 1973, da autoria do Eng.º Correia de Araújo, e foi executada de 1974 a 1980.

A ponte tem a particularidade de ser das primeiras obras a serem realizadas em Portugal através do método de avanços sucessivos. O Dono de Obra é a Estradas de Portugal S.A.

Face à época da sua concepção e aos materiais utilizados na sua construção, a ponte apresenta diversas anomalias que condicionam a sua durabilidade (em especial relacionadas com o pré-esforço do tabuleiro) e algumas deficiências a nível estrutural. Destaca-se a insuficiente armadura da laje superior do tabuleiro e a insuficiente rigidez (segundo as mais recentes recomendações) a acções horizontais dinâmicas.

Com a intervenção proposta, pretendeu-se corrigir as anomalias identificadas. Dos trabalhos de reforço estrutural descritos destaca-se a adição de laminados de carbono, a colocação de pré-esforço exterior, a redefinição do esquema de rigidez dos aparelhos de apoio, o controlo da resposta dinâmica da estrutura a acções horizontais longitudinais com recurso a aparelhos oleodinâmicos; a adopção de batentes transversais; e a consolidação/protecção das fundações. Dos trabalhos de reabilitação, regista-se os trabalhos de reparação de betão em zonas danificadas ou delaminadas; a aplicação de pintura; a impermeabilização da face superior do tabuleiro; e a reformulação do sistema de passeios.

2 DESCRIÇÃO DA OBRA EXISTENTE

A Ponte N. S. Guia localiza-se na EN 201, no Distrito de Viana do Castelo, concelho de Ponte de Lima. Inaugurada em 1980 e projectada em 1973, possui como particularidade ser das primeiras obras em Portugal a ser realizada pelo método dos avanços sucessivos.

A ponte transpõe o rio Lima ao longo de 250m, com 3 vãos centrais de 58m e plataforma rodoviária com 12m de largura (8.0m de plataforma rodoviária e 4.0m de passeios). Dotada de dois planos verticais de simetria, um longitudinal e outro transversal, é uma estrutura de tabuleiro contínuo, com cinco tramos simétricos de altura variável, de betão longitudinalmente pré-esforçado e transversalmente só armado, apoiado em quatro pilares centrais, de betão maciço armado apenas com armaduras de pele, e em encontros de betão armado.

O tabuleiro tem a secção em caixão bi-celular, de altura variável parabolicamente, entre 1.45m no vão e 2.90m sobre os apoios. O tabuleiro apoia-se nos pilares por intermédio de aparelhos de apoio de neoprene, um por cada alma. Os fustes dos pilares têm forma fusiforme, com geometria peculiar. Os encontros são constituídos por grandes muros de suporte dos aterros de acesso à ponte. Dadas as fracas características do solo de fundação, utilizaram-se barretas como meio de fundação indirecta.

O tabuleiro apresenta grande esbelteza o que, associado à geometria dos pilares, confere à obra leveza e enquadramento paisagístico. Como a obra possui grande visibilidade na vila de Ponte Lima, um dos condicionamentos de Projecto foi o seu enquadramento paisagístico

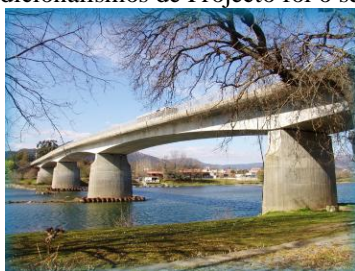


Fig. 1 Foto e Representação esquemática da obra (antes da intervenção).

Em Outubro de 1980 o co-autor do projecto comunicou ao Director de obra que havia detectado um lapso nos cálculos do tabuleiro, o qual deu lugar ao sub-dimensionamento das armaduras transversais. Foi nessa época que se detectaram fissuras na parte inferior da laje superior do tabuleiro da ponte. Mais tarde, ensaios de carga realizados pela FEUP revelavam que o comportamento da laje era satisfatório, praticamente elástico para as cargas impostas. A situação manteve-se inalterada até esta intervenção.

3 ELEMENTOS QUE SERVIRAM DE BASE À ELABORAÇÃO DO ESTUDO

O estudo realizado teve como base diversos elementos que consistiram na compilação de elementos de Projecto original; de estudos anteriores realizados sob coordenação do Dono de Obra; e no resultado de levantamentos e ensaios efectuados sob coordenação da BETAR Consultores.

3.1 Estudos Anteriores

Em 1996 a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), consorciou-se com a Junta Autónoma das Estradas (JAE), o Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a STAP – reparação, consolidação e modificação de estruturas. S.A., para analisar a viabilidade do aumento de capacidade de carga da laje superior do tabuleiro da Ponte de Nossa Senhora da Guia, em Ponte de Lima. Do interesse manifestado por estas 5 instituições estabeleceu-se o projecto de I&D “CarboPonte – Reforço de Pontes com Compósitos Avançados”. Este programa desenvolveu-se de 1998 e 2000.

De 2001 a 2007, foi estabelecido entre o Instituto de Estradas de Portugal e a FEUP um programa de cooperação no âmbito do reforço do tabuleiro da Ponte N. S. Guia em Ponte de Lima, cujo plano de trabalhos inclui a realização de ensaios para controlo do comportamento do reforço experimental efectuado e a elaboração do Projecto de Reforço do Tabuleiro. Em 2007, e no âmbito do contrato celebrado entre o LABEST – Laboratório de Betão Estrutural e a EP – Estradas de Portugal S.A, realizaram-se um conjunto de estudos adicionais, nomeadamente, relatório de inspecção; ensaio de carga; modelação e avaliação estrutural; e um relatório sumário dos resultados obtidos.

Em 2003, a empresa BEL - Engenharia e Reabilitação de Estruturas realizou um Projecto de Consolidação de Fundações, designado por “CONSOLIDAÇÃO DAS FUNDAÇÕES DOS PILARES P2 E P3 DA PONTE DA NOSSA SENHORA DA GUIA NA EN201 EM PONTE DE LIMA”.

3.2 Estudos realizados no âmbito do presente Estudo

- | | |
|---|---|
| a - Levantamento Topográfico à Esc. 1/500, da zona circundante da obra de arte existente; | f - Plano de Ensaios para Caracterização dos Materiais; |
| b - Levantamento de pormenor da obra de arte existente materializado pela apresentação de peças desenhadas relativas à sua caracterização geométrica; | g - Mapeamento de anomalias, incluindo o mapeamento com representação em peças desenhadas de fissuras com orientação bem definida e abertura maior que 0,3mm, incluindo-se a medição por amostragem da respectiva abertura; |
| c - Levantamento dos Serviços Afectados; | h - Relatório de Ensaios de Caracterização; |
| d - Nivelamento longitudinal do tabuleiro da obra de arte existente; | i - Inspeção Subaquática, incluindo a realização de relatório de interpretação; |
| e - Relatório de Inspeção Principal e Nota Técnica relativa à inspeção; | j - Estudo Hidráulico |
| | k - Dossier de Ambiente |

4 INSPECÇÃO PRINCIPAL - TIPIFICAÇÃO DE ANOMALIAS

No âmbito do presente projecto de reabilitação a estrutura foi detalhadamente inspeccionada, com a realização de uma Inspeção Principal e Mapeamento de Anomalias.

4.1 Muros e Encontros

- Indícios de rotação no sentido do derrube;
- Fendilhação Pontual e/ou Descasque;
- Infiltrações (Fig.2a)

4.2 Aparelhos de Apoio

- Deformação e fissuração do neoprene (Fig.2b);
- Corrosão das chapas de embasamento;
- Distorção.

4.3 Pilares

- Fendilhação;
- Danos nas Ensecadeiras em torno dos Pilares (Fig.2c);
- Intervenção Incompleta nas estruturas de Protecção das Fundações;
- Erosão acentuada das fundações.



Fig. 2 Anomalias em encontros, aparelhos de apoio e ensecadeiras (antes da intervenção).

4.4 Tabuleiro

- Os diversos elementos que compõem o tabuleiro da obra apresentam fendilhação, em especial na laje inferior onde se regista fendilhação longitudinal bastante expressiva (Fig.3a);
- As juntas de betonagem das aduelas apresentam execução descuidada;
- Exposição de varões de armadura ordinária e bainhas de pré-esforço, o que se poderá revelar nos problemas de pré-esforço existentes;
- A drenagem do tabuleiro regista diversos problemas, sendo frequente o registo de pontos de escorrências (Fig.3b).



Fig. 3 Anomalias no tabuleiro (antes da intervenção).

4.5 Guarda-Corpos e Outros Componentes

- Diversos pontos de corrosão no guarda-corpos;
- Secções danificadas devido a embates;
- Secções integralmente corroídas devida à geometria do guarda-corpos que promove a corrosão (Fig.3c);
- Esquema de protecção anti-corrosiva muito danificado no guarda-corpos;
- Luminárias muito danificadas (Fig.3d);
- Tubos de descarga deteriorados;
- Descasques em cornijas.

5 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ESTRUTURAL E ESTRATÉGIAS DE REFORÇO

5.1 Análise Estrutural

Para a análise longitudinal do tabuleiro foi realizado um modelo constituído por elementos finitos de barra no programa TDV-RM2006, que contabiliza, convenientemente, a evolução do sistema estático da estrutura assim como calcula os efeitos diferidos. Verificou-se que a margem de segurança existente para a verificação ao ELUlt de flexão não é muito elevada. Atendendo às incertezas associadas ao pré-esforço aplicado; os possíveis problemas decorrentes da corrosão de bainhas de pré-esforço, e às dificuldades inerentes à aplicação do pré-esforço na época, a margem de segurança em relação ao ELUlt de flexão deverá ser aumentada.

Em relação à análise transversal do tabuleiro, verifica-se que apenas para a laje superior se registam situações onde a segurança não é verificada, comprovando a fendilhação generalizada que se regista na obra. A capacidade resistente deverá ser aumentada.

No que concerne aos pilares, verifica-se que possuem capacidade resistente suficiente para resistir às solicitações que lhe são impostas, apesar de possuírem reduzida armadura. Já em relação às fundações (barretas), verificou-se

que os esforços devidos à acção sísmica são relevantes e poderão comprometer o comportamento das fundações. Deverá por isso reduzir-se a acção sísmica nestes elementos.

Foi possível constatar que os aparelhos de apoio sobre os pilares não conseguem comportar os elevados deslocamentos impostos pela acção sísmica, comprometendo a estabilidade da estrutura. Acresce à consideração anterior, o facto das normas europeias obrigarem actualmente a que os aparelhos de apoio sejam fixos (por elementos de fixação) ao tabuleiro [EN1337-1 5.2]. Isto porque, perante a acção sísmica é prudente desprezar esse efeito. Tal não acontece na obra em análise, onde a ligação entre os aparelhos e a estrutura é conseguida unicamente por atrito. Por essa razão, esta ligação deverá ser reformulada.

Finalmente, em relação aos muros nos encontros, verifica-se que a secção de base do muro e o maciço de encabeçamento das barretas não verificam a segurança segundo a filosofia de dimensionamento actual. A margem de segurança deverá ser aumentada.

5.2 Estratégias de Reforço

Reforço da laje superior do tabuleiro

Atendendo aos resultados e às evidências no local, concluiu-se que é necessário aumentar a capacidade resistente da laje perante esforços de flexão. Para isso, foi utilizada a colagem exterior de sistemas de CFRP unidireccionais, na face inferior do banzo superior do caixão (Fig.4a,b,c).

Concluiu-se que se trata de uma solução eficaz, aumentando o momento resistente na secção de meio vão em cerca de 92%. Complementarmente, o aumento de resistência da secção de vão irá ser aproveitado para permitir verificar a segurança das secções de extremidade, considerando para tal, com uma redistribuição plástica de esforços.

Em relação a este assunto convém tecer alguns comentários. Foram equacionadas várias soluções para reforço destas secções, nomeadamente: 1) utilização de CFRP; 2) introdução de chapas metálicas. A primeira hipótese foi prontamente excluída, uma vez que a localização da secção em causa (sobre o betuminoso) obrigaria a expor os laminados a grandes amplitudes térmicas e à acção de agentes erosivos. Em relação à segunda hipótese, obrigaria à introdução de elementos de ancoragem das chapas ao betão, o que obrigaria à furação do tabuleiro em zonas de grande concentração de cabos de pré-esforço do tabuleiro. Por tudo isto, optou-se pela solução da redistribuição de esforços, que apesar de não ser ideal, revela-se como a mais adequada para a situação em análise.



Fig. 4 Corte transversal tipo com zona de intervenção; Tratamento de superfície para aplicação de laminados; Aspecto final após reforço.

Aplicação de pré-esforço exterior no tabuleiro

Em várias visitas ao local, constatou-se a existência de fendas com abertura relevantes e em algumas delas, movimentos significativos de abertura e fecho. Aliado a estas evidências, surge a constatação de que existem bainhas de pré-esforço expostas e com evidência de corrosão. Atendendo ao facto de que na altura em que a obra foi realizada a tecnologia associada à injeção das bainhas ainda não estava devidamente evoluída, é de admitir que em alguns cabos exista perda de secção, o que prejudica o comportamento global da obra.

Neste contexto, a solução de reforço terá de passar pelo aumento da compressão do tabuleiro e, para esse efeito, terá de ser utilizado pré-esforço exterior. Dado o elevado valor estético da obra de arte no ambiente em que se

encontra inserida, não nos parece viável a introdução de pré-esforço pelo exterior da obra (solução que tecnicamente se revelava mais eficiente, e em termos construtivos, de mais simples execução), restando por isso, a aplicação de pré-esforço no interior do caixão (Fig.5).

Uma vez que em termos teóricos, a verificação de segurança do tabuleiro estava assegurada (ver item anterior), assumiu-se como critério de dimensionamento aumentar a compressão das fibras condicionantes em pelo menos 2MPa. Resultou assim a adopção de 4 cabos de pré-esforço (1 por alma lateral, e 2 junto à alma central) compostos por 12 cordões de 6 polegadas cada.

Em termos de definição do traçado do pré-esforço exterior, e de forma a evitar a execução de desviadores intermédios que teriam de ser fixos às almas, onde se regista uma grande densidade de cabos de pré-esforço, optou-se pela adopção de um traçado composto por troços rectos entre apoios (carlingas ou pilares) com inclinações diferentes entre si. Para efectuar as necessárias compatibilizações entre as diferentes inclinações adoptadas, definiram-se zonas de concordância parabólica, sobre os diafragmas dos pilares.

Para transposição dos cabos na zona das carlingas e dos diafragmas, será necessário proceder ao caroteamento da estrutura existente. Após a execução do furo, será colocado um tubo metálico que servirá como desviador para o cabo de pré-esforço.

A aplicação do pré-esforço exterior obrigará à prévia intervenção no tardo dos encontros, conforme indicado nos pontos posteriores, de modo a criar condições para acesso de pessoal e equipamentos. Será ainda necessário reforçar as carlingas, de forma a que tenham capacidade resistente para acomodar as elevadas forças de ancoragem que os cabos de pré-esforço irão introduzir.

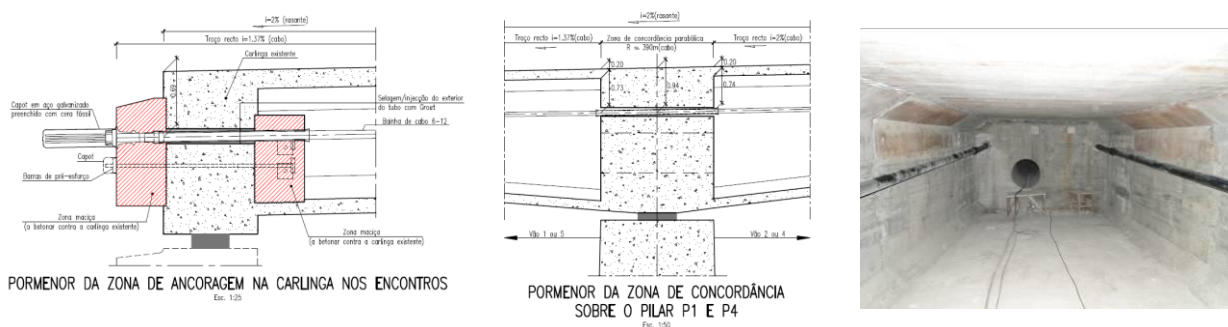


Fig. 5 Passagem do cabo de pré-esforço nas carlingas sobre os encontros e nos diafragmas sobre o pilares; Aspecto final após reforço.

Reforço das carlingas sobre os encontros

Para reforço da estrutura, introduziu-se no tardo das carlingas a ancoragem do pré-esforço exterior a aplicar no tabuleiro. Para além disso, no encontro da margem direita, introduziram-se adicionalmente aparelhos oleodinâmicos que irão aumentar o nível de carga no tardo das carlingas.

Analisando o desenho de armaduras da carlinga do projecto original, verifica-se que a carlinga está fracamente armada, não possuindo uma quantidade de armadura que comporte o nível de carga introduzido. Por essa razão, optou-se por introduzir um “espessamento” na carlinga, complementado com barras de pré-esforço (transversais e longitudinais) que permitam que o equilíbrio das cargas se realize de forma adequada (Fig.6).

Pretendeu-se com a adição de barras de pré-esforço (longitudinais e transversais) criar planos horizontais de transmissão de carga, colocando armadura onde actualmente não existe. Assume especial importância as barras transversais, que absorvem forças significativas. Para permitir a sua colocação, foi necessário colocar o maciço interior.

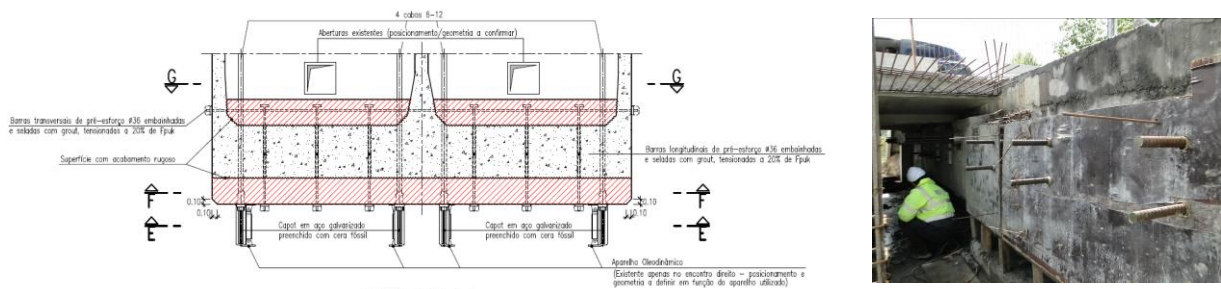


Fig. 6 Planta com encamisamento das carlingas sobre os encontros; Vista da carlinga após o encamisamento, durante os trabalhos.

Reformulação do esquema de fixação do tabuleiro

Da verificação de segurança realizada à estrutura existente, resultou a necessidade de substituir os aparelhos de apoio e alterar o conceito inerente aos aparelhos existentes. Verificou-se que transversalmente a estrutura possui poucas restrições, e que segundo a nova regulamentação não é possível garantir a ligação entre os aparelhos e a estrutura.

Dada a pequena altura existente entre o tabuleiro e os pilares (apenas 15cm) e a dificuldade de acesso à zona dos aparelhos de apoio, concluiu-se que não é possível realizar uma ligação adequada entre os novos aparelhos de apoio e a estrutura existente. Deste modo, os aparelhos de apoio ficarão apenas “comprimidos” entre o tabuleiro e os pilares, funcionando sempre que possível por atrito.

Para respeitar a regulamentação actual, foi necessário definir estratégias adicionais de fixação do tabuleiro. Na direcção longitudinal, contemplou-se a introdução de aparelhos oleodinâmicos que transmitem carga para uns maciços, a construir no tardo. Para a direcção transversal, foi necessário criar batentes em betão nos pilares (“batentes/dentes transversais”). Esteticamente, procurou-se diminuir ao mínimo o impacto destes elementos e por essa razão, a geometria dos batentes resulta como continuação da geometria dos pilares (Fig.7).

As soluções transcritas anteriormente permitem na prática considerar o tabuleiro fixo transversalmente sobre os apoios, o que controla de forma significativa os deslocamentos segundo esta direcção. Possui como desvantagem aumentar a rigidez da estrutura para solicitações transversais, o que aumenta consideravelmente o nível de solicitação sísmica. No entanto, não se considera esta questão problemática e no geral, as vantagens superam as desvantagens.

Para substituição dos aparelhos de apoio, torna-se necessário impor um deslocamento ascendente à estrutura de modo a libertar os aparelhos existentes e permitir a colocação dos novos aparelhos.



Fig. 7 Vista da Ponte antes de Intervenção; Vista da Ponte após Intervenção; Pormenor do Batente.

Aparelhos Oleodinâmicos

Tal como anteriormente referido, foram colocados aparelhos oleodinâmicos a ligar o tabuleiro da ponte a um maciço de estacas criado para o efeito. Para manter uma simetria estrutural que se considera desejável, e como o tabuleiro possui três almas, optou-se pela utilização de 4 aparelhos (Fig.8).

Verificou-se que estes aparelhos são essenciais para controlar o deslocamento do tabuleiro para a acção sísmica de dimensionamento, permitindo, adicionalmente, fixar o tabuleiro caso a ligação entre aparelhos e o tabuleiro fique comprometida.

A força máxima dos aparelhos ficou condicionada pela deformação do maciço. De facto, verificou-se que devido à baixa rigidez do terreno em torno das estacas, à medida que a força dos aparelhos aumentava, aumentava também o deslocamento do maciço, prejudicando o deslocamento do conjunto tabuleiro/macioço.



Fig. 8 Vista da ligação carlinga/macioço; Pormenor de ligação do aparelho ao macioço.

Intervenções no Tardoz dos Encontros

Com o levantamento geométrico da obra existente, verificou-se que a configuração do tabuleiro junto aos encontros não permite a introdução de ancoragens passivas, ou em alternativa, a colocação de macacos hidráulicos para puxe dos cabos de pré-esforço.

Por esta razão, decidiu-se criar câmaras de acesso que permitam o acesso ao tardoz dos encontros e o puxe de cabos de pré-esforço. A configuração das câmaras de acesso irá ser distinta entre encontros, uma vez que no encontro da margem direita se irá adicionar um macioço de estacas para acomodar as forças horizontais introduzidas pela acção sísmica, tendo a câmara de ser devidamente compatibilizada com esta estrutura.

Com a execução destas câmaras, permite-se a futura inspecção do tardoz da carlinga e facilita-se a observação dos aparelhos de apoio, permitindo-se também, a futura substituição de cordões de pré-esforço dos cabos introduzidos.

Refere-se ainda que a execução destas estruturas teve de ser faseada, de modo a não interromper a circulação automóvel na estrada nacional N201.

i) Encontro margem esquerda

Dada a funcionalidade requerida, a solução de uma câmara constituída por laje superior, montante de tardoz, montantes laterais e laje inferior surgiu naturalmente. Para acesso lateral à câmara foi necessário criar uma zona de acesso no aterro lateral, e para isso, foi necessário colocar uma asa nesta zona da câmara, que permite o desnível no aterro (Fig.9).

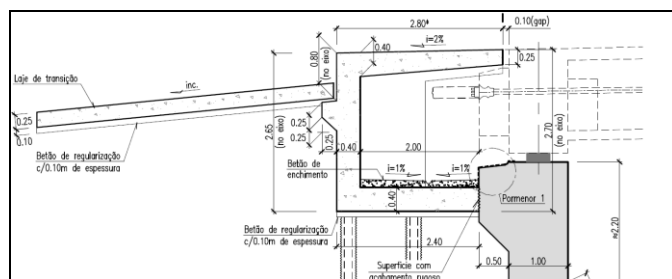


Fig. 9 Intervenção no tardoz do Encontro Esquerdo: a) Excerto de Projecto, com corte Transversal; b) Foto com Solução durante a fase de construção;

O vão livre desta câmara (cerca de 2m) foi condicionado pelas necessidades dos macacos de puxe, ligeiramente ampliado para facilitar a realização dos trabalhos e futuros trabalhos de inspecção.

Na concepção da câmara, existiu o cuidado de limitar deformações na transição aterro/obra de arte. Por essa razão, dotaram-se os elementos da câmara de uma espessura apreciável, definiram-se duas vigas/pilares de modo a limitar o funcionamento em consola da laje superior, e foram introduzidos órgãos adicionais de apoio em profundidade (perfis metálicos embebidos em calda de cimento). Estes perfis desenvolvem-se até ao maciço de fundação do encontro, descarregando sobre este elemento.

ii) Encontro margem direita

Na margem direita irá ser introduzido um maciço de estacas de modo a permitir transferir parte do carregamento horizontal da estrutura (proveniente da acção sísmica) para um conjunto de estacas executadas para o efeito.

Para conseguir obter uma rigidez adequada para o conjunto (fundamental para controlar deslocamentos do tabuleiro), optou-se pela utilização de 6 estacas de 1.20m de diâmetro cada.

Na zona da câmara, a laje inferior e os montantes laterais ficarão independentes da laje superior que se encontra “compatibilizada” ao maciço. Isto consegue-se com a realização de uma junta entre o contorno dos montantes laterais e a laje superior/macício, e serve para permitir deslocamentos do sistema maciço/tabuleiro sem introduzir esforços no muro testa do encontro.

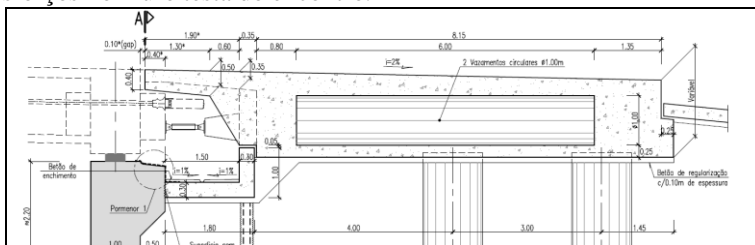


Fig. 2 Intervenção no tardoz do Encontro Direito: a) Excerto de Projecto, com corte Transversal; b) Foto com Solução durante a fase de construção;

Reforço dos Muros Testa dos Encontros

Dado a gravidade dos problemas identificados na avaliação da obra existente, concluiu-se que é necessário dotar a estrutura de resistência adicional.

A solução que melhor se enquadra passa pela utilização de um sistema de ancoragens. De facto, e apesar de a mobilização do terreno no tardoz do muro ser uma realidade no momento de aplicação das ancoragens, também é verdade que a verificação aos estados limites últimos considera uma situação extrema, onde é admissível que exista movimentação relativa entre o muro e o terreno. Ora nessa situação, as reacções do terreno anulam-se, e a totalidade da carga das ancoragens passa a ser efectiva na estrutura. Consegue-se assim estabelecer o equilíbrio numa situação limite (Fig.9).

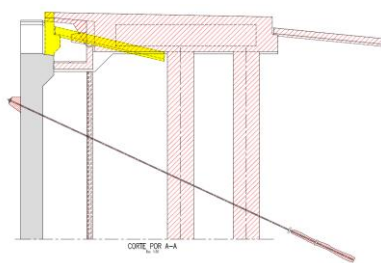


Fig. 3 Corte longitudinal do maciço; Pormenor da viga de reforço fase de construção; Aspecto final.

Consolidação e Protecção dos Pilares

Das diversas observações efectuadas ao local, foi possível constatar que sobre os pilares P2 e P3 ocorreu uma intervenção de consolidação com o intuito de suprimir a infraescavação observada sobre os maciços. Esta intervenção encontrava-se por concluir, tendo sido concluída nesta intervenção.

Para além da conclusão das intervenções junto dos pilares P2 e P3, a dado os indícios de forte erosão em torno das fundações dos pilares (com escavação a montante e deposição a jusante), optou-se pela colocação de tapetes de enrocamento em torno dos 4 pilares da estrutura (Fig.10). Pretende-se assim evitar futuras erosões.



Fig. 10 Vistas gerais da obra; Pormenor do tapete de enrocamento.

6 PRINCIPAIS TRABALHOS DE REABILITAÇÃO/REPARAÇÃO

Em síntese, as principais intervenções de reabilitação propostas foram:

- Pintura dos elementos exteriores de betão;
- Reparação de áreas pontuais de betão (delaminações e descasques);
- Injecção de fendas ou fissuras no betão, cuja abertura seja superior a 0.25mm;
- Restabelecimento de secções de elementos do guarda-corpos, incluindo corte e reposição, se necessário;
- Pintura geral do guarda-corpo metálicos;
- Substituição das juntas de neoprene na via;
- Repavimentação da obra incluindo fresagem do pavimento. Reparação ou substituição de gárgulas;
- Substituição de tubos de queda em PVC junto aos encontros;
- Substituição integral dos Maciços de Iluminação;
- Impermeabilização da face superior do tabuleiro, de modo a prevenir eventuais infiltrações de água pelas fendas existentes;
- Reformulação dos Passeios
- Arranjos Paisagísticos Exteriores



Fig. 11 Vistas finais da obra após a intervenção de reparação e reforço estrutural.

7 CONCLUSÕES

O Projecto de Reforço e Reabilitação da Ponte de Nossa Senhora da Guia revelou-se um trabalho complexo, não só devido às especificidades da obra, mas também: às condicionantes do local; à necessidade de manter o tráfego rodoviário; à falta de elementos de projecto original; e, à existência de imensa informação, dispersa, e nem sempre coincidente.

A experiência acumulada da BETAR em intervenções semelhantes, permitiu elaborar um estudo detalhado, visando satisfazer a segurança segundo as disposições dos regulamentos mais recentes (nomeadamente Eurocódigos). As soluções de reabilitação que foram adoptadas corrigem algumas das anomalias identificadas, para além de conduzirem a um aumento da durabilidade da obra, evitando assim reparações avultadas a médio prazo.