

Concepção / reabilitação de pontes de pequeno a médio porte



Rita Moura¹

RESUMO

A reabilitação de pontes de pequeno a médio porte reveste-se de alguma especificidade no que se refere à procura de soluções tecnicamente adequadas mas que não inviabilizem a intervenção, constituindo verdadeiros apelos à criatividade do projectista.

As verbas disponíveis para este tipo de intervenções são relativamente reduzidas se compararmos com as intervenções em pontes de grande porte, na medida em que envolvem uma grande diversidade de meios mobilizados, para quantidades de trabalho.

Por ordem crescente do nível de intervenção, as soluções podem incluir trabalhos de conservação, reforço de elementos estruturais e de fundações e na execução de uma nova estrutura dissimulada na existente, calculada para resistir à totalidade das acções.

PALAVRAS CHAVE

Micro-estacas; Reabilitação; Pontes.

¹ Bel, Engenharia e Reabilitação de Estruturas, S.A., Direcção de Projectos, 2740-264 Porto Salvo, Portugal. rd@bel.pt

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de pontes de pequeno a médio porte reveste-se de alguma especificidade no que se refere à procura de soluções tecnicamente adequadas mas que não inviabilizem a intervenção, constituindo verdadeiros apelos à criatividade do projectista.

As verbas disponibilizadas para a reabilitação de pontes de pequeno a médio porte são relativamente reduzidas se compararmos com as intervenções em pontes de grande porte. Este facto fica a dever-se à grande diversidade de meios que normalmente são envolvidos neste tipo de intervenções, face a quantidades de trabalho reduzidas.

A opção pela modalidade de concepção-construção pode justificar-se, nestes casos, pela necessidade de otimizar custos em soluções de elevada valia técnica. As soluções são concebidas à mediada dos meios de que a empresa executante pode disponibilizar e que se traduzam num menor custo.

Apresentam-se três casos práticos de concepção e execução de intervenções de reabilitação de pontes de pequeno e médio porte.

2. PONTE DA VALA EM SALVATERRA DE MAGOS

Para a Câmara Municipal de Salvaterra de Magos procedeu-se à reabilitação da Ponte da Vala, localizada junto ao Cais da Vala.



Figura 1. Vista geral da ponte antes da reabilitação

2.1 Descrição da estrutura

A ponte é constituída por dois arcos de alvenaria de pedra, que vencem vãos com cerca de 4.0m, com um comprimento total da ordem de 12,0m e uma largura total do tabuleiro é de 5,50m.

A ponte apresentava deficiências e anomalias graves, que indiciavam a ocorrência de fenómenos de assentamento de fundações.

As principais deficiências estruturais que se podem observar são as seguintes:

- Infraescavação das fundações provocada pelo abaixamento do leito do rio, com exposição do troço superior das estacas de madeira que se encontram assim desconfinadas e sujeitas a ciclos de molhagem e secagem associadas às flutuações de marés, com consequências no estado de conservação da madeira. Este descalçamento de fundações deverá estar associado à

erosão provocada pela acção das descargas das comportas de rega que se encontram na vizinhança próxima da ponte.

- Cedência/deslocamento de cantarias de fecho dos arcos e fendilhação expressiva dos elementos estruturais em cantaria e alvenaria de pedra.
- As juntas de cantaria que deveriam estar preenchidas com argamassa encontram-se abertas.



Figura 2. Cedência/deslocamento de cantaria de fecho de arco

2.2 Objectivo

Atendendo às condições de estabilidade precária em que a estrutura se encontrava optou-se por criar uma estrutura auto-portante, dimensionada para resistir à totalidade das cargas transmitidas ao tabuleiro e paralelamente proceder à consolidação das fundações e da estrutura em alvenaria de pedra existente.

2.3 Geologia

Para o estudo da solução de reforço de fundações foi necessário proceder previamente ao reconhecimento geotécnico dos terrenos interessados.

O reconhecimento geotécnico efectuado no local revelou a ocorrência de formações aluvionares constituídas por uma camada superficial de lodo pouco consistente com cerca de 2.0m de espessura, sobrejacente a areias médias a grosseiras, com intercalações de lodos siltsosos mais ou menos consolidados. As camadas arenosas apresentam-se medianamente compactas a compactas, tendo sido detectada uma camada com cerca de 10.0m de espessura, localizada entre os 20.0m a 30.0m de profundidade.

2.4 Solução adoptada

A solução adoptada para a super-estrutura consistiu na execução de um novo tabuleiro em betão armado, dimensionado para resistir à acção do seu peso próprio, do peso dos revestimentos que sobre ele assentam e das sobrecargas rodoviárias estipuladas no art.º 41 do RSA para Pontes do Tipo II.

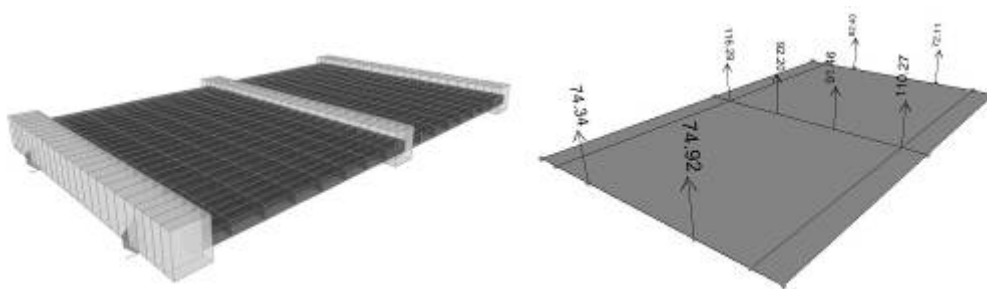


Figura 3. Modelo de cálculo

O novo tabuleiro da ponte é constituído por uma laje maciça, em betão armado, com 0.20m de espessura, que apoia em três vigas transversais com secção de 0.50mx0.60m, dispostas segundo o eixo do hasteal central e encontros.

As vigas são fundadas por via indirecta através de micro-estacas com 24.0m de comprimentos, com os bolbos de selagem localizado na camada arenosa medianamente compacta a compacta.

As micro-estacas foram executadas a partir do tabuleiro existente e atravessam o hasteal central e os encontros em alvenaria de pedra. Foram executadas antes da escavação do interior do arco e após a colocação do sistema de escoramento provisório, com equipamento de dimensões adequadas e apropriado à capacidade resistente da estrutura original.

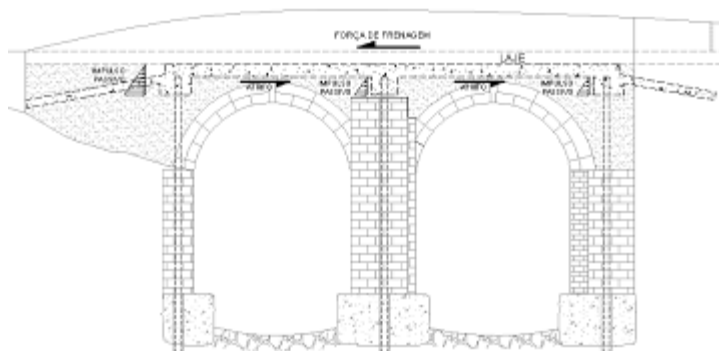


Figura 4. Micro-estacas - equilíbrio de acções horizontais no tabuleiro



Figura 5 e 6. Micro-estacas

Apesar de a solução adoptada conduzir a uma redução significativa de carga nas fundações da estrutura original, o dimensionamento das micro-estacas apresenta uma margem de segurança suficiente para absorver o peso próprio da estrutura existente.

A intervenção contemplou ainda o preenchimento do leito da vala, na secção de vazante correspondente aos dois arcos da ponte (em toda a sua extensão e largura), com enrocamento argamassado, para protecção das fundações existentes contra a erosão provocada pelo escoamento das águas.

O lajedo em pedra original de revestimento do tabuleiro, foi previamente retirado para posterior recolocação sobre a laje de betão, ficando a estrutura de betão armado totalmente oculta.

A face superior da laje em betão armado foi impermeabilizada com telas apropriadas, e por último revestida com o lajeado em pedra original.

A estrutura de alvenaria em pedra foi objecto de trabalhos de conservação e restauro o que implicou a montagem inicial de estruturas de escoramento dos arcos e de plataformas de trabalho para acesso a todas as áreas a intervir.

A consolidação da estrutura em alvenaria de pedra, contemplou: o reposicionamento de alguns blocos de cantaria que se consideraram fundamentais para assegurar a estabilidade do conjunto; a consolidação de blocos fracturados; tratamento de juntas entre blocos e a injeções de consolidação dos cofres da ponte, com caldas à base de cal.

Como medida de protecção adicional, procedeu-se á aplicação final de um produto com características hidrófugas.

Por último procedeu-se à instalação da iluminação pedonal e arquitectónica.



Figura 7. Vista do tabuleiro da ponte rehabilitado



Figura 8. Vista da ponte rehabilitada

3. PONTE DE LEÇA 2 DA LINHA DE LEIXÕES

Para a REFER procedeu-se à reabilitação da Ponte Leça 2 ao PK 19,892 da Linha de Leixões.



Figura 9. Ponte antes da reabilitação

3.1 Descrição da estrutura

A obra de arte, datada de 1939, é constituída por dois tramos respectivamente com 10.53 m e 10.72 m de comprimento, com tabuleiro vigado em betão armado, apoiado em elementos verticais de alvenaria: dois encontros extremos e um pilar central com 16.88x1.80m, fundados sobre estacas de madeira com cerca de 0.40m de diâmetro.

Uma inspecção realizada permitiu detectar zonas com delaminação do betão nas fundações do pilar e dos encontros, bem como infraescavação provocada eventualmente pelo abaixamento do leito do rio.

As estacas de madeira que deveriam encontrar-se submersas, encontravam-se sujeitas às flutuações da maré, sujeitas a ciclos de molhagem e secagem, desfavoráveis à boa conservação do material. No entanto, verificou-se que as estacas ainda se encontravam em boas condições de conservação, sem apresentarem zonas apodrecidas.



Figura 10. Infraescavação das fundações

3.2 Geologia e geotecnia

Para o estudo da solução de reforço de fundações foi necessário proceder previamente ao reconhecimento geotécnico dos terrenos interessados.

O reconhecimento geotécnico que realizamos para o estudo da solução de reforço de fundações, permitiu concluir que as formações interessadas são compostas por aluviões constituídos por camadas arenosas, com uma profundidade de cerca de 9.0m, sobre camada de lodos com uma espessura média de 8.5m, seguida de formações de granito alterado, que ocorrem a cerca de 24.0 m de profundidade, relativamente à cota do tabuleiro.

3.3 Solução adoptada

Para o reforço das fundações do pilar e encontros, optou-se pela execução de micro-estacas injectadas a alta pressão, com penetração nos granitos alterados (NSPT>60) com um comprimento de selagem de 4.0m, de que resulta um comprimento total de 28.0m. Dado o elevado comprimento das micro-estacas optou-se por criar um bolbo intercalar de injeção com 2.0m numa camada arenosa superficial sob o leito do rio, de forma a precaver efeitos associados a instabilidade lateral.

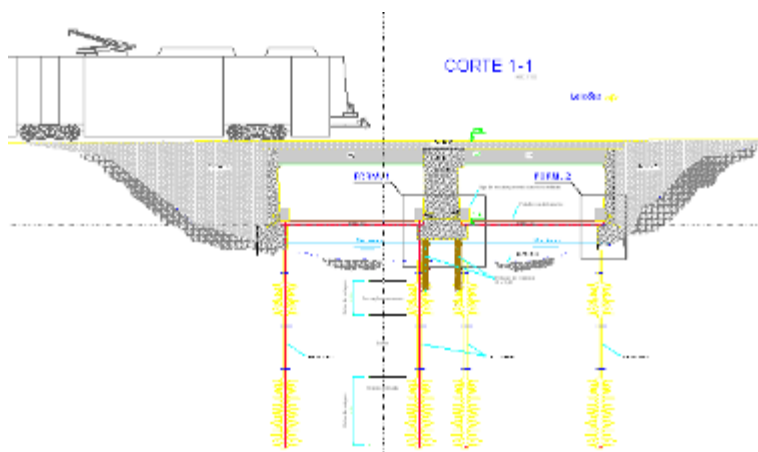


Figura 11. Solução adoptada - corte longitudinal

As micro-estacas foram dimensionadas para a totalidade da carga actuante no pilar e encontros da ponte, admitindo que as estacas de madeira se poderão degradar completamente, dispensando-se assim a sua contribuição como elemento estrutural de fundação.

O conjunto das micro-estacas é solidarizado através de viga de encabeçamento em betão armado, disposta ao longo da periferia do pilar e dos encontros.

A execução de tirantes no pilar e de ancoragens nos encontros, solidarizados à viga, permite assegurar a formação de bielas de compressão, para a mobilização das micro-estacas.

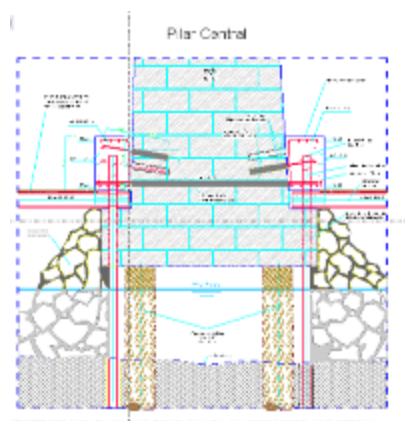


Figura 12. Solução adoptada - Pilar central

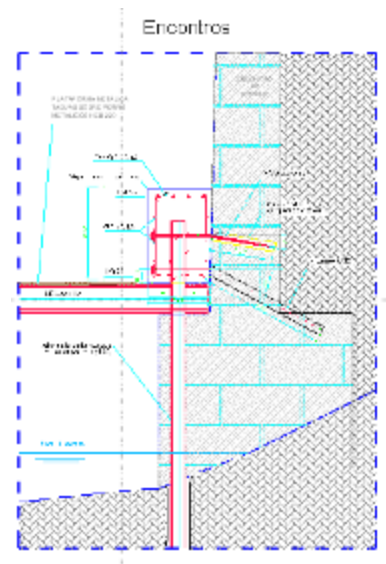


Figura 13. Solução adoptada - encontros

No troço inicial das micro-estacas, a furação das zonas de atravessamento do pilar e encontros foi executada por carotagem.

A face lateral e inferior do tabuleiro foram objecto de trabalhos de reparação de betão, com argamassa de elevada resistência e com retracção compensada. Como medida adicional de protecção optou-se por proceder à pintura com tinta acrílica de elevado desempenho, resistente à penetração de dióxido de carbono e cloretos e permeável ao vapor de água.



Figura 14. Reparação de betão

Os trabalhos foram efectuados a partir de uma plataforma de trabalho constituída por perfis metálicos HEB220 afastados de 2.0m, apoiados sobre os maciços de fundação do pilar e encontros. Sobre a estrutura metálica serão assentes pranchões de madeira que permitiram o acesso a todas as frentes de trabalho.



Figura 15. Plataforma de trabalho

4. PONTÃO NA RUA DA PONTE EM VILA CHÃ DE OURIQUE

Para a Câmara Municipal do Cartaxo procedemos á reabilitação e Alargamento de um pontão na Rua da Ponte, em Vila Chã de Ourique.

4.1 Descrição da estrutura

O pontão foi construído há cerca de 25 anos e vence um vão único de aproximadamente 7.20m, com 2 faixas de rodagem.

A estrutura da obra de arte é constituída por um tabuleiro em laje de betão armado, com cerca de 0.40m de espessura, e blocos cerâmicos de cofragem perdida.

A laje do tabuleiro apoia nos 2 encontros em betão armado, constituídos por "muros testa", com 0.80m de espessura, e "muros ala", com 0.20m de espessura.

4.2 Objectivo

A intervenção tinha por objectivo o alargamento do tabuleiro da ponte, num total de 3.00 m, e a reabilitação da estrutura existente.



Figura 16. Vista da ponte antes da intervenção

4.3 Solução adoptada

Para o alargamento do pontão consiste optou-se pela execução de dois painéis de laje maciça, em betão armado, com 0.25m de espessura, que avançam em consola, com cerca de 1.50 m, para fora do pontão original.

Estes painéis laterais de laje foram apoiados longitudinalmente em vigas contíguas à bordadura do tabuleiro da estrutura existente, com secção de 0.30x1.10m, que descarregam em maciços de secção variável, com 0.80m de largura.

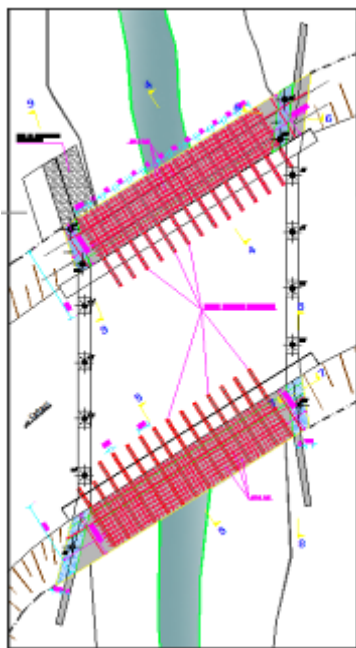


Figura 17. Solução adoptada - planta

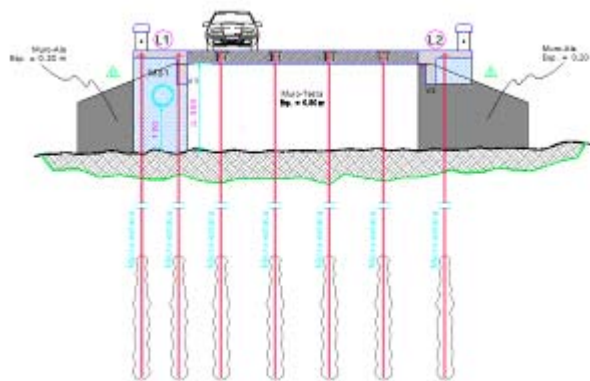


Figura 18. Solução adoptada - corte

Os maciços são fundados por via indirecta através de micro-estacas executadas a partir do nível do tabuleiro.

As micro-estacas serão injectadas a alta pressão, com um comprimento de selagem mínimo de 4.0 m em formações muito compactas ($N(spt) > 60$).

Com esta solução procurou-se não introduzir agravamento de tensões na estrutura actual do pontão.

Os novos elementos em betão armado foram ligados à estrutura existente através de conectores constituídos por varão de aço, colocados em furos previamente executados na estrutura existente e selados com resina epoxídica.

Procedeu-se ao reforço da laje, para os momentos negativos da consola, por aplicação de chapas metálicas, solidarizadas à estrutura existente através de selagem com resina epoxídica e buchas metálicas de fixação.

As superfícies de betão expostas, nomeadamente nos encontros, na face inferior da tabuleiro e outras superfícies expostas, foram objecto de pintura para protecção adicional, com tinta acrílica de elevado desempenho, impermeável ao CO_2 , e a cloretos, e permeável ao vapor de água.