

# Avaliação do estado de conservação

## de estruturas de betão armado enterradas

Nos anos de 1998 e 1999, a Oz levou a cabo um conjunto de inspeções, com carácter sumário, às estruturas de betão armado de seis estações do Metropolitano de Lisboa (com idade superior a 30 anos), onde estavam previstas remodelações importantes, face à ampliação da rede.

A concepção estrutural das estações inspeccionadas é semelhante, com todos os elementos de betão armado, sendo a estrutura dos átrios constituída, normalmente, por pilares, lajes vigadas e paredes de contenção e as galerias do cais de embarque e do túnel de circulação constituídas por tectos abobadados, paredes laterais e laje de fundo.

Os trabalhos de inspecção decorreram durante o período de interrupção da circulação (02h00 às 05h30), de modo a não interferirem com o normal funcionamento da rede. Esta limitação obrigou a um planeamento rigoroso dos trabalhos de campo.

Em cada estação foi levada a cabo uma campanha de ensaios para avaliação das

propriedades mecânicas e da qualidade do betão, bem como para avaliação do estado de corrosão das armaduras, ten-

do em vista a recolha de informação sobre o estado actual e futuro desempenho das estruturas.

### QUADRO A - DISTRIBUIÇÃO DOS ENSAIOS PELAS DIFERENTES ZONAS

Zona de ensaio	Localização/Elemento estrutural	Ensaio					
		C	F	PH	CI	I	P
1	Mezzanine - viga a oeste	1	-	2	1	1	-
2	Mezzanine - parede de contenção de topo a oeste	1	1	2	1	1	1
3	Galeria do túnel Sul - abóbada a este	1	1	2	1	1	1
4	Mezzanine - pilar a oeste	1	-	2	-	-	-
5	Mezzanine - pilar a este	1	-	2	-	-	-
6	Mezzanine - viga a este	1	1	2	-	-	1
7	Mezzanine - face inferior da laje a este	1	-	2	-	-	-
8	Mezzanine - face inferior da laje a oeste	1	-	2	-	-	-
9	Mezzanine - parede de contenção de topo a este	1	-	2	-	-	-
10	Galeria do túnel Sul - abóbada a oeste	1	-	2	-	-	-
11	Galeria do cais de embarque - abóbada a este	-	1	-	-	-	1

*C - detecção e medição do recobrimento das armaduras com um pacómetro; F - extração de carotes para ensaios de rotura à compressão uniaxial; PH - determinação da profundidade de carbonatação do betão; CI - determinação do teor de cloratos presente na massa de ligante a várias profundidades; I - medição da intensidade de corrosão e do potencial eléctrico das armaduras e da resistividade eléctrica do betão através da técnica da resistência de polarização; P - avaliação da permeabilidade à água do betão através de ensaios laboratoriais.*

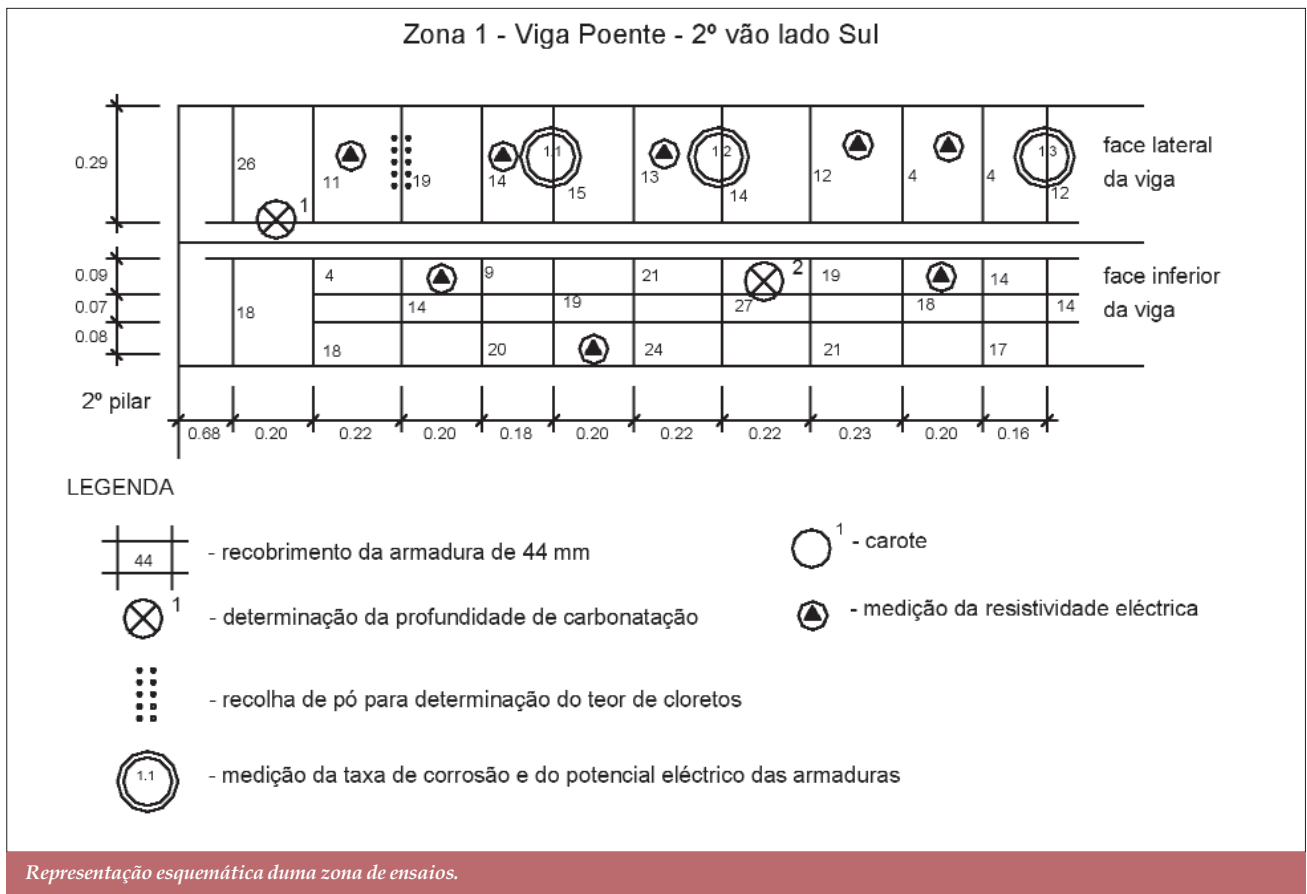
O quadro A ilustra a distribuição dos ensaios, adoptada numa das estações inspeccionadas.

A Figura 1 ilustra uma zona de ensaios, com a representação esquemática da malha de armaduras levantada numa viga.

A importância da corrosão das armaduras (durabilidade) foi avaliada, sumariamente, através da confrontação de três parâmetros: a espessura de recobrimento das armaduras (medida com o pacómetro), a profundidade de carbonatação

do betão (determinada com uma solução alcoólica de fenolftaleína) e o teor de cloretos no betão a diferentes profundidades (eléctrodo de cloretos). Este último determinado apenas para fins de despistagem.

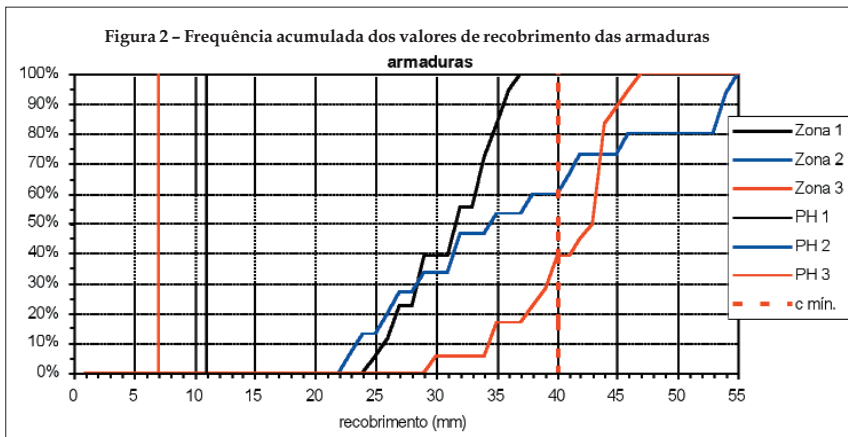
FIGURA 1



A Fig. 2 ilustra a confrontação dos resultados da medição do recobrimento das armaduras com a profundidade de carbonatação do betão em várias zonas de ensaios (vigas, pilares, lajes, etc.). Por exemplo, na zona de ensaios n.º 1 é pos-

mo regulamentar (c mín.). Para a quantificação rigorosa da importância da corrosão das armaduras foi utilizada a técnica da resistência de polarização, que permitiu a medição da intensidade de corrosão em conjunto

FIGURA 2



Representação gráfica da frequência acumulada dos valores de recobrimento das armaduras, medidos com o pacómetro, da profundidade de carbonatação do betão e recobrimento mínimo regulamentar, em várias zonas de ensaio.

sível verificar que a frente de carbonatação (PH1), encontra-se, ainda, muito afastada das armaduras, logo com uma folga substancial para que ocorra a sua despassivação devida à carbonatação. Este tipo de representação permite, também, constatar a percentagem dos valores de recobrimento, medidos numa dada zona de ensaio, que é, por exemplo, inferior a um dado recobrimento míni-

mo regulamentar (c mín.). Para a quantificação rigorosa da importância da corrosão das armaduras foi utilizada a técnica da resistência de polarização, que permitiu a medição da intensidade de corrosão em conjunto com outros parâmetros como, por exemplo, o potencial eléctrico das armaduras, a resistividade eléctrica do betão, a humidade relativa e temperatura ambiente (Figuras 3 e 4). A informação recolhida permitiu ao dono de obra decidir sobre a necessidade de implementação de medidas correctivas, face ao estado actual de conservação das estruturas das estações, de modo a



Figura 3 - Medição de intensidade de corrosão e do potencial eléctrico das armaduras numa zona de ensaios localizada na parede lateral no túnel.



Figura 4 - Medição da resistividade eléctrica do betão noutra zona de ensaios.

não comprometer as importantes obras de remodelação previstas. Por outro lado, a informação recolhida, permitiu, também, a definição da estratégia de manutenção - conservação a empreender de forma a prolongar o tempo de vida útil das referidas estruturas.

CARLOS MESQUITA,  
Engenheiro, Director Técnico da OZ.