

Reabilitação e beneficiação da ponte sobre o rio Arda, em Pedorido

Strengthening and rehabilitation of the bridge over the Arda River

Augusto Gomes
Francisco Virtuoso

Resumo

Neste artigo descrevem-se as principais intervenções realizadas na ponte de Pedorido sobre o rio Arda. Foi realizada uma inspeção da ponte que permitiu identificar as seguintes anomalias: fendilhação nos pilares e nos muros de ala dos encontros causada por reações álcalis-silica, delaminação do betão da laje do tabuleiro, deslocamentos excessivos dos aparelhos de apoio e deficiências no sistema de drenagem.

Foi efetuada a verificação da segurança da estrutura de acordo com o REBAP e o RSA. A verificação ao estado limite de descompressão das vigas pré-esforçadas não era verificada, embora por uma margem pequena. Face à idade da estrutura e à inexistência de fendas estruturais nessas vigas decidiu-se não as reforçar.

Neste trabalho descrevem-se as soluções de reforço e de reabilitação executadas na ponte, sendo de salientar a proteção dos fustes dos pilares, a substituição dos aparelhos de apoio em chumbo e dos pêndulos em betão armado.

Abstract

In this paper are presented the main interventions carried out on the Pedorido bridge over the Arda River. An inspection of the bridge was carried out, which allowed the identification of several anomalies, such as: cracking on the columns and wing walls of the abutments, delamination of slab concrete with exposure of the steel reinforcement bars, malfunction and excessive displacements of the bearings.

The safety of the structure was checked according to REBAP and for the live actions prescribed in the RSA. Only the checking of the decompression limit state of the prestressed beams was not satisfied, albeit by a small margin. Taking into account the age of the structure and the absence of structural cracks in those beams it was decided not to strengthen them.

This article describes the reinforcement and rehabilitation solutions carried out, with an emphasis on the protection of columns shafts, the replacement of bearings and reinforced concrete pendulums.

Palavras-chave: Reabilitação / Reforço / Proteção / Pontes / Anomalias

Keywords: Rehabilitation / Strengthening / Protection / Bridges

Augusto Gomes

Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, DECivil
Lisboa, Portugal
augusto.gomes@tecnico.ulisboa.pt
CivilSer, Estudos e Projectos de Engenharia Lda.
geral@civilser.pt

Francisco Virtuoso

Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, DECivil
Lisboa, Portugal
francisco.virtuoso@tecnico.ulisboa.pt
CivilSer, Estudos e Projectos de Engenharia Lda.
geral@civilser.pt

Aviso legal

As opiniões manifestadas na Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Legal notice

The views expressed in the Portuguese Journal of Structural Engineering are the sole responsibility of the authors.

GOMES, Augusto [et al.] – Reabilitação e beneficiação da ponte sobre o rio Arda, em Pedorido. **Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas**. Ed. LNEC. Série III. n.º 8. ISSN 2183-8488. (novembro 2018) 103-112.

1 Introdução

A Ponte de Pedorido, sobre o rio Arda, localiza-se na EN 222, no Concelho de Castelo de Paiva, Distrito de Aveiro. A zona de implantação da ponte está inserida no leito do rio Arda, junto da sua foz no rio Douro, estando parte dos pilares centrais da ponte submersos.

A Ponte do Pedorido foi construída no final dos anos 70, sendo o projeto datado de 1970 da autoria dos engenheiros Joaquim Sarmento e Joaquim Sampaio. O Dono de Obra é a Infraestruturas de Portugal. No presente artigo apresenta-se o projeto de reabilitação da ponte, cujos trabalhos foram executados durante os anos de 2011 e 2012.

2 Obra de arte existente

Nesta secção apresenta-se a descrição da ponte original, as características dos materiais e as condições geotécnicas do solo de fundação.

2.1 Descrição da obra existente

A Ponte do Pedorido sobre o rio Arda tem um comprimento total de 137,60 m, correspondente a cinco vãos: $23,80 + 3 \times 30,00 + 23,80$ m. A largura total do tabuleiro é de 9,60 m, sendo o perfil transversal constituído por uma faixa de rodagem com 7,00 m e dois passeios com 1,00 m. Os restantes $2 \times 0,30 = 0,60$ m correspondem à largura das vigas de bordadura. A estrutura do tabuleiro é em betão armado pré-esforçado, sendo os pilares e os encontros em betão armado.

O tabuleiro é constituído por uma laje vigada apoiada em cinco vigas afastadas de 1,875 m. As vigas do tabuleiro são prefabricadas e têm uma secção transversal em "T" com uma altura variável parabolicamente entre 1,40 m nos vãos e 1,85 m nos apoios. O banzo superior, que está integrado na laje do tabuleiro, tem uma largura de 0,80 m e espessura variável entre 0,15 m, na junta de betonagem com a laje, e 0,21 m junto à alma da viga. A largura da alma das vigas é de 0,16 m na zona de meio vão, variando linearmente na zona dos apoios até 0,40 m ao longo de um comprimento de 3,0 m medido a partir dos eixos dos apoios. As vigas possuem um talão inferior com uma largura de 0,40 m. As vigas são solidarizadas através de carlingas. As carlingas sobre os pilares têm uma espessura de 0,40 m e uma altura total de 1,85 m e as dos encontros têm uma espessura de 0,40 m e uma altura de 1,274 m. As carlingas de vão, que estão afastadas entre si de 6,00 m, têm uma espessura de 0,20 m e altura variável que acompanha a altura das vigas do tabuleiro.

A laje do tabuleiro que une os banzos das vigas prefabricadas tem uma espessura de 0,15 m. Esta laje prolonga-se para o exterior das vigas através de duas consolas laterais com 1,00 m de vão, tendo uma espessura variável entre 0,20 m na ligação à viga e 0,10 m na ligação à viga de bordadura. A viga de bordadura é monolítica com a laje do tabuleiro. O guarda-corpos é metálico e fixado diretamente à viga de bordadura.

Cada alinhamento de pilares é constituído por um conjunto de dois montantes de secção retangular de dimensão variável em altura definida por um jorramento de 1,4%. No topo, junto ao capitel, os montantes têm uma secção retangular com 1,00 m × 0,80 m (h × b). Os montantes são ligados superiormente por um capitel que dá apoio às vigas do tabuleiro, com uma secção retangular com 0,80 m de largura e uma altura variável entre 1,20 m na ligação aos montantes e 1,00 m no meio vão, prolongando-se através de consolas com 0,75 m de vão e 0,80 m de altura. Cada par de montantes é ainda travado transversalmente através de uma travessa com uma largura de 0,80 m e uma altura variável entre 0,80 m na ligação aos montantes e 0,60 m no meio vão.

Os pilares dos alinhamentos P1 e P4, que estão fundados nas margens, têm uma altura aproximada de 9,50 m, enquanto os pilares P2 e P3, fundados no leito do rio Arda, têm aproximadamente 17,50 m de altura. As fundações dos pilares são indiretas sendo

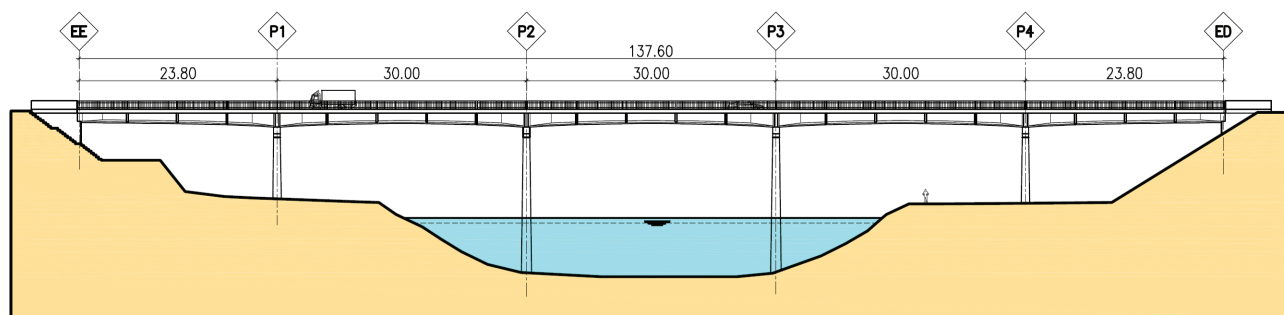
constituídas por maciços de encabeçamento de forma retangular com $10,70 \times 3,50 \times 1,60 \text{ m}^3$, apoiados num conjunto de 18 estacas com 0,40 m de diâmetro.

A ligação do tabuleiro aos pilares e aos encontros é materializada por aparelhos de apoio móveis longitudinalmente nos encontros e fixos nos pilares. Os aparelhos de apoio fixos são constituídos por chapas de chumbo atravessadas por ferrolhos. Os aparelhos de apoio móveis, localizados nos encontros, são formados por pêndulos com 1,20 m de altura assentes sobre placas de chumbo. A espessura dos pêndulos é de 0,35 m.

Os encontros são aparentes sendo formados por três contrafortes com uma altura aproximada de 6,00 m no encontro esquerdo e 11,00 m no encontro direito, medida entre a face superior da sapata e a face superior da laje junto do lancil.

Na Figura 1 apresenta-se o alçado da ponte e um corte transversal pelos pilares.

ALÇADO



CORTE TRANSVERSAL A MEIO VÃO

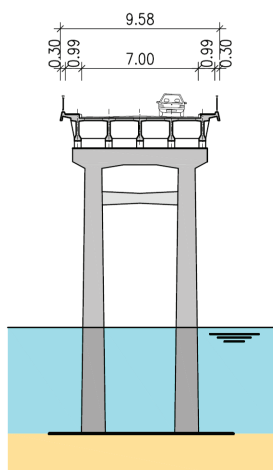


Figura 1 Alçado e corte da Ponte de Pedorido

2.2 Condições geotécnicas

Para a avaliação da constituição geológica do solo de fundação foi efetuada uma campanha de reconhecimento geotécnico, tendo sido realizadas quatro sondagens, na proximidade de cada um dos encontros e junto de cada um dos pilares que não atravessam o leito do rio.

O terreno de fundação dos pilares P1 e P4 é constituído por uma camada superficial de aterro com uma espessura aproximada de 2,00 m, sob a qual existe um depósito aluvionar com fraca aptidão para receber as cargas transmitidas pela estrutura, com espessuras de 9,00 m e 22,00 m, respetivamente, para os pilares P1 e P4. Abaixo desta camada ocorre um maciço de terrenos existentes com características sub-rochosas designado por "Xistos do Valongo", que possui características adequadas para receber fundações. Sob os pilares P2 e P3, cujas fundações estão submersas pelo rio Arda, ocorre uma camada de depósitos aluvionares, com uma espessura de aproximadamente 16,0 m, sob a qual se encontra o maciço constituído por "Xistos do Valongo". O encontro esquerdo está fundado diretamente no maciço constituído por "Xistos do Valongo". O terreno de fundação sob o encontro direito tem características semelhantes às descritas para o pilar P4, tendo a espessura da camada de aterro aproximadamente 12,0 m.

2.3 Materiais

Indicam-se seguidamente as classes de resistência dos materiais que foram especificadas no projeto original da ponte.

Betão: Tabuleiro – B350; Passeios e vigas de bordadura – B225; Pilares e maciços de encabeçamento de estacas – B225; Encontros – Sapatas, maciços de fundação e elevação – B225; Dosagem mínima de cimento: B225 – 350 kg/m³; B350 – 400 kg/m³.

Aços: Armaduras ordinárias – A24 nervurado; Aço de pré-esforço – fios Ø 7 mm com uma tensão de rotura garantida de 160-175 kgf/mm²; Guarda-corpos e juntas de dilatação: Aço corrente (Art.º 9.º do R.E.A.E.).

No âmbito do desenvolvimento do projeto de reabilitação foi efetuada uma campanha de ensaios de caracterização dos materiais. Na verificação da segurança da estrutura existente foram consideradas as seguintes classes de resistência para os materiais estruturais:

- Betão do tabuleiro – C30/37, equivalente ao B350 indicado no projeto;
- Betão dos pilares – C25/30, superior ao especificado no projeto (B225) mas inferior ao obtido nos ensaios de caracterização (C30/37);
- Armaduras ordinárias – A235, classe equivalente à considerada no projeto (A24);
- Aço de pré-esforço – A1600/1800 – $f_{p0,1k} = 1600$ MPa, $f_{puk} = 1800$ MPa.

3 Anomalias existentes

Foi efetuada uma inspeção à estrutura com recurso a um veículo de inspeção. As principais anomalias observadas na estrutura resultam da ocorrência de fendilhação nos pilares P1, P2 e P4, ver Figura 2.

Existiam também sinais que indicavam o início da corrosão das armaduras das lajes do tabuleiro, que se manifestam através da coloração da superfície com óxido de ferro, não existindo, porém, zonas com betão delaminado. No que diz respeito às vigas do tabuleiro, verificou-se a existência localizada de fendilhação, betão delaminado e armaduras à vista, indicando que o processo de corrosão das armaduras não expostas poderia já se ter iniciado. Estes indícios eram mais significativos na face exterior da viga de extremidade do lado de jusante (face do lado norte). As placas de chumbo de alguns dos aparelhos de apoio encontravam-se deformadas por esmagamento e deslocadas do seu local original, conforme se ilustra na Figura 3.

Os aparelhos de apoio nos pilares eram constituídos por chapas de chumbo e nos encontros por um pêndulo de betão armado, cuja ligação, quer à carlinga do tabuleiro quer à viga de estribo, era materializada através de chapas de chumbo atravessadas por ferrolhos de aço. Algumas das chapas de chumbo encontravam-se deformadas por esmagamento, devido aos movimentos do tabuleiro. Os pêndulos apresentavam uma fendilhação superficial do betão, sendo mais significativa no encontro direito.

Os pilares P1, P2 e P4 apresentavam uma fendilhação significativa cuja abertura chegava a atingir 1 mm. Esta fendilhação, que se manifesta de forma mais acentuada na direção vertical, é típica do fenómeno álcalis-silica. Foram realizados pelo Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto ensaios petrográficos [2, 3] os quais confirmaram a existência de indícios de ocorrência de reações expansivas álcalis-silica (RAS). Os ensaios petrográficos revelaram a ocorrência pontual de gel sílico-alcálico, a existência de microfissuração nas partículas de agregado e nas interfaces pasta-agregado e a presença de orlas escurecidas nas partículas de agregado. Refira-se que nas zonas localizadas sob a extremidade inferior dos tubos de queda do sistema de drenagem do tabuleiro existiam também manchas na superfície do betão, resultantes do escoamento da água ao longo da superfície.

Como referido, as principais anomalias identificadas no tabuleiro consistiam na delaminação pontual do betão, na ocorrência de alguma fendilhação, também muito pontual, e na existência de indícios de corrosão das armaduras da laje do tabuleiro.

As juntas de dilatação dos encontros eram constituídas por chapas de aço nervuradas, tipo folha de oliveira, as quais deslizavam entre si. Estas chapas apresentavam uma corrosão superficial. Nas faces laterais dos encontros observavam-se manchas que indicavam a passagem de água através da junta, e a inexistência ou não funcionamento do sistema de drenagem desta zona. A junta de dilatação do encontro direito aparentava estar fechada ao nível da laje do tabuleiro. Verificou-se que as juntas de dilatação eram sujeitas a um efeito de impacto ("batiam") com a passagem dos veículos, o que resultava da folga existente entre as duas chapas que a constituem.



Figura 2 Fendilhação na face do Pilar P2 e P4 devido a reações expansivas álcalis-silica



Figura 3 Esmagamento de aparelho de apoio em chumbo e delaminação do betão na viga do lado norte

4 Verificação da segurança da estrutura

A análise da estrutura para efeitos de avaliação do seu comportamento em serviço e verificação da segurança aos estados limites últimos foi efetuada com base em modelos estáticos e/ou dinâmicos lineares. A análise transversal da laje do tabuleiro foi efetuada com base em modelos de elementos finitos de laje. Para a análise das ações verticais (peso próprio, pré-esforço e sobrecargas rodoviárias) a estrutura foi analisada com base em modelos de pórtico plano, simulando cada uma das vigas e a respetiva parcela de pilar, com base nos quais foi efetuada a análise longitudinal do tabuleiro. Complementarmente foi analisado um modelo tridimensional de toda a estrutura, para a análise dos pilares e para avaliar os efeitos da ação sísmica através duma análise dinâmica.

A verificação da segurança no projeto original foi efetuada de acordo com o RSEP (1961) e com o REBA (1967). No projeto de reabilitação e beneficiação a verificação da segurança da estrutura existente e, no dimensionamento dos novos elementos e dos reforços, a quantificação das ações e suas combinações foram efetuadas de acordo com o RSA – Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes (1984) e o REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (1983), tendo sido considerados os seguintes estados limites: estado limite de descompressão no tabuleiro em betão armado pré-esforçado para as combinações quase permanentes de ações; estado limite de largura de fendas, $w_k < 0,1$ mm, para combinação frequente de ações; estados limites últimos de resistência para as combinações fundamentais de ação de base sobrecarga rodoviária e para a ação de base ação sísmica. Para os materiais foram consideradas as classes de resistência referidas no §2.3.

Da análise da segurança da estrutura constatou-se que a segurança dos elementos estruturais em relação aos estados limites últimos é verificada. Relativamente aos estados limites de utilização, em particular ao estado limite de descompressão, a segurança é verificada em todas as vigas do tabuleiro à exceção das secções de vão das vigas interiores dos vãos de extremidade do tabuleiro, onde a máxima tensão de tração é de 0,12 MPa. Este valor corresponde a 4,0% do valor médio da resistência à tração do betão, f_{ctm} , considerando-se, assim, que o valor da tração obtido é desprezável.

5 Solução de reabilitação e reforço

A principal deficiência que a estrutura da ponte apresentava resultava dos problemas de degradação do betão que tiveram origem fundamentalmente na reação álcalis-silica dos agregados. Este problema manifestava-se de forma mais acentuada nos pilares e nas suas travessas. É também de referir o mau estado de conservação dos aparelhos de apoio, das juntas de dilatação e do guarda-corpos. Em termos de capacidade resistente não foi detetada nenhuma situação que justificasse a realização de reforço. No entanto, a substituição dos aparelhos de apoio existentes em chumbo, por aparelhos de apoio do tipo panela (*pot-bearing*), conduziu à necessidade de se reforçarem as carlingas dos apoios, os capitéis dos pilares e as vigas de estribo dos encontros.

5.1 Principais trabalhos de reabilitação e reforço

Para além dos trabalhos de reforço a ponte foi objeto de uma beneficiação geral.

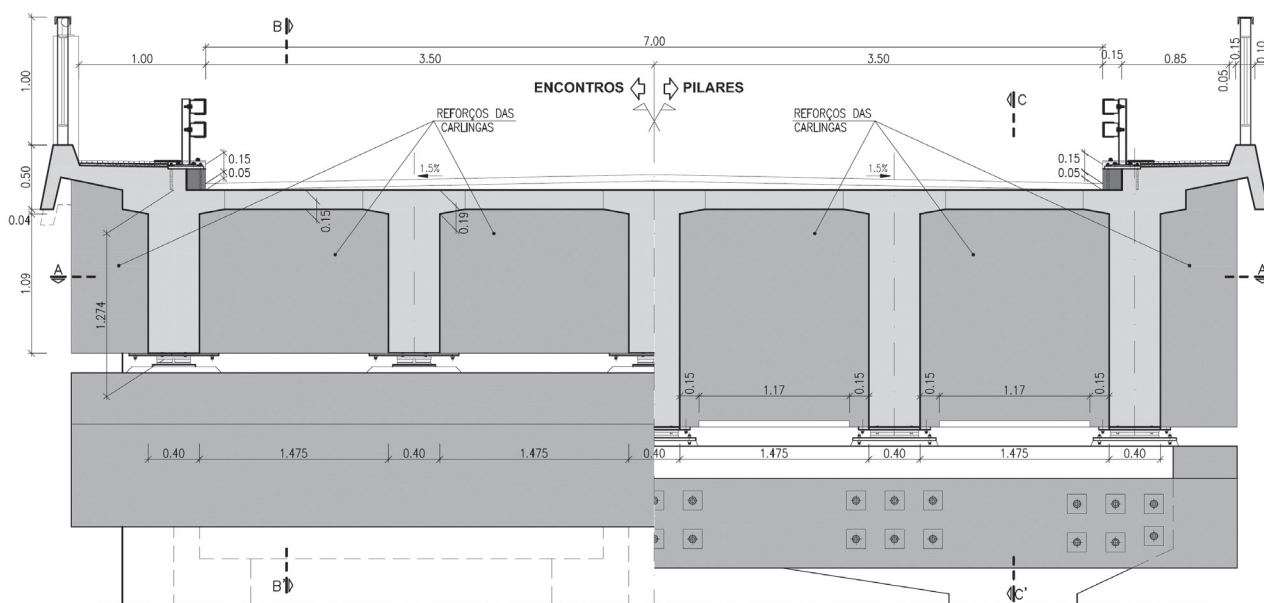
Descrevem-se seguidamente as principais intervenções realizadas na ponte [1].

a) Reforço das carlingas dos encontros e dos apoios intermédios, dos capitéis dos pilares e das vigas de estribo dos encontros. A substituição dos aparelhos de apoio e dos pêndulos dos encontros obrigou à realização do levantamento do tabuleiro. Para permitir o apoio dos cilindros hidráulicos (macacos) necessários para esta

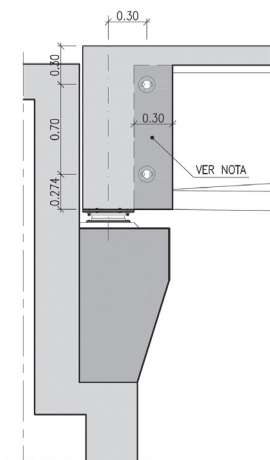
operação foi preciso reforçar os capitéis dos pilares, as vigas de estribo dos encontros e as carlingas dos encontros e dos apoios intermédios. O reforço foi efetuado por encamisamento em betão pré-esforçado, tendo sido colocados cabos longitudinalmente e barras transversais na proximidade dos aparelhos de apoio, Figuras 4, 5 e 6.

b) Substituição dos aparelhos de apoio. Esta operação obrigou ao levantamento do tabuleiro em 0,15 m. Indicam-se seguidamente as principais operações realizadas após a execução dos trabalhos indicados em a): colocação de cavaletes junto dos encontros para apoio dos cilindros hidráulicos; transferência da carga permanente

CORTE TRANSVERSAL



CORTE B-B'



CORTE C-C'

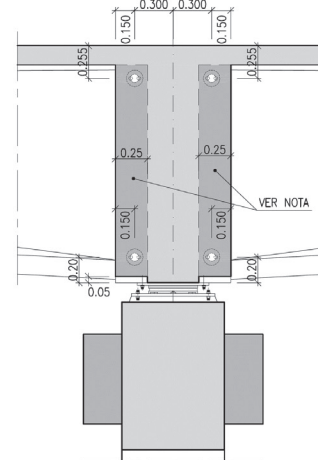
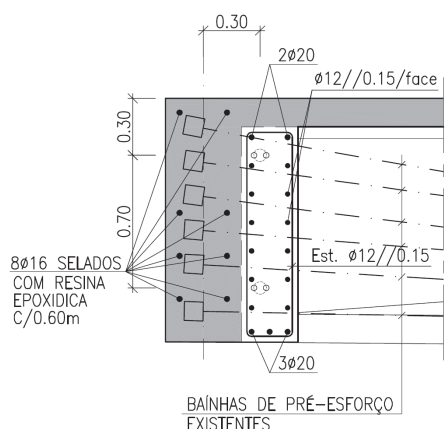
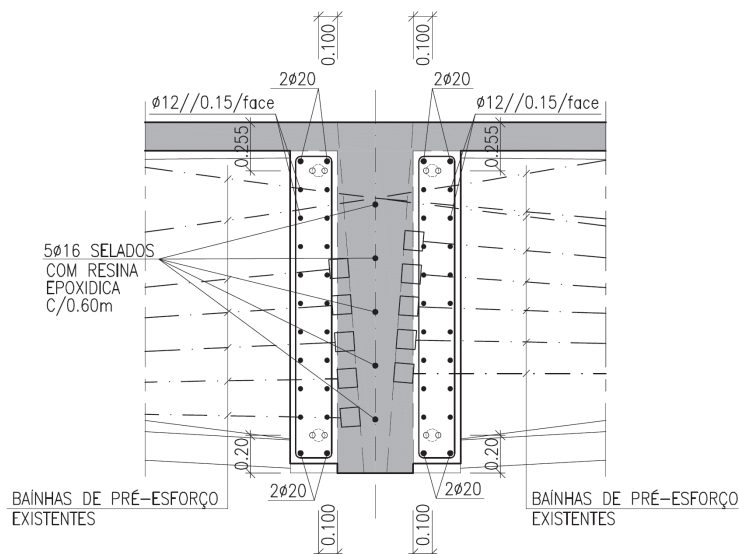


Figura 4 Reforço das carlingas dos encontros e dos apoios nos pilares

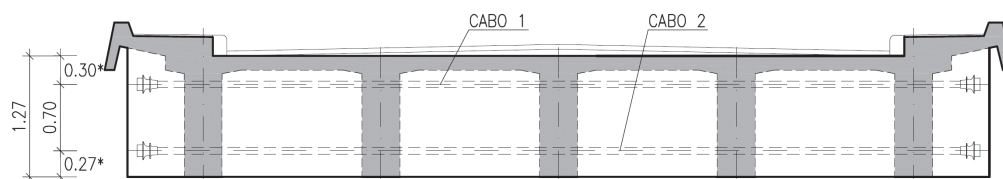
CORTE ENCONTROS



CORTE NOS PILARES P1 e P4



PRÉ-ESFORÇO NA CARLINGA DOS ENCONTROS



PRÉ-ESFORÇO NA CARLINGA DOS APOIOS NOS PILARES

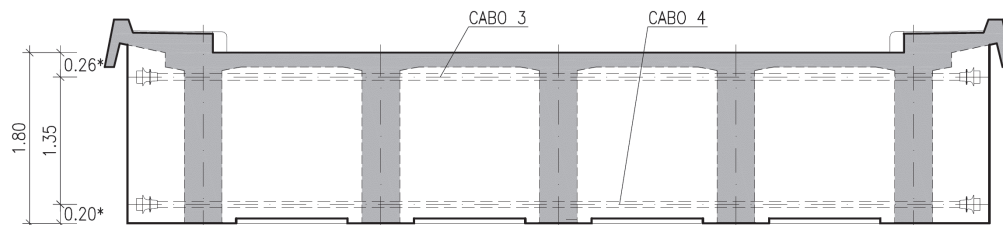


Figura 5 Reforço das carlingas. Pormenorização de armaduras e pré-esforço

para apoios provisórios através de cilindros hidráulicos; corte dos ferrolhos dos apoios dos pilares; levantamento do tabuleiro em 0,15 m, simultaneamente em todos os alinhamentos de pilares e encontros, tendo sido imposta uma diferença máxima de 10 mm entre dois alinhamentos consecutivos e de 2 mm nos alinhamentos transversais dos apoios; demolição dos pêndulos e alargamento das vigas de estribo dos encontros; reparação local das faces inferiores das vigas e das faces superiores das travessas para permitir um

adequado assentamento das vigas nos novos aparelhos de apoio; colocação dos novos aparelhos de apoio; execução dos plintos; injeção das folgas entre a chapa superior do aparelho de apoio e a face inferior das vigas do tabuleiro.

O trânsito apenas foi interditado durante as operações de levantamento do tabuleiro e de transferências de carga das vigas.

c) Reparação e pintura das superfícies do betão. Uma vez que

as principais anomalias identificadas tinham origem nas reações expansivas álcalis-silica procurou minimizar-se o acesso da água aos elementos de betão através da aplicação de uma pintura com características de proteção do betão. Este trabalho envolveu as seguintes fases: limpeza da superfície por decapagem com jato de água; aplicação de produto hidrófugo nas zonas com cavidades; aplicação de pintura de proteção exterior:

c1) Tratamento de fendas: de largura $\leq 0,4$ mm – aplicação de produto hidrófugo; fendas com largura $> 0,4$ mm – injeção com resina epoxídica;

c2) Reparação de zonas delaminadas: preparação da superfície com martelo pneumático ou jato de água; reposição da geometria inicial com argamassa de reparação pré-doseada de retração controlada; nos casos em que existiam armaduras expostas estas foram limpas com jato de água ou de areia e adicionada armadura no caso de existir uma perda de secção superior a 20%.



Figura 6 Reforço das carlingas para elevação do tabuleiro e suporte dos novos aparelhos de apoio

Na Figura 7 apresenta-se uma vista inferior do tabuleiro após a execução da reparação e pintura das superfícies de betão.



Figura 7 Vista inferior do tabuleiro após os trabalhos de reabilitação

d) **Proteção do betão da zona submersa dos pilares P2 e P3.** Tendo em consideração que os pilares, conjuntamente com as travessas, eram os elementos estruturais que apresentavam sinais mais evidentes da ocorrência da reação álcalis-silica, foi executada uma proteção da zona submersa do fuste dos pilares através dum encamisamento em betão com recurso à utilização duma cofragem metálica perdida. Na Figura 8 apresentam-se os alçados e um corte transversal da solução de encamisamento da base dos pilares, e nas Figuras 9 e 10 apresentam-se fotografias da solução construída.

e) **Substituição das juntas de dilatação.** Devido ao nível de corrosão e à falta de estanquidade que as juntas de dilatação apresentavam estas foram substituídas por juntas em neoprene reforçado.



Figura 9 Vista do lado sul – Proteção da zona submersa dos pilares



Figura 10 Solução de encamisamento da base dos pilares no troço submerso

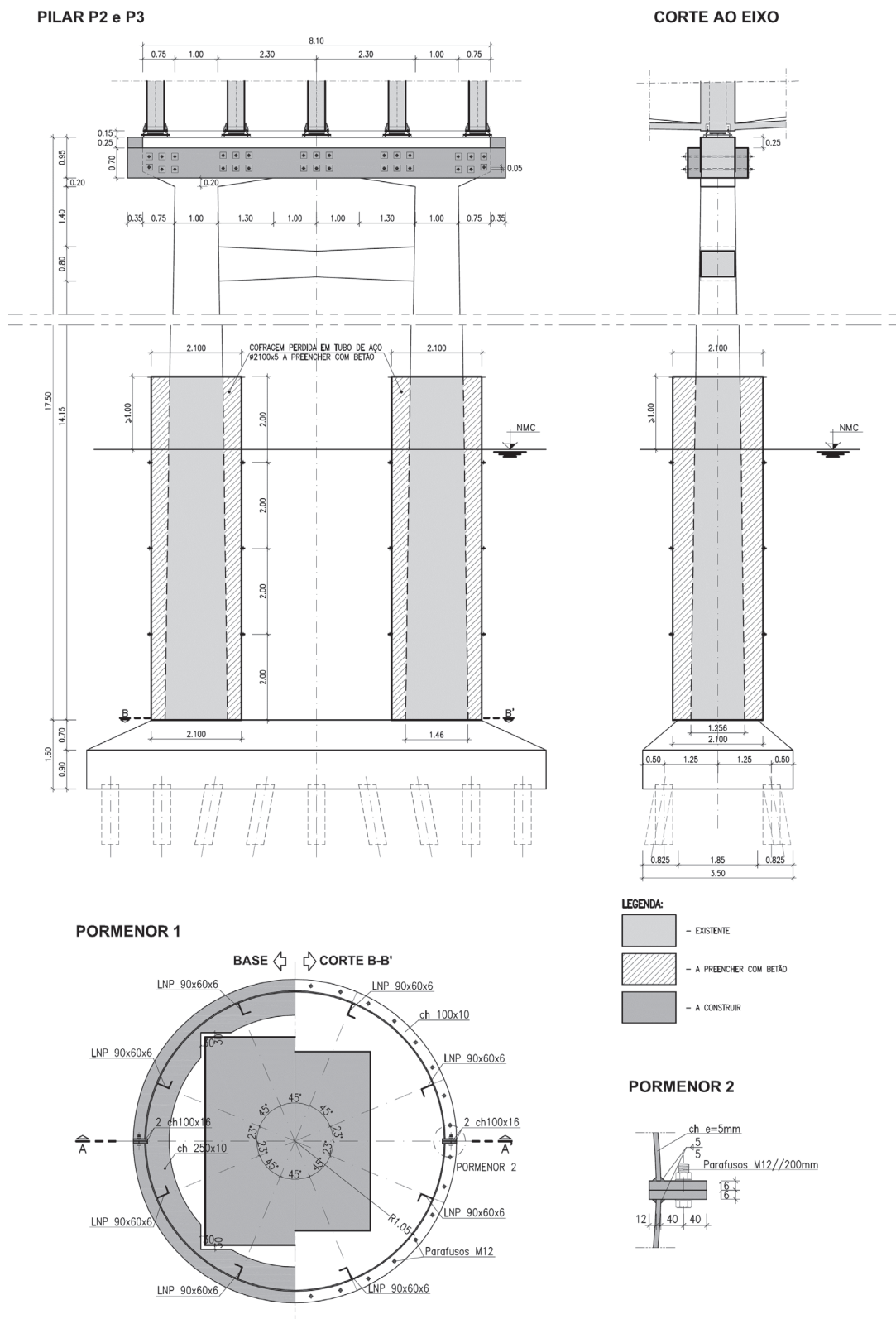


Figura 8 Solução de encamisamento da base dos pilares submersos

f) Outros trabalhos de reabilitação. Para além dos trabalhos anteriormente referidos foram também executados os seguintes trabalhos: adaptação da geometria dos encontros à nova cota altimétrica do tabuleiro; execução do pavimento betuminoso em toda a extensão da obra; execução de novo sistema de drenagem do tabuleiro; execução de sistema de drenagem dos encontros; colocação de guardas de segurança; reparação do guarda-corpos e das vigas de bordadura; remodelação, regularização, limpeza e colocação de caleiras e sistema de drenagem nos taludes dos encontros; substituição dos lancis existentes constituídos por elementos prefabricados por um lancil betonado *in situ*, ligado ao tabuleiro por varões ancorados na laje com resina epoxídica; substituição do revestimento do passeio em calçada á portuguesa de vidro por ladrilhos em grés porcelânico com superfície antiderrapante.

5.2 Materiais estruturais aplicados nos elementos de reforço

Apresentam-se seguidamente as características dos materiais utilizados no reforço da ponte.

- Betão – C35/45, XC4(P), Cl.0.4, $D_{\max}$ 25, S3, c = 35 (min. 300 kg de cimento/m³);
- Aço em armaduras – A500 NR, barras de pré-esforço – 835/1030 e aço em cordão 1670/1860;
- Características da pintura de proteção do betão: permeabilidade ao CO₂ – camada de ar de permeação equivalente $S_D > 100$ m; permeabilidade à água – $w < 0,1$ kg/m².h^{0,5}; permeabilidade ao vapor de água – camada de ar de permeação equivalente $S_D < 5$ m.

5.3 Condicionalismos à realização dos trabalhos

Os principais condicionalismos à execução dos trabalhos de reabilitação resultaram da altura do tabuleiro, variável entre 5 e 12 m, do facto de este se localizar sobre o rio Arda e da necessidade de se garantir o tráfego no tabuleiro durante a realização dos trabalhos. O tráfego apenas foi interditado durante as operações de transferência de cargas e de levantamento do tabuleiro. Estas operações foram realizadas aos fins de semana, em períodos de menor tráfego.

Durante o período em que o tabuleiro esteve suportado pelos apoios provisórios o trânsito foi efetuado numa via única central de sentido alternado com 3,0 m de largura. Esta via foi delimitada através de perfis tipo “New Jersey”. Esta medida permitiu que fossem executados os trabalhos nos lancis, passeios e guarda-corpos e simultaneamente limitou o nível de sobrecargas no tabuleiro e reduziu a velocidade de circulação dos veículos, diminuindo os efeitos dinâmicos do tráfego.

6 Conclusões

Apresenta-se neste artigo o projeto de reabilitação e a sua execução da Ponte de Pedorido, sobre o rio Arda. Descreveu-se a inspeção efetuada à ponte, ilustrando-se as diversas anomalias identificadas. Destas anomalias é de salientar, pela sua importância na evolução do estado de conservação da ponte e pelo impacto na reabilitação efetuada, a existência de uma fendilhação significativa resultante da reação álcalis-silica. Apresenta-se também no artigo uma descrição das verificações de segurança efetuadas e dos critérios adotados, quer na avaliação da estrutura existente quer nos reforços efetuados. Por fim, descrevem-se os trabalhos de reabilitação e reforço mais relevantes que foram efetuados, e os aspetos particulares desses trabalhos associados ao facto de terem sido realizados sem interrupção do tráfego.

Referências

- [1] Gomes, A.; Virtuoso, F. (2007) – *EN 222 – Ponte de Pedorido sobre o rio Arda. Projecto de Reabilitação e Beneficiação. Proj. de Execução*. CivilSer, Estudos e Projectos de Engenharia, Lda.
- [2] ISQ (2007) – *Ensaio de Caracterização dos Materiais. Ponte sobre o rio Arda*. Instituto de Soldadura e Qualidade, Direcção de Construção Civil, Pontes, Geotecnia e Reabilitação Estrutural.
- [3] Fernandes, I.; Ribeiro, M. (2007) – *Ponte sobre o rio Arda localizada em Pedorido*. Departamento de Geologia (DG) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.