

Inspeção, manutenção, conservação e reabilitação, de Obras de Arte

Vanessa Costa

Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães

Daniel V. Oliveira

ISISE, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães

Humberto Varum

Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Aveiro

RESUMO

Pretende-se com esta comunicação abordar as estratégias de inspecção e de detecção de anomalias, conservação, protecção, reparação e reabilitação de Obras de Arte. Pretende-se igualmente, descrever os danos mais frequentes nas pontes rodoviárias e analisar a sua correlação com factores como a idade, tipologia, materiais, localização, etc. Descreve-se algumas soluções e técnicas de reabilitação de obras de arte em alvenaria de pedra e em betão armado.

PALAVRAS-CHAVE

Obras de Arte, inspecção, patologias, reparação.

1. INTRODUÇÃO

O progresso tem permitido o desenvolvimento das redes rodoviárias de todo o mundo e consequentemente isso reflecte-se num aumento da construção de Obras de Arte. O ritmo crescente do número de obras de arte, aliado ao controlo dos custos e prazos para a sua realização, faz com que se descuidem muitas vezes os aspectos relativos à qualidade e durabilidade das estruturas.

Para se garantir as condições de estabilidade e durabilidade de uma ponte é fundamental que em todas as fases do processo, desde a concepção até à utilização da estrutura, se tenha presente a qualidade e a necessidade de se obter uma estrutura com bom desempenho.

Se até há pouco tempo, se pensava que as construções, mais precisamente as pontes, durariam indefinidamente, actualmente, já está provado que isto não é verídico. Todas as pontes, para atingirem uma vida útil para as quais foram projectadas, necessitam de manutenção. Para tal é fundamental realizarem-se inspecções periódicas para identificar o estado de conservação da obra de arte

A análise visual corresponde à primeira etapa necessária para o diagnóstico do estado de uma estrutura, contudo, apesar de enorme importância, é muitas vezes insuficiente para obter informação sobre o estado dos materiais e sobre aspectos invisíveis das estruturas. Desta forma, é essencial recorrer a meios complementares de diagnóstico, baseados na

realização de ensaios, que permitem identificar a natureza e extensão de cada uma das anomalias detectadas e o cenário de evolução previsto para cada anomalia.

Ao longo da vida útil de uma Obra de Arte devem ser realizados diferentes tipos de inspeções que podem ser divididas em quatro tipos: Inspeção de Rotina, Inspeção Principal, Inspeção Especial e Inspeção Subaquática, dependendo da sua periodicidade e detalhe.

Quando se realiza uma inspeção a uma Obra de Arte deve-se fazê-lo de forma sistemática e organizada, de modo a garantir que todos os componentes são inspeccionados, procurando identificar as suas principais patologias.

2. PATOLOGIAS E TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE OBRAS DE ARTE

2.1. Caracterização das Obras de Arte em estudo

Portugal apresenta um vasto património de Obras de Arte construídas em épocas diferentes, apresentando diferentes tipologias, geometrias e materiais e por sua vez dimensionadas segundo critérios e solicitações distintas das actualmente aplicadas.

Pretende-se neste trabalho analisar um conjunto de cerca de 500 pontes rodoviárias localizadas no Distrito do Porto, apresentando-se nas figuras 1, 2 e 3 a sua classificação atendendo à tipologia, ano de construção e material estrutural principal.

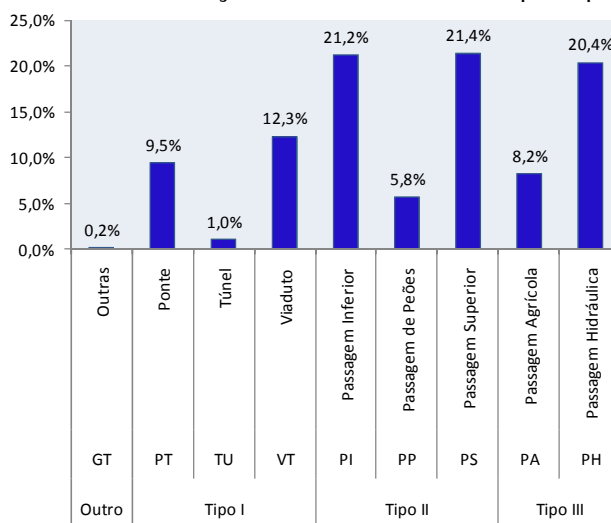


Figura 1. Percentagem de Obras de Arte por tipo de obra

Através da análise do gráfico anterior pode-se verificar que as Obras de Arte mais representativas são do tipo passagens superiores, passagens inferiores e as passagens hidráulicas.

A Figura 2 e o Quadro 1 apresentam o número e percentagem de Obras de Arte por tipo de material, podendo-se constatar que a maioria das Obras de Arte são em betão armado (67,08%), seguindo-se as Obras de Arte em alvenaria de pedra (25,92%). Verifica-se que a maioria das pontes em alvenaria de pedra (14,81%) já foram submetidas a intervenções de alargamento através da construção de elementos em betão armado.

Quadro 1. Número de Obras de Arte, por tipo de material

MATERIAL	Nº OA
Betão Armado	326
Aço	6
Alvenaria de Pedra	54
Aço - Armaco	27
Misto – Alvenaria de pedra e betão armado	72
Misto – Aço e betão armado	1

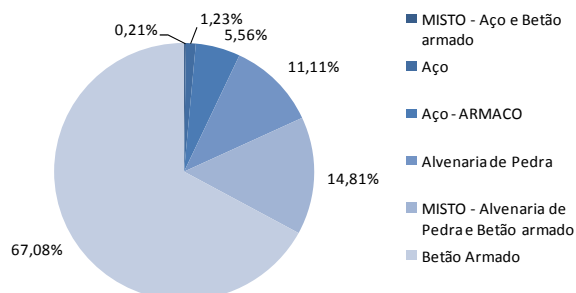


Figura 2. Percentagem de Obras de Arte, por tipo de material

Tendo em consideração que nas obras de arte em estudo os materiais mais utilizados são o betão armado e a alvenaria de pedra, estas serão alvo de estudo detalhado nas secções seguintes apresentando-se na Figura 3 a sua relação com os diferentes tipos de obras.

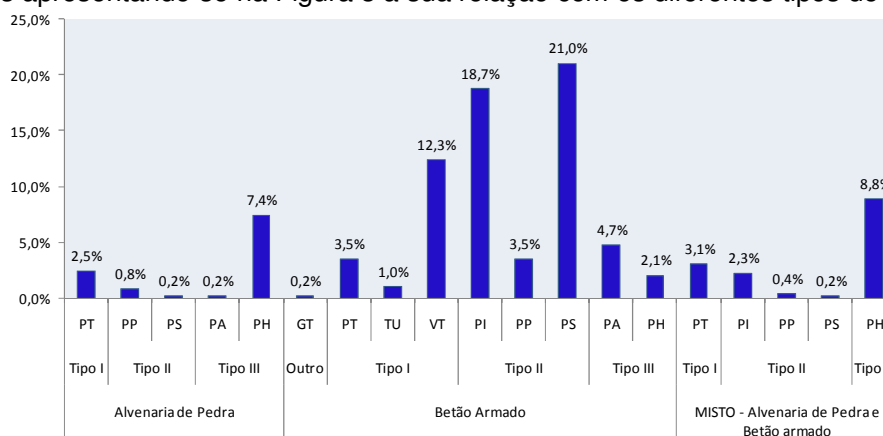


Figura 3. Percentagem de Obras de Arte por tipo de obra e material

Da observação da Figura 3, pode-se verificar que o betão armado é o material mais comum nas passagens superiores, passagens inferiores e viadutos e por sua vez a maioria das obras de arte em alvenaria de pedra são do tipo passagem hidráulica, tendo algumas delas sido submetidas a obras de alargamento, sendo por isso constituídas por betão armado e alvenaria de pedra.

Por observação da figura seguinte (Figura 4), constata-se que a maioria das obras de arte têm menos de 30 anos (52%), contudo desconhece-se o ano de construção de 35,8% delas.

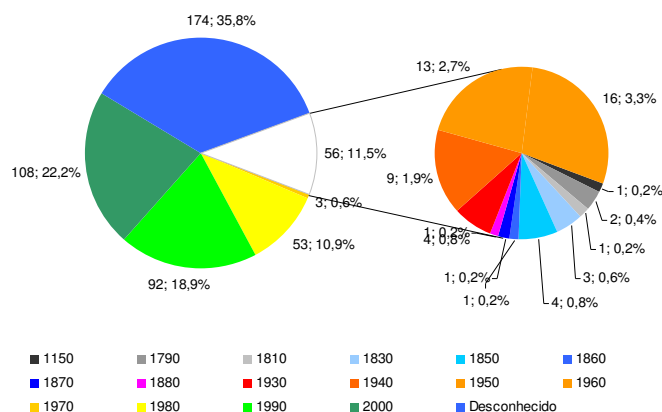


Figura 4. Número e percentagem de obras de arte, segundo a década de construção

A maior parte das Obras de Arte cujos elementos estruturais são em betão armado foram construídas nos últimos 30 anos (73%), desconhecendo-se o ano de construção de cerca de 22 % ver (Figura 5).

Relativamente às Obras de Arte em alvenaria de pedra, como seria de esperar desconhece-se o ano de construção de 69% dos casos (Figura 6). A Obra de Arte mais antiga pertence ao século XII e a mais recente foi construída em 1957.

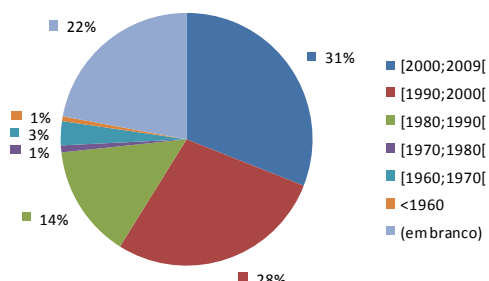


Figura 5. Percentagem de obras de arte de betão armado segundo ano de construção

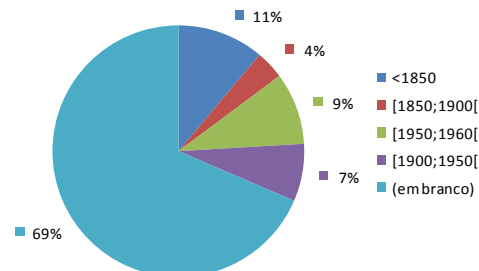


Figura 6. Percentagem de obras de arte de alvenaria de pedra segundo ano de construção

A data de construção das Obras de Arte é um indicador geral que poderia ser útil para prever o tipo de anomalias e a necessidade de manutenção das mesmas. Contudo, é uma variável que não é conhecida para uma parte considerável das obras.

2.2. Patologias mais comuns

Tendo em consideração a heterogeneidade das pontes rodoviárias existentes, pretende-se com o estudo que se segue apenas analisar as Obras de Arte mais representativas, isto é, as Obras de Arte em betão armado e em alvenaria de pedra. Para o efeito, irá ser apresentado um resumo das patologias mais comuns observadas durante a realização de inspeções visuais às Obras de Arte.

2.2.1. Estruturas em betão armado

As patologias que se podem observar nas estruturas em betão são originadas por diferentes factores, como a falta de pormenorização dos projectos, a má execução durante a construção, o aumento das cargas rodoviárias, os acidentes, etc.. É fundamental avaliar as causas e as consequências que originaram as patologias, no sentido de as reparar a tempo de evitar uma maior degradação.

Para se avaliar o comportamento estrutural das Obras de Arte de betão, deve-se ter em consideração que:

- o comportamento global da super estrutura, para averiguar se ocorreram deformações excessivas ou deslocamentos relativos de elementos estruturais, ocorrência de infraescavação e erosão das fundações, etc.
- o estado em que se encontram todos os componentes da obra de arte (tabuleiro, encontros, apoios intermédios, cornijas, guarda corpos, aparelhos de apoio, juntas de dilatação, pavimento, órgãos de drenagem, taludes, passeios, muros)

Tendo em consideração que as anomalias dos componentes das Obras de Arte variam em função do componente em causa, da sua função e do tipo de material (betão, aço, asfalto, etc), o estudo que se apresenta apenas irá incidir sobre os elementos em betão armado.

O quadro e figuras que se seguem pretendem descrever as principais patologias presentes nas Obras de Arte em betão armado, especificando as que têm influência com o seu comportamento estrutural.

Quadro 2. Classificação das principais anomalias existentes nas Obras de Arte de betão armado, elementos em betão.

	TIPO	Patologia
ANOMALIA NÃO ESTRUTURAL	1	Vegetação / poluição biológica
	2	Escorrimentos: Manchas de ferrugem, Humidade e eflorescências
	3	Existência de pregos, varões de aço e restos de cofragem
ANOMALIA DE INDOLE ESTRUTURAL	4	Delaminação / Descasque do betão: Armadura á vista, corrosão das armaduras, varão com diminuição de secção, varão cortado
	5	Fissuração do betão: Fenda longitudinal, transversal, diagonal, sob/sobre varão, fendilhação em "pele de crocodilo"
	6	Deterioração do betão: deterioração química; esmagamento; escamação, desgaste, desintegração; juntas de betonagem mal seladas; existência de vazios, zona porosa, ninho de inertes (Chochos)



Figura 7. Exemplos de patologias em Obras de Arte de betão armado.

Apresenta-se no gráfico que se segue a classificação das anomalias presentes nas Obras de Arte em betão armado e a sua percentagem de ocorrência na amostra.

Conforme se pode constatar através da análise da figura anterior, a patologia mais comum nas pontes em betão armado é a presença de escorrências, humidades e eflorescências (79%). Esta anomalia manifesta-se em especial nos encontros e no tabuleiro e deve-se essencialmente à inexistência ou mau funcionamento dos sistemas de drenagem. A delaminação ou desgaste do betão, com aparecimento ou não de armadura à vista, a fissuração e a deterioração do betão, representam mais do que 24% das patologias estruturais detectadas nas Obras de Arte.

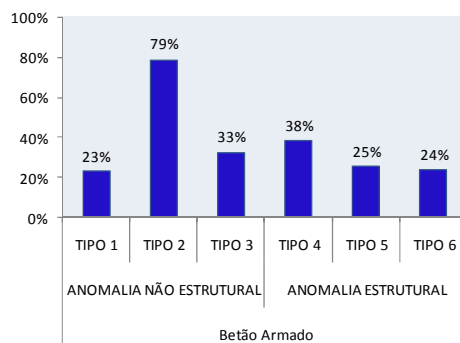


Figura 8. Percentagem de Obras de Arte em betão armado por tipo de patologia.

2.2.2. Estruturas em alvenaria de pedra

As Obras de Arte em alvenaria de pedra ainda hoje desempenham um papel importante nas nossas vias de comunicação, no entanto, estas pontes ou passagens hidráulicas, foram muitas vezes dimensionadas para cargas rodoviárias muito inferiores às actuais, precisando de ser reforçadas e alargadas.

A sua idade e as forças a que estão submetidas, originam o aparecimento de patologias que muitas vezes se manifestam pelo aparecimento de fendilhação entre os elementos de alvenaria, originando a descompressão dos blocos de alvenaria.

A tabela e figuras que se seguem pretendem descrever as principais anomalias presentes neste tipo de pontes:

Quadro 3. Classificação das principais anomalias existentes nas Obras de Arte em alvenaria de pedra

	TIPO	Patologia
ANOMALIA NÃO ESTRUTURAL	1	Vegetação / poluição biológica
	2	Humidade e eflorescências e presença de água no material de enchimento
	3	Perda de argamassa nas juntas
	4	Degradação do material pétreo
ANOMALIA DE INDOLE ESTRUTURAL	5	Abertura de fendas longitudinais e transversais
	6	Infra-escavação e erosão das fundações
	7	Danos nos tímpanos
	8	Movimento dos apoios
	9	Deslocamento ou destacamento e ruína de elementos

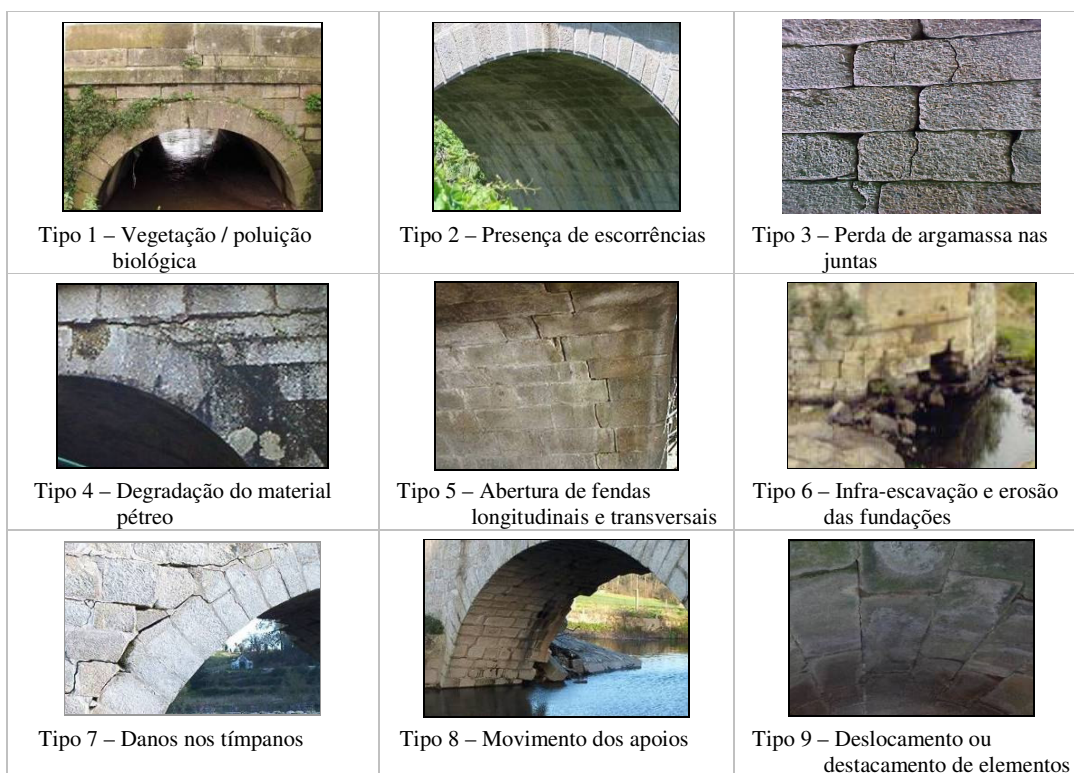


Figura 9. Exemplos de patologias em Obras de Arte de alvenaria de pedra

Apresenta-se na Figura 10 a classificação das anomalias presentes nas Obras de Arte em alvenaria de pedra, tendo em consideração o Quadro 3.

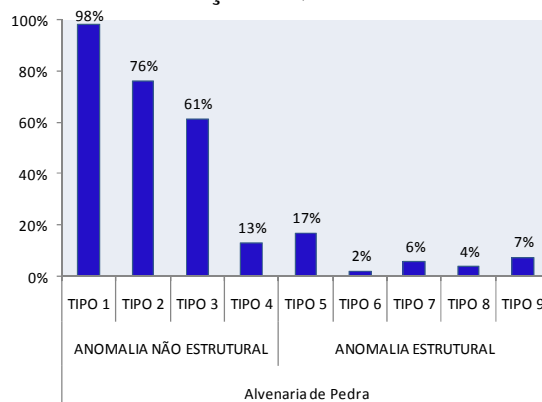


Figura 10. Percentagem de Obras de Arte em Alvenaria de Pedra por tipo de patologia.

Os resultados das inspeções apresentados na figura anterior permitem averiguar que a maioria das Obras de Arte em alvenaria de pedra apresentam patologias de índole não estrutural. Pode-se igualmente afirmar que a grande maioria apresenta vegetação e poluição biológica, vestígios de humidade e escorrências e perda de argamassa nas juntas entre elementos em alvenaria. A falta de manutenção periódica e as cargas excessivas a que estas estruturas continuam submetidas originam a presença de anomalias que têm implicações a nível estrutural. Durante as inspeções pode-se verificar a existência de fendas e destacamento de pedras nos arcos.

2.3. Soluções e técnicas de reabilitação e reforço

Após inspeccionadas as Obras de Arte e avaliada a natureza e extensão das patologias, deverão ser implementadas acções de manutenção, conservação ou reabilitação e reforço, dependendo do estado em que se encontra a estrutura. Estas acções são imprescindíveis para se manter as Obras de Arte em condições de segurança, serviço e aparência aceitável durante um período de tempo expectável.

A implementação de programas de reabilitação de pontes, quer sejam antigas ou mais recentes, nem sempre é uma tarefa fácil, constituindo muitas vezes um enorme desafio para os técnicos envolvidos. Tal deve-se a ao facto de nas fases de concepção e projecto não se ter em consideração a sua manutenção periódica.

2.3.1. Estruturas em betão armado

Existem diversas soluções passíveis de serem adoptadas quando se pretende intervir numa Obra de Arte, dependendo essencialmente de factores técnicos e económicos. Apresenta-se de seguida as técnicas mais usadas no reforço de estruturas em betão armado:

- Reforço com novos materiais compósitos;
- Reforço com perfis metálicos;
- Encamisamento das secções;
- Pré-esforço exterior;
- Reforço para adição de armaduras exteriores;
- Substituição de aparelhos de apoio e juntas;
- Reconstrução do betão de recobrimento;
- Injecção de fendas com resina epoxy para repor o monolitismo;
- Tratamento electroquímico e protecção catódica;
- Protecção superficial e impregnação (inibidores de corrosão, etc.).

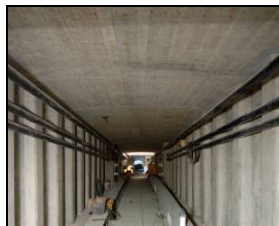


Figura 11. Colocação de pré-esforço exterior



Figura 12. Reforço de pilares com CRP



Figura 13. Reparação do betão e reforço das armaduras

2.3.2. Estruturas em alvenaria de pedra

Referem-se algumas técnicas de reparação e reforço a executar em Obras de Arte em alvenaria de pedra. As soluções apresentadas procuram reforçar a estrutura sem alterar as suas condições estruturais iniciais.

- Refechamento das juntas da alvenaria;
- Atirantamento dos tímpanos e arcos (Figura 14 e Figura 15);
- Injecção do arco;
- Melhoramento do material de enchimento;
- Injecção para preenchimento de vazios;
- Colocação de “agrafos”;
- Colocação de boeiros nos muros para drenagem do material de enchimento;
- Reforço das fundações.

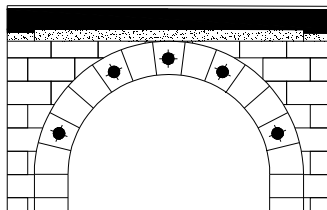


Figura 14. Reforço do arco com tirantes. Alçado

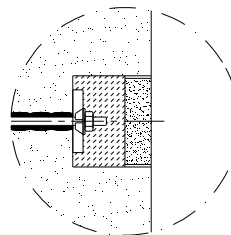


Figura 15. Pormenor de reforço do arco com tirantes

3. CONCLUSÕES

Os resultados das inspeções visuais realizadas às Obras de Arte, permite detectar as diferentes patologias, que se devem a diferentes factores, tais como, o local onde se insere a Obra de Arte, o tipo de cargas rodoviárias a que se encontram submetidas, o período em que foram construídas e algumas a problemas estruturais que resultam de um mau projecto e/ou de uma má execução. Apresentou-se de uma forma sumária algumas técnicas de reabilitação de Obras de Arte em betão armado e alvenaria de pedra.

REFERÊNCIAS

[1] IABMAS - Bridge Maintenance, Safety, Management, Life-Cycle Performance and Cost, July 16-19, 2006, Porto-Portugal.

[2] BRITO, J. - Desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Obras de Arte em Betão, Tese de Doutoramento, Lisboa, 1992.

[3] ANDREY, D. - Maintenance des ouvrages d'art: Méthodologie de surveillance, Tese de doutoramento, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 1987.