

Reforço das infraestruturas da Ponte São João de Areias



Júlio Appleton¹

RESUMO

A ponte São João de Areias na EN 234-6 sobre o Rio Mondego, na Albufeira da Barragem da Agueira tem um desenvolvimento de 260m.

O tabuleiro com uma largura de 15,2m tem 7 vãos de 30m+5x40m+30m e é constituído por 4 vigas pré-fabricadas em betão armado pré-esforçado de altura variável de 2m no vão a 2,5m sobre os apoios e uma laje com espessura variável de 0,15m no vão a 0,25m sobre as vigas. As vigas apoiam em travessas/capiteis dos pilares com 7 m de largura.

A Ponte foi projectada por Edgar Cardoso em 1975. Em 2012 foi realizada uma intervenção de reforço do tabuleiro com cabos de pré-esforço exterior, de reforço dos capiteis dos pilares, de reforço dos encontros, substituição dos aparelhos de apoio e introdução de amortecedores viscosos entre o tabuleiro e o encontro da margem esquerda.

Tendo sido detectadas reacções expansivas no betão, em particular nas zonas submersas dos pilares e das fundações, foi decidido realizar novas fundações acautelando a hipótese das infra-estruturas existentes deixarem de assegurar a capacidade de carga para a obra. O presente trabalho refere-se a esta intervenção.

Palavras-chave: Pontes e viadutos, reacções expansivas no betão, reforço de fundações.

1. INTRODUÇÃO

Refere-se o presente trabalho à intervenção de reforço das infra-estruturas da Ponte São João de Areias na EN 234-6 sobre o Rio Mondego, na Albufeira da Barragem da Aguieira. Esta intervenção decorreu da identificação da existência de reacções expansivas no betão, em particular nas zonas submersas dos pilares e fundações.

2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE

A Ponte São João das Areias tem um tabuleiro com uma extensão de 260m e uma largura de 15,2m. Tem 7 vãos de 30m+5x40m+30m e é constituído por 4 vigas pré-fabricadas em betão armado pré-esforçado de altura variável de 2m no vão a 2,5m sobre os apoios e uma laje com espessura variável de 0,15m no vão a 0,25m sobre as vigas. As vigas apoiam em travessas/capiteis dos pilares com 7 m de largura (figuras 1 e 2).



Figura 1. Fotografia do viaduto antes da intervenção.

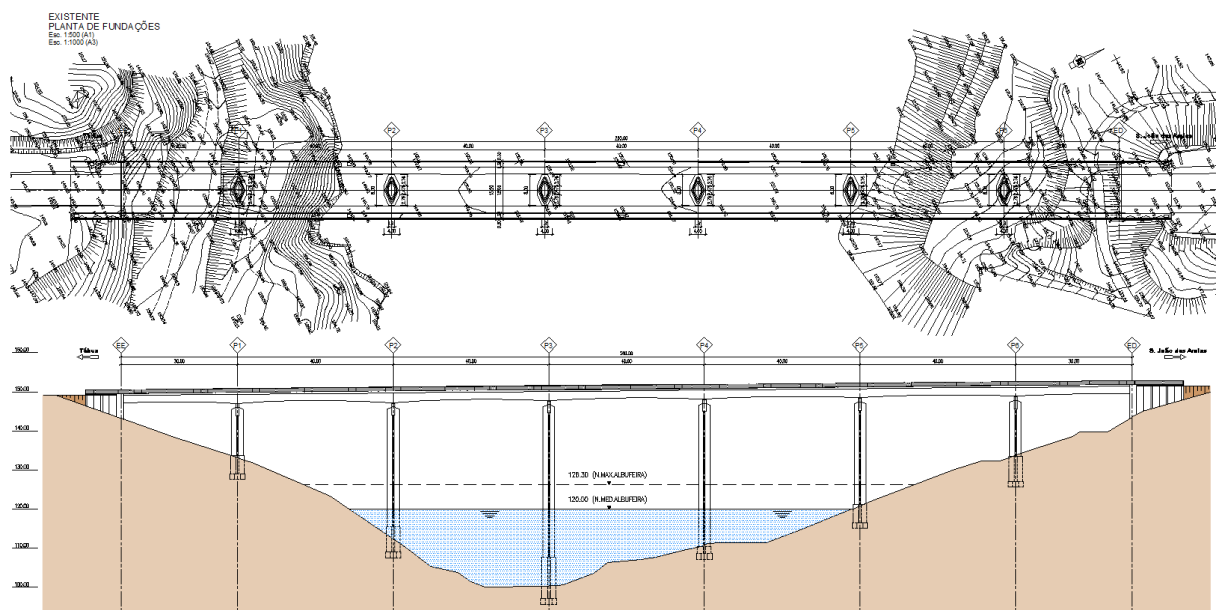
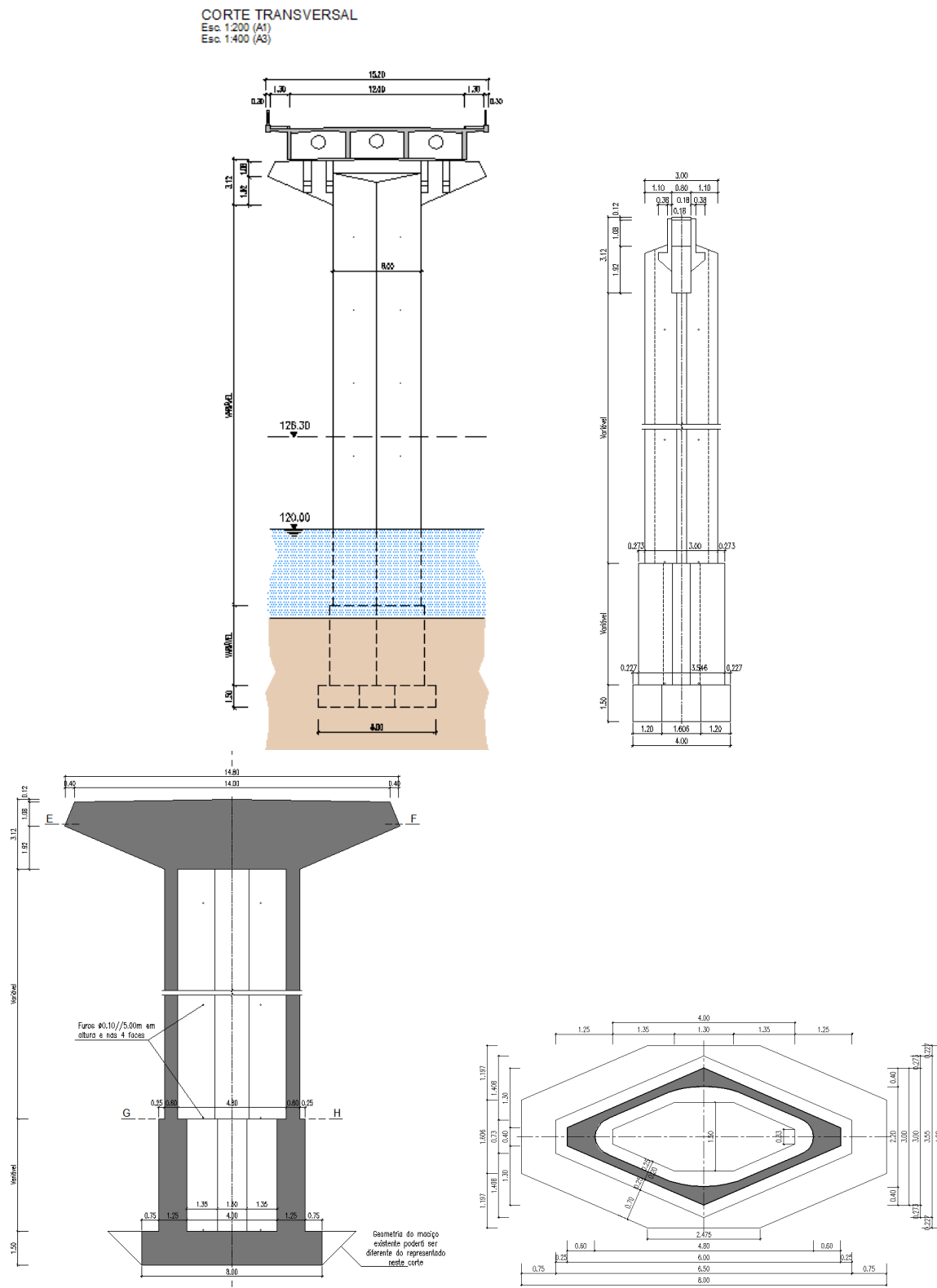


Figura 2. Planta e alçado longitudinal.

Os pilares com uma altura variável de 17m a 50m têm uma secção oca com uma geometria aparente em losango com 3mx6m nas diagonais. A espessura da secção é de 0,20m no fuste dos pilares e de 0,70m no embasamento. As fundações são do tipo sapata encaixada no maciço granítico (figura 3). A obra foi executada antes do enchimento da albufeira da barragem.



Os encontros são aparentes (cofres). São constituídos por uma viga de estribo, muros testa e muros de avenida com paredes de 0,20m de espessura em forma de harmónio.

O muro testa tem 4 contrafortes. Os muros de avenida suportam também a laje do passeio. Os encontros estão fundados em sapatas directas e em pegões executados sob os contrafortes.

3. A INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

A inspeção dos pilares foi realizada pela OZ com recurso a uma plataforma móvel provida de um bailéu que permitiu a inspeção em toda a altura dos pilares (figura 4). Foi também realizada inspeção subaquática para registo das anomalias na zona imersa dos pilares (figura 5)



Figura 4. Plataforma de inspeção.



Figura 5. Inspeção subaquática.

A inspeção visual mostrou a existência de fendilhação de pequena abertura com orientação irregular nos encontros e pilares e fendilhação quase vertical, com abertura máxima de 5mm, na zona imersa dos pilares, em particular junto ao embasamento (figura 5).

Para caracterizar estas anomalias e avaliar o potencial residual das reacções expansivas no betão foi realizado pelo LNEC em 2013 um estudo que envolveu a extracção de 62 carotes a partir das quais foram extraídos provetes para realização de ensaios de compressão simples (resistências de 35,5MPa a 57,2MPa), de medição do módulo de elasticidade (15,1GPa a 30,1GPa) e para os estudos de identificação de agregados reactivos, de reacções expansivas e de expansão residual, tendo-se concluído

que o betão foi realizado com agregados britados de natureza granítica e calcária e seixos siliciosos. Foram identificadas formas de sílica reactiva e de fenómenos de RAS e um teor de alcalis superior ao recomendado na E461. A expansão residual aos alcalis será média a elevada.

4. A INTERVENÇÃO

A intervenção de substituição/reforço foi realizada nas fundações dos pilares P2 a P5 localizados na albufeira, no pressuposto que os danos causados pelas RAS poderão comprometer no futuro a integridade dos pilares nas zonas abaixo da cota máxima de exploração da albufeira. O objectivo foi assim criar um sistema redundante que possa compensar a degradação futura da estrutura existente, mantendo no entanto a infra-estrutura actual. A complexidade da obra advém da impossibilidade de colocar a seco as fundações dos pilares.

Para os pilares P2 a P4 foram realizadas 6 novas estacas de 1,2m de diâmetro interligadas por um maciço de encabeçamento com 2m de altura e cujo topo está à cota 119m. O maciço foi interligado aos pilares com cabos de pré-esforço calculados para poderem vir a realizar a transferência de carga dos pilares para as novas estacas. Os pilares foram amacissados no interior desde a base dos maciços de estacas até à cota 126,6m. Estes pilares foram também encamisados exteriormente (figura 6 e 7).

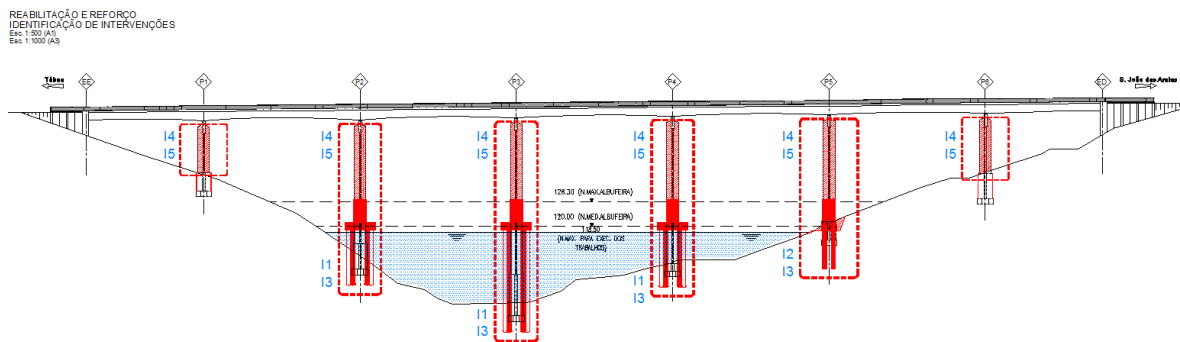
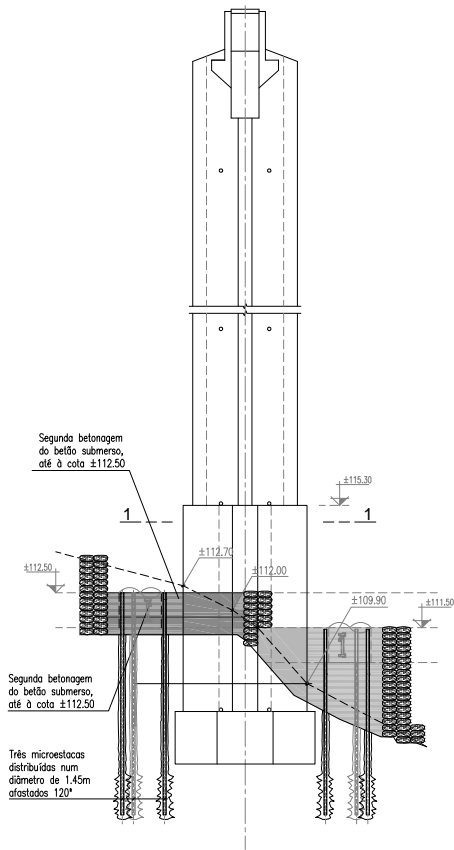


Figura 6. Intervenções nos pilares.

Alçado Lateral



Corte 1-1

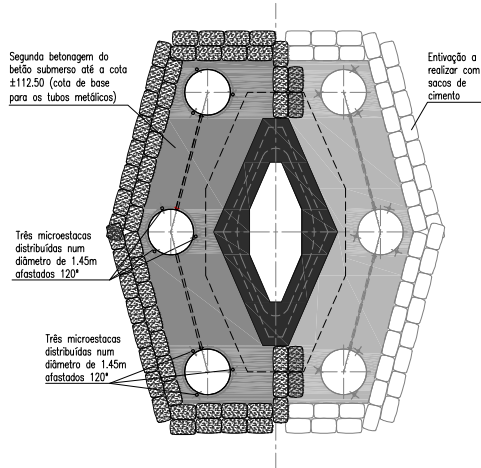


Figura 8. Metodologia de execução das estacas nos pilares P2 a P4 com apoio de plataforma flutuante.

Os pilares P2 a P5 foram encamisados exteriormente com uma lâmina de betão armado com 0,14m de espessura até à cota 126,6m, 0,50m acima do nível máximo da albufeira. O interior dos pilares foi também cheio até essa cota. O fuste de todos os pilares foi objecto de reabilitação e a superfície exterior

foi protegida superficialmente com uma impregnação hidrofugante e um revestimento espesso (figura 9).



Figura 9. Vista geral dos trabalhos de intervenção nos pilares.

5. MONITORIZAÇÃO DA EXECUÇÃO DA OBRA

A complexidade da execução e a existência das anomalias já referidas justificou que se procedesse à observação do comportamento estrutural para verificar que a execução das estacas não causasse danos na estrutura. Foram assim monitorizados pelo LABEST, durante a execução da obra as seguintes grandezas:

- deslocamentos das juntas de dilatação
- rotações longitudinais e transversais no topo do pilar P3
- temperatura ambiental e no interior do betão.

Na figura 10 apresentam-se os registos dos movimentos das juntas e das variações de temperatura.

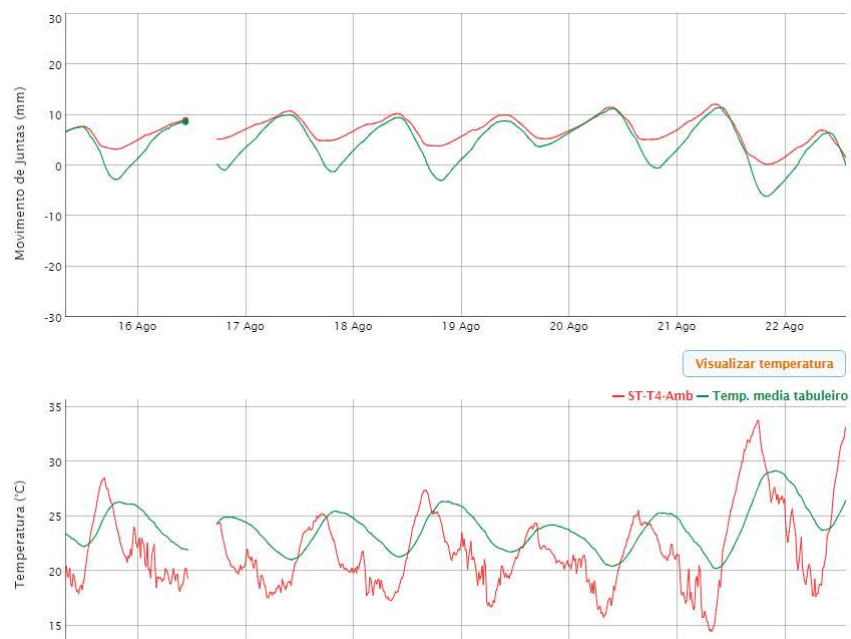


Figura 10. Movimentos nas juntas de dilatação da ponte e variações de temperatura.

Para além desta monitorização o LNEC instalou um sistema de observação dos pilares com 2 acelerómetros para registar o comportamento dinâmico da estrutura durante a execução das estacas e definiu um conjunto de requisitos a observar pelo equipamento do tipo Core Barrel a utilizar no corte da rocha granítica de fundação das estacas e estabeleceu limites para a velocidade máxima no topo do embasamento dos pilares por forma a garantir a segurança da obra nessa fase crítica (figura 11).

Para estabelecer estes critérios e limites foram realizados um conjunto significativo de estudos e análises dinâmicas de simulação da perfuração para execução das estacas e seus efeitos estruturais.

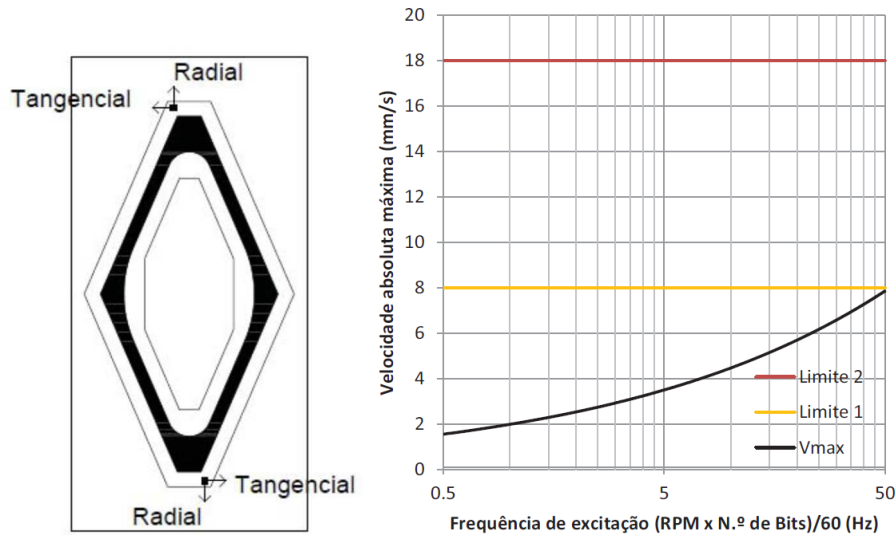


Figura 11. Posicionamento dos acelerómetros e limites de velocidade nos pilres para a excitação resultante da execução das estacas.

6. MONITORIZAÇÃO APÓS EXECUÇÃO DA INTERVENÇÃO

Com o objectivo de acompanhar o comportamento futuro da ponte o LNEC (por solicitação do IP) instalou um sistema de monitorização estrutural da ponte com o objectivo de avaliar o desenvolvimento do processo das reacções expansivas no betão e seus efeitos estruturais. Assim para avaliar a mobilização das novas estacas e evolução das deformações nos pilares originais foram as novas estacas de fundação dos pilares P2 e P3 instrumentadas com extensómetros de corda vibrante (colocados no interior do betão) e os pilares originais foram instrumentados, à mesma cota, com extensómetros com orientação vertical e com extensómetros com orientação horizontal (figura 12).

Foi ainda monitorizado o fuste do pilar P2 na zona superior com extensómetros de corda vibrante, sensores de resistividade e sensores de temperatura.

A monitorização destes equipamentos, em conjunto com uma inspecção visual e subaquática da ponte, irá permitir observar a evolução dos fenómenos de reacção expansiva no betão e a mobilização do reforço de fundações efectuado na ponte.

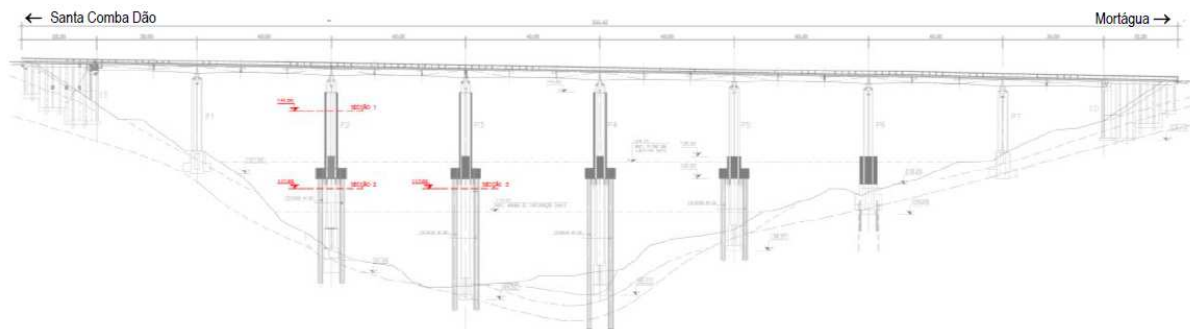


Figura 12. Localização das secções instrumentadas

7. CONCLUSÕES

A execução desta obra envolveu dificuldades técnicas significativas, tendo a execução decorrido sem qualquer incidente em 2016/2017.

Participaram neste projecto realizado pelo a2p, além do autor, os engenheiros António Costa, Nuno Travassos e João Saraiva.

8. REFERÊNCIAS

LNEC – Análise da segurança das Pontes Criz II e de S. João das Areias para acções dinâmicas isoladas aplicadas nas fundações dos pilares, Julho 2016

Santos,L.O; Min,Xi; Freire, L. – Monitorização dos efeitos estruturais das reacções expansivas do betão nas pontes do Criz II e de São João das Areias, BE 2018

Gomes,A; Virtuoso,F. – Reabilitação e beneficiação da Ponte S. João das Areias, BE 2018