

## **Reabilitação da Ponte da Barra – Os Trabalhos de Reparação**



**Thomaz Ripper<sup>1</sup>**



**Manuel Loureiro<sup>2</sup>**



**Susana Bispo<sup>3</sup>**



**Armando Rito<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

A reabilitação da Ponte da Barra, em Aveiro, constituiu tarefa de suma importância para a concretização de um importante eixo viário de ligação do litoral norte de Portugal a Salamanca, em Espanha. Trata-se de uma obra projectada pelo Prof. Edgar Cardoso, em 1971, com extensão total de 578 m e executada em betão armado e pré-esforçado. A Empreitada teve início em Janeiro de 2006 e foi finalizada em Maio de 2008.

Pela importância socioeconómica da Obra e pela sua inserção num ambiente particularmente agressivo, foram muito elevadas as exigências para que o desempenho futuro da Ponte venha a ser do melhor nível, pelo que a sua Reabilitação constituiu um desafio, ao longo de todas as suas etapas, do Projecto à Monitorização.

Os requisitos para o Projecto de Reabilitação da Ponte da Barra obrigaram à definição de soluções sob duas análises diferentes, ainda que interligadas: os aspectos relacionados com capacidade resistente, que implicaram reforço estrutural, e o estabelecimento de procedimentos de reparação que visavam, por um lado, estancar os mecanismos básicos de degradação, i.e., a corrosão das armaduras da grande maioria dos elementos de betão armado e pré-esforçado devida à acção do ião cloro e, por outro lado, prevenir a acção futura dos agentes agressivos, conferindo à Ponte a vida útil compatível com a sua relevância.

A presente comunicação faz uma revisão crítica do Projecto e do grau de fiabilidade com que as suas soluções foram reproduzidas na Empreitada, já que esta exigiu uma Assistência Técnica pró – activa e um explícito compromisso dos Projectistas com a Execução.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Ambiente, durabilidade, reabilitação, fiabilidade, assistência.

<sup>1</sup> LEB, Projectistas e Consultores - Reabilitação de Construções, 2645-094 Alcabideche, Portugal. thomazripper@leb.pt

<sup>2</sup> Armando Rito Engenharia, S. A., 1600-477 Lisboa, Portugal. manuel.loureiro@arito.com.pt

<sup>3</sup> Armando Rito Engenharia, S. A., 1600-477 Lisboa, Portugal. susana.bispo@arito.com.pt

<sup>4</sup> Armando Rito Engenharia, S. A., 1600-477 Lisboa, Portugal. armando.rito@arito.com.pt

## 1. INTRODUÇÃO

A Ponte da Barra sobre o Canal de Mira, em Aveiro, foi concebida pelo Prof. Edgar Cardoso, em 1971, tendo entrado em serviço em 1975. É uma estrutura em betão armado, com elementos pré-esforçados no tabuleiro. Constitui valiosa peça do património construído do nosso País.

Para bem intervir num monumento como este, o Projecto de Reabilitação da Ponte da Barra foi desenvolvido sob o código de respeito ao existente, valorizando a construção através do estabelecimento de métodos de trabalho pouco intrusivos, reversíveis, sempre que possível, e voltados para a manutenção.

Para atingir os objectivos definidos, a elaboração de todo o Projecto foi feita a pensar na garantia da sua melhor reprodução em obra, minimizando, desta forma, as incertezas quando ao desempenho futuro do conjunto existente + materiais novos e tornando mais confortável a execução da Empreitada, o que exigiu um grande compromisso dos Projectistas com a execução, implicando a prestação de uma assistência técnica eficaz e pró-activa.

## 2. BREVE DESCRIÇÃO DA OBRA

A Ponte da Barra (Fig.1) tem um comprimento total de 578 m entre encontros. O vão central possui 80 m e os viadutos de acesso, simétricos em relação ao vão central, têm 249 m de comprimento cada, uma vez que o vão extremo é de 25 m e os sete restantes vãos intermédios são de 32 m.

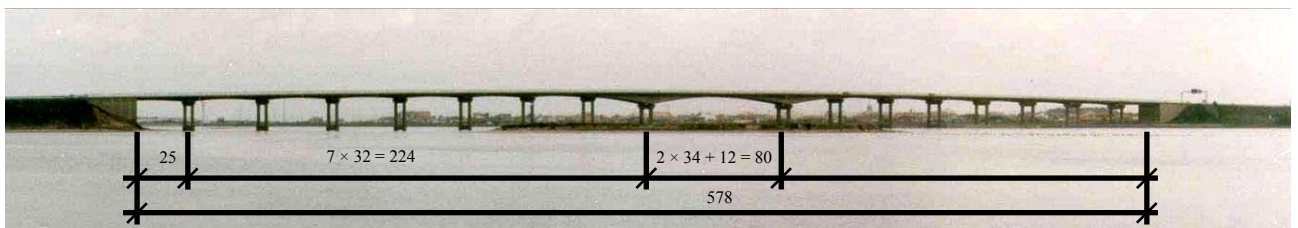


Figura 1. Vista geral da Ponte da Barra

O tabuleiro é composto por quatro vigas longitudinais (longarinas) ligadas no topo pela laje. As vigas, de altura variável, são pré-esforçadas longitudinalmente. A laje, de espessura variável, é pré-esforçada transversalmente.

Sobre os apoios existem carlingas, ligando apenas duas longarinas cada, que são reforçadas na sua base por goussets (caudas de andorinha) horizontais em betão armado, com 5 m de comprimento para cada lado do pilar. A área entre estas caudas de andorinha (Fig. 2), que inclui parte inferior das longarinas e das carlingas, é um importante e sensível micro-ambiente, que necessitou ser cuidadosamente analisado.



Figura 2: Vista inferior das caudas de andorinha e pormenor de algumas armaduras corroídas.

Os pilares são essencialmente constituídos por dois corpos. O primeiro corpo, que directamente suporta o tabuleiro, é estruturado por uma travessa e dois fustes, ambos com secção transversal rectangular. O segundo corpo é basicamente um lintel, onde os fustes do primeiro corpo estão rigidamente ligados, e dois pegões circulares de fundação.

### 3. CRITÉRIO GERAL ADOPTADO PARA O PROJECTO

Como já referido, a nobreza da construção e a especificidade das intervenções obrigaram a que o Projecto fosse desenvolvido tendo presente não só a regulamentação europeia mais recente e, na falta dessa ou em complemento, outras recomendações aplicáveis (casos como o do betão projectado, por exemplo) e ainda “guias de boas práticas” ou “recomendações de procedimentos”, que são uma importante fonte de informação e instrução, uma vez que resultam do trabalho de grupos técnicos de instituições internacionais reconhecidas. O Comité Europeu para a Normalização (CEN) tem o subcomité nº 8 do Comité Técnico 104 encarregue de preparar os Códigos Europeus atendendo à protecção e reparação de estruturas de betão. A Norma Europeia 1504 “Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão – definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação de conformidade” tem as instruções básicas para os produtos e métodos de reabilitação a serem usados, pelo que constituiu a peça de referência principal para as especificações do Projecto. Houve, todavia, que desenvolver um alargado e inovador critério (Fig. 3) de elaboração das peças do Projecto, única forma de garantir a desejada integração Projecto × Execução.

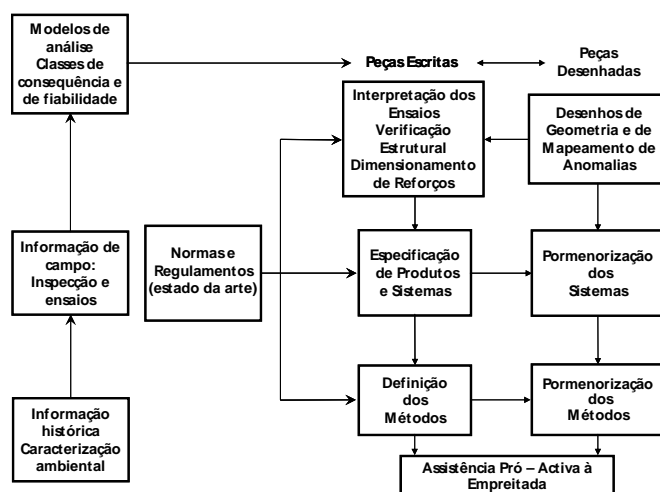


Figura 3. Critério de procedimentos para o Projecto.

### 4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

A localização da Ponte da Barra (Fig. 4) resulta, como em todas as grandes construções, como consequência do apelo a necessidades socioeconómicas de um determinado meio, seja ele rural, suburbano ou urbano. Todavia, numa construção desta envergadura é necessário levar em conta não só os efeitos ambientais resultantes da sua existência bem como aqueles que o ambiente em si mesmo terá sobre a estrutura, designadamente no diz respeito à durabilidade.

A interpretação do fenómeno de corrosão obriga ao conhecimento das características dos constituintes da atmosfera e, assim, à caracterização do clima de Portugal, com especial incidência na área costeira ocidental que inclui a cidade de Aveiro, perto da qual se situa a Ponte da Barra.

Neste sentido, torna-se necessário analisar os elementos climáticos com maior influência no fenómeno de corrosão na região. Os valores mais altos de humidade relativa do ar ao longo de toda a faixa costeira ocidental (acima de 80%), o factor tempo de humidade, relacionado com o número de horas

em que a humidade relativa do ar excede os 80% e a temperatura excede os 0°C, são os principais factores climáticos a influenciar a corrosividade atmosférica.

Estando a estrutura perto do mar, e portanto sob a influência de ambiente marítimo, os iões de cloretos assumem, em geral, o maior protagonismo na catálise de todo o processo de corrosão. A determinação dos níveis de corrosão nos quais a construção se insere pode ser feita por meio de mapas de corrosividade atmosférica. Estes mapas foram criados para todo o território português sob diferentes abordagens.

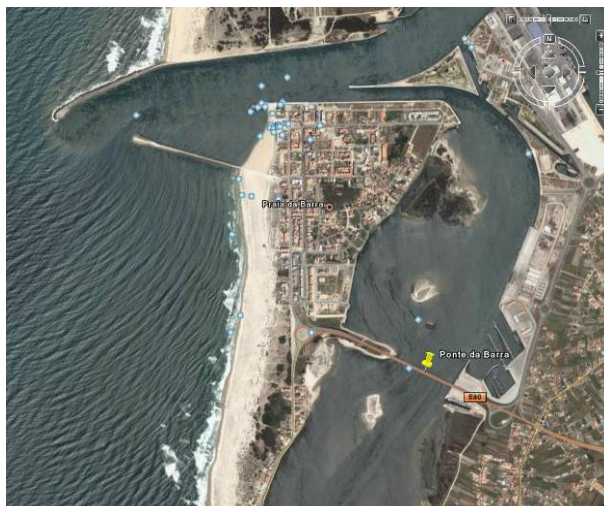


Figura 4: Ponte da Barra: vista aérea da envolvente.

A primeira, o Índice de Brooks, consiste no estabelecimento do grau de deterioração de um determinado material. A expressão que determina este índice foi definida por Brooks, considerando processos de deterioração que têm em conta factores climáticos como a humidade relativa média anual e a pressão de saturação do vapor de água na atmosfera, correspondente à temperatura média. No Mapa de Portugal relativo a esta abordagem, o Índice de Brooks associado ao local de implantação da construção revela um grau de deterioração moderado ( $2 < I < 5$ ). Todavia, este representa o mais alto grau de deterioração em Portugal, pelo que há necessidade de considerar factores de contaminação ambiental que possam aumentar significativamente os valores do índice de deterioração.

No que se refere à corrosividade baseada em parâmetros climáticos, e tendo sido o sistema ISO baseado na regra de que os factores determinantes na corrosão atmosférica são a humidade relativa e o nível de agentes contaminantes na atmosfera, a classificação tem por base registos obtidos das estações de ensaio através da medição do tempo de humidade e da taxa de deposição de cloretos. Neste quadro, a Ponte da Barra enquadra-se na categoria C3/C4 de um total de cinco categorias, o que significa que o ambiente circundante um grau de corrosividade moderado a elevado.

No que aos aspectos climatéricos respeita, trata-se de um ambiente demasiado húmido (veja-se, a título de exemplo, a fotografia tirada durante a obra – Fig. 5), em que a humidade relativa se concentra, ao longo de todo o ano, na faixa que vai dos 65 % aos 95 %, para uma temperatura que varia entre os 4 °C e os 19 °C. Trata-se, portanto, de um ambiente salino, muito húmido e ventoso, extremamente agressivo, portanto, para as estruturas de betão armado, em particular para a Ponte da Barra, que não foi objecto, ao longo de toda a sua vida útil (mais de trinta anos), de qualquer protecção.

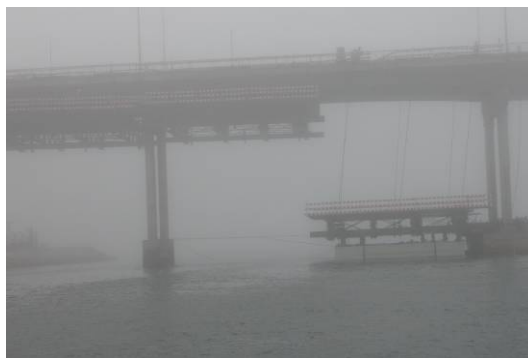


Figura 5: A Ponte da Barra e o ambiente em que está inserida.

## 5. INFORMAÇÃO HISTÓRICA

A informação referente ao Projecto original é escassa, não tendo sido possível identificar qualquer registo relativo aos materiais utilizados que não os constantes de uma das peças desenhadas (telas finais), que a seguir se reproduz. Apesar de tudo, o conteúdo é importante, pois ao menos refere a quantidade de cimento utilizada para cada tipo de betão, informação que, mesmo para obras mais recentes, lamentavelmente não é feita constar da maioria das telas finais postas à guarda dos Donos de Obra.

PRINCIPAIS MATERIAIS			
BETÕES			
— PEGÕES DE FUNDAÇÃO.....	B 300	COM 350 DE CIMENTO/m <sup>3</sup>	
— SELAGEM DOS PEGÕES DE FUNDAÇÃO (IMERSO).....	B 225	400	
— SELAGEM DAS FUNDAÇÕES DOS ENCONTROS.....	B 225	400	
— SAPATAS DOS ENCONTROS INCLUINDO AS NERVURAS.....	B 225	300	
— SOCO DOS PILARES.....	B 225	300	
— ELEVAÇÃO DOS ENCONTROS, INCLUINDO PAREDES, GIGANTES, PILARES, ESCORAS, VIGAS E LAJES.....	B 225	300	
— ELEVAÇÃO DOS PILARES.....	B 300	350	
— TABULEIRO, INCLUINDO O SOCO DA GUARDA.....	B 350	400	
— ENCHIMENTO DOS PASSEIOS (BETÃO LEVE).....	B 100		
AÇOS			
— TODOS OS ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO.....	AÇO A24 N NERVURADO		
— ARMADURAS DE PREEFORÇO.....	{ AÇO 160-180 Kg/mm <sup>2</sup> PARA $\phi < 7$ mm AÇO 120 Kg/mm <sup>2</sup> PARA $\phi \geq 16$ mm		
— CUTELOS DOS PEGÕES, GUARDAS E JUNTAS DE DILATAÇÃO.....	AÇO MACIO CORRENTE (ART. 3º DO R.E.A.E.)		
— APARELHOS DE APOIO METÁLICOS.....	{ ROLOS.....AÇO LAMINADO A40 COXINS.....AÇO VAZADO A40		

Figura 6: Informação referente ao Projecto original constante de uma das telas finais.

## 6. INFORMAÇÃO DE CAMPO: INSPECÇÕES E ENSAIOS

O historial do registo relativo à degradação dos elementos estruturais – ou, por outras palavras, o desempenho de durabilidade da ponte desde a sua construção – também não é muito extenso, resumindo-se a alguns relatórios de inspecção.

O primeiro documento disponível que incluiu procedimentos de inspecção, em alguns aspectos relacionados com a durabilidade, é datado de 1978, tendo-se seguido outros, alguns dos quais bem mais detalhados, outros nem tanto, realizados em 1990, 1994 e 1995. Em Julho de 2001 foi efectuado um mais alargado conjunto de ensaios e inspecções, já para agendar o desenvolvimento do Projecto de Reabilitação da Ponte da Barra. Apesar das grandes limitações orçamentais, esta intervenção foi suficiente para identificar os agentes agressivos, assim como para a caracterização dos mecanismos de degradação, tendo produzido as seguintes informações:



- Relativamente aos parâmetros de durabilidade, o betão originalmente usado em todos os elementos estruturais pode ser classificado como de baixa ou média qualidade, apesar de corresponderem, em muitos casos, às exigências do Projecto;
- A quantidade de ensaios efectuados foi suficiente para verificar se existe conformidade entre as características dos materiais definidas em Projecto e as dos que foram efectivamente aplicados;
- O coeficiente de permeabilidade era extremamente elevado, atingindo, nos 3 cm mais externos das secções, valores na ordem de  $10^{-10}$ ;
- O índice de porosidade aberta situava-se nos 11%, identificando um betão poroso;
- A profundidade máxima de carbonatação medida a partir da superfície exterior do betão foi de 21,5 mm, valor que, na generalidade, é menor que a espessura de recobrimento das armaduras;
- A concentração de cloretos em relação à massa de cimento era de, no mínimo, 0,4%, embora atingindo, em muitos casos, valores tão altos como 0,9%, particularmente nas superfícies de betão afectadas pela rebentação da água salgada;
- A concentração de sulfatos na massa de betão não era significativa;
- A avaliação do potencial eléctrico de corrosão, assim como os ensaios de condutividade eléctrica realizados confirmaram que já existia corrosão activa nas superfícies de betão nas zonas de rebentação;
- Uma simples inspecção visual da superfície dos pilares e travessas foi suficiente para demonstrar que as fendas existentes ao longo de todas estas superfícies estavam preenchidas com uma substância líquida (Fig. 7). Mais tarde, já na fase de obra, novos ensaios realizados vieram a comprovar a existência de reacções álcalis – agregados;



Figura 7: Superfícies de pilares e travessas preenchidas com uma substância líquida.

- A análise petrográfica forneceu informação relevante quanto à relação água – ligante média (0,55), atingindo valores máximos de 0,62, à percentagem de poros na massa de betão (entre 1,3% e 2,7%), estando os poros mais abertos perto dos agregados grossos, e ao índice de capilaridade (entre os 13,7% e os 17,6%);
- Os lintéis que reforçam a ligação entre os pilares e o pegões eram os elementos em piores condições, muito fendilhados e com intensa delaminação de betão e exposição de armaduras;
- As esbeltas lajes das caudas de andorinha, perto das carlingas, estavam altamente corroídas. Estes elementos são escolhidos pelos pombos como ponto de encontro, sendo frequentemente revestidos por uma significativa camada de dejectos;
- Não existiam evidências de anomalias nas superfícies de betão da laje do tabuleiro, excepto nas extremidades das consolas, que estão directamente expostas a chuvas e ventos;
- As longarinas mostravam evidência de intensa corrosão das armaduras na parte inferior (Fig. 8), assim como, quando com menor recobrimento, nas superfícies laterais.

A análise dos resultados dos ensaios e inspecções levados a efeito permitiu concluir que a situação mais crítica correspondia aos elementos onde há rebentação – lintéis, a metade inferior dos pilares e o topo dos pegões. Na superestrutura, as piores situações ocorriam nas áreas com menor espessura de recobrimento das armaduras, concentração mais intensa de varões e maior exposição aos agentes agressivos do ambiente, mas também com zonas que criaram micro-ambientes, como o já referido nas caudas de andorinha.



Figura 8: Evidência de intensa corrosão das armaduras na parte inferior das longarinas.

## 7. IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES AGRESSIVOS E CARACTERIZAÇÃO DO MECANISMO DE DEGRADAÇÃO

O mecanismo básico de degradação foi a corrosão das armaduras causada pelos iões de cloro transportados pelo ar. A acção do agente agressor foi facilitada por um número de factores:

- Betão muito poroso e com elevada capilaridade;
- Espessura de recobrimento das armaduras pequena, se considerado o elevado nível de agressividade do meio;
- Os problemas ocorridos durante betonagem, devido às severas condições climáticas, e que podem ter causado a rápida secagem do betão;
- Elevada razão água – ligante.

## 8. MODELOS DE ANÁLISE. CLASSES DE CONSEQUÊNCIA E DE FIABILIDADE

Com base nos resultados referentes às inspecções e ensaios realizados desenvolveu-se uma análise exhaustiva e interpretativa, de modo a credibilizar as medidas de reabilitação a adoptar. Na EN 1990 (Eurocódigo 0 – Bases para o Projecto de Estruturas) são estabelecidas três classes de fiabilidade (RC3, RC2, RC1), às quais se associam valores mínimos de índices de fiabilidade. Estas classes de fiabilidade estão associadas respectivamente a classes de consequência (CC3, CC2, CC1) que têm a seguinte definição constante do Quadro 1:

Quadro 1: Classes de consequência (EC0)

<i>Classes de Consequência</i>	<i>Descrição</i>	<i>Exemplos de Construções na Engenharia Civil</i>
CC3	Elevadas consequências para perda de vida humana, ou consequências económicas, sociais ou ambientais muito elevadas.	Edifícios altos, pontes principais, edifícios públicos onde as consequências de ruína são elevadas
CC2	Médias consequências para perda de vida humana, consequências económicas, sociais ou ambientais consideráveis.	Edifícios de habitação, industriais e de escritórios onde as consequências de ruína são médias
CC1	Pequenas consequências para perda de vida humana, e consequências económicas, sociais ou ambientais pequenas ou negligenciáveis.	Armazéns ou edifícios pouco frequentados

No que à durabilidade de estruturas de betão armado respeita, o estado limite condicionante é o referente à fendilhação, o que para as classes de exposição XS1, XS3 e XC4 corresponde à ocorrência de despassivação das armaduras, uma vez que o mecanismo de corrosão, que conduz ao nível de fendilhação em causa, se desenvolve rapidamente. Neste sentido, a especificação LNEC E465-2005 (Metodologia para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitem satisfazer a vida útil de projecto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob as exposições ambientais XC e XS)

define as máximas probabilidades de não excedência da vida útil e os respectivos mínimos índices de fiabilidade em função das classes de fiabilidade associadas a um período de referência de 50 anos.

Quadro 2: Índices de fiabilidade (LNEC E465-2005)

<i>Classe de fiabilidade</i>	<i>RC3</i>	<i>RC2</i>	<i>RC1</i>
<i>Probabilidade</i>	2,3%	6,7%	12%
<i>Índice de fiabilidade</i>	2,0	1,5	1,2

A Ponte da Barra, inserida em numa via de circulação de grande importância, a classe de fiabilidade adequada é a RC3. Para compreender de forma fidedigna o nível de degradação da Ponte, enquadrado no desempenho expectável ao longo do tempo, foi efectuada uma análise com abordagem semelhante a utilizada no cálculo estrutural, com recurso à teoria de fiabilidade. Esta análise é expressa probabilisticamente, com base na determinação de índices de fiabilidade, resultante dos efeitos entre a acção (teor de iões cloro) e a resistência (espessura de recobrimento das armaduras) relacionadas com a durabilidade. Para o efeito, foram utilizados modelos matemáticos desenvolvidos com base nas leis de Fick. Estes modelos, com os devidos ajustes em função do estado do conhecimento ao longo do tempo, são preconizados tanto nas recomendações da fib e de projectos como o “Duracrete”, como na Especificação LNEC E465. As análises desenvolvidas permitiram concluir que tanto para a super como para a infra-estrutura os níveis de fiabilidade desejáveis foram excedidos numa fase prematura, pelo que os níveis de desempenho da Ponte, quanto à durabilidade do betão armado, não são compatíveis com a sua importância socioeconómica, sendo em consequência exigíveis, a curto prazo, relevantes intervenções de reabilitação.

## 9. METODOLOGIA ADOPTADA PARA AS INTERVENÇÕES DE REABILITAÇÃO

Os produtos, sistemas e métodos de intervenção a empregar nas tarefas de Reabilitação prescritas, foram especificados em função do tipo de elemento estrutural a intervir, do micro-ambiente em que este se insere, do quão gravosa é a situação e da extensão da própria intervenção. As intervenções de Reabilitação a levar a efeito compreenderam o estabelecimento das especificações técnicas dos produtos e métodos a adoptar, que observaram o indispensável carácter prescritivo, mas também tiveram matrizes de desempenho claramente definidas. O Projecto adoptou uma estratégia multi-barreira assente na execução sequencial das seguintes tarefas:

- Tarefas preliminares, que incluíram ensaios adicionais e a limpeza de todas as superfícies expostas por jacto de água de modo a facilitar a identificação das áreas a intervir;
- Devido à enorme extensão da estrutura e ao constante aumento de superfícies deterioradas, a definição de áreas a serem reparadas implicou a adopção de uma metodologia de avaliação prévia e intensa, através do mapeamento da espessura de recobrimento das armaduras (Fig. 9);



Figura 9: Recurso a digitalizadores para mapeamento das armaduras.

- Intervenção principal, que consistiu na substituição do betão contaminado ou deteriorado, numa profundidade que ultrapassasse o plano das armaduras, por uma massa nova e mais alcalina. Para a totalidade das superfícies de pegões, pilares e travessas (a intervenção generalizada foi prescrita em função da reacção álcalis – sílica identificada no betão destes



elementos) utilizou-se betão projectado. Para a laje e as vigas do tabuleiro, e em função da extensão das áreas a serem tratadas, microbetão ou argamassa aplicada à mão, sempre com controlo da retracção. O material de reparação incluiu a adição de um inibidor de corrosão, à base de fosfatos, tendo-se cuidado a prevenção da formação de pilhas galvânicas entre as superfícies reparadas e não reparadas.

A composição do betão projectado por via seca, aplicado com recurso a máquina de câmara dupla, incluiu 54 % de clínquer, 7 % de filler calcário, 33% de cinzas volantes e 6% de sílica de fumo. Os resultados médios obtidos constam do Quadro 3.

Quadro 3: Caracterização do betão projectado aplicado em obra

<i>Razão A/L</i>	$f_{c,28,m}$ (MPa)	$f_{ct,28,m}$ (MPa)	<i>retracção (28 dias)</i> ( $\mu\text{m/m}$ )	$C_{\ell}$ (coulombs)	<i>permeabilidade à água (mm)</i>
0,37	65	5	200	320	$h_{\text{máx}} = 13$

Já o microbetão aplicado em obra incluía na sua composição 54 % de clínquer, 7 % de filler calcário, 35% de cinzas volantes e 4% de sílica de fumo. Os resultados médios obtidos constam do Quadro 4.

Quadro 4: Caracterização do microbetão aplicado em obra

<i>Razão A/L</i>	$f_{c,28,m}$ (MPa)	<i>retracção (<math>\mu\text{m/m}</math>)</i>		$C_{\ell}$ (coulombs)
		<i>28 dias</i>	<i>90 dias</i>	
0,42	48	102	181	650

- Aplicação de um revestimento protector sobre todas as superfícies expostas de modo a prevenir a criação de interfaces com diferença de potencial eléctrico. O revestimento especificado para as superfícies aéreas foi uma tinta acrílica pura e nas zonas de rebentação uma tinta de base epóxida. As características de desempenho das tintas aplicadas foram definidas para que o revestimento protector garantisse grande resistência à difusão de CO<sub>2</sub>, baixa resistência à difusão de vapor de água e que fosse impermeável à água, resultando, por conseguinte, elevada resistência à penetração de cloretos. Definiu-se assim, para cada caso, a camada de ar de difusão equivalente (Sd) necessária para atender aos requisitos pré-estabelecidos, sendo a resistência à abrasão garantida por espessura de 200  $\mu\text{m}$ .

A protecção para as zonas frequentemente submersas consistiu no envolvimento destas por um casaco rígido de resina epóxida armada com malha de fibra de vidro que permite a injeção, no espaço entre si e o betão, de uma resina epóxida fluida. Este trabalho previa a aplicação com recurso a mergulhadores, tendo o Empreiteiro optado por realizá-lo a seco, condições que foram garantidas pela execução de ensecadeiras estanques.

## 10. APRESENTAÇÃO DAS PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO

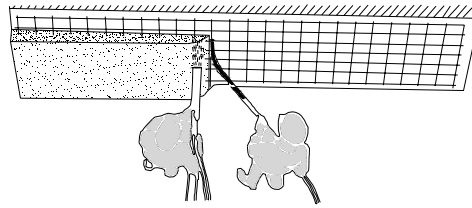
A compreensão de cada tarefa de Reabilitação especificada implica a observação, em simultâneo, das peças desenhadas e escritas do Projecto. A garantia da boa reprodução, em obra, das premissas de Projecto, só foi conseguida com a valorização das peças escritas (especificações, em especial). Estabeleceu-se, assim, uma ligação directa entre as peças escritas e desenhadas, sendo que, para o efeito, os desenhos incluíram também esquemas detalhados dos métodos de reparação.

Foi assim possível reduzir o custo directo da Empreitada, ao minimizar o “re-modelling factor” ( $\gamma_n$  do boletim n.º 162 do CEB), por se conceder maiores garantias para bem ver reproduzidas, em obra, as premissas de Projecto, objectivo que foi efectivamente alcançado, como bem se comprova pela observação da Fig. 10 e da Fig. 11, que reproduzem, respectivamente, o método de aplicação do betão

projectado por via seca previsto em Projecto, com a aspiração, em simultâneo, do material de ricochete, e a reprodução, em obra.

1.8.a). – Betão Projectado

– Limpeza do ricochete em simultâneo à aplicação de betão projectado.



Especificações: Materiais – Artigo 14.08.11 a 14.08.17 do Caderno de Encargos

Sistema – Artigo 15.08.24 do Caderno de Encargos

Figura 10. Peça desenhada do Projecto com a precisa identificação do método de execução.



Figura 11. Aplicação, em obra, do betão projectado em conformidade com o Projecto

## **11. ASSISTÊNCIA PRÓ-ACTIVA À EMPREITADA**

A assistência técnica a Empreitada não se resumiu ao esclarecimento de dúvidas, tendo implicado a frequente presença dos Projectistas em obra, em apoio directo à Fiscalização, não só nas tarefas prévias, de verificação de conformidade prescritiva entre os produtos especificados em Projecto e os seleccionados pelo Empreiteiro para aplicação em obra, como também na verificação de desempenho da metodologia executiva.

## **12. CONCLUSÃO**

A Empreitada de Reabilitação da Ponte da Barra está concluída, mas os trabalhos de observação, manutenção, conservação e actualização deverão continuar, durante toda a vida da construção. Este deve ser o desafio – e o compromisso de honra – de todos os envolvidos no processo: Dono da Obra, Projectista, Empreiteiros e Utilizadores. Não há qualquer justificativa para que assim não seja. A sociedade civil e o meio técnico assim o exigem.