

A qualidade da reparação

A normalização dos produtos para a protecção e reparação das estruturas de betão

1. INTRODUÇÃO

A normalização dos produtos da construção, nomeadamente dos produtos de cimento, iniciou-se em Portugal em meados do séc. XX com uma contribuição decisiva do Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes (CSOPT), que comemorou 150 anos em 2002 e agora vai integrar o Conselho Consultivo do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, e posteriormente do Instituto Português da Qualidade (IPQ), através das Comissões Técnicas de Normalização (CT).

Em 1985, o Conselho das Comunidades Europeias aprova a Resolução sobre a “**Nova Abordagem**” na normalização, que fundamentalmente estabelecia o princípio de que, para poderem ser comercializados, os produtos deviam satisfazer **exigências essenciais de segurança** e **outras exigências essenciais**, e que estas exigências teriam que ser fixadas na **Directiva do Conselho** respeitante a cada produto ou família de produtos.

Em Fevereiro de 1989, foi publicada a Directiva do Conselho n.º 89/106/CEE, conhecida por Directiva dos Produtos da Construção (DPC), que apli-

cava aos produtos da construção aquela Resolução. Porém, a primeira norma harmonizada foi publicada já no séc. XXI, em 2000, tendo entretanto sido já publicadas dezenas de normas harmonizadas de produtos da construção e centenas de normas de ensaio.

Acelerou-se assim o desenvolvimento da normalização europeia dos produtos da construção, visando concretizar a política e a legislação europeias de eliminação de entraves ao comércio e estimulação da competitividade das empresas.

2. A DIRECTIVA DOS PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO (DPC)

Uma das características da DPC é estabelecer que as Exigências Essenciais respeitam, não aos produtos da construção, mas às obras de construção, integrando nestas Exigências Essenciais as preocupações com o desenvolvimento sustentado que a Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento expressava no relatório Brundland de 1987. As obras de construção devem, então, ser adequadamente projectadas e construídas, utilizando materiais ou produtos de adequado desempenho. Isto é, aptos ao

uso pretendido, de forma a poderem concorrer para a satisfação destas Exigências Essenciais com uma probabilidade aceitável durante um período de vida útil economicamente razoável, e tendo em conta o impacto no ambiente de todas as fases do ciclo de vida das construções.

Outra característica da DPC é a atribuição, ao fabricante ou produtor dos produtos da construção, da responsabilidade pela conformidade do produto com a norma harmonizada respectiva, presumindo expressamente a DPC que esta conformidade garante a aptidão do produto para a utilização pretendida, indicada nessa norma harmonizada. A atribuição ao produtor da afixação da marcação CE nos produtos conformes com a norma harmonizada é uma expressão dessa responsabilidade.

3. A NORMALIZAÇÃO DOS PRODUTOS PARA A PROTECÇÃO E REPARAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO

A protecção e a reparação das estruturas, nomeadamente de betão, é hoje um trabalho de engenharia civil, baseado no conhecimento científico, por um la-

do, dos mecanismos que degradam os materiais e, por outro, do fenómeno da adesão entre materiais, vencida uma fase inicial de apreciável empirismo. A norma europeia EN 1504 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação das estruturas de betão - Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade" está dividida em dez partes, sendo seis delas normas de produto, e as quatro restantes tratando de aspectos comuns àquelas seis. A utilização pretendida em cada uma das partes/normas de produto são:

Parte 2 - Protecção superficial do betão;
 Parte 3 - Reparação estrutural e não estrutural;
 Parte 4 - Colagem estrutural;
 Parte 5 - Injecção do betão;
 Parte 6 - Ancoragem de armaduras ou enchimento de vazios exteriores com caldas de injecção;
 Parte 7 - Prevenção da corrosão do betão.

As outras quatro partes são:

Parte 1 - Definições;
 Parte 8 - Controlo da qualidade e avaliação da conformidade;
 Parte 9 - Princípios gerais para uso dos produtos e sistemas;
 Parte 10 - Aplicação dos produtos e sistemas em obra e controlo da qualidade das obras.

A Parte 9 é uma parte estruturante da EN 1504, na medida em que fixa as linhas gerais das partes dois a sete. Assim, estabelece:

- os requisitos mínimos para a avaliação das condições correntes da estrutura de betão e da sua capacidade, durante e após a reparação, para satisfazer as 6 Exigências Essenciais das obras, quer do ponto de vista da segurança estrutural quer da avaliação dos déficiências no betão e nas armaduras e suas causas;

Princípios	Métodos	Partes da EN 1504					
		2 Protecção superficial	3 Reparação estrutural e não estrutural	4 Colagem estrutural	5 Injecção	6 Ancoragem de armaduras	7 Protecção contra a corrosão
P1 - Protecção contra o ingresso	1.1 - Impregnação hidrofóbica	√					
	- Impregnação	√					
	1.2 - Revestimentos por pintura	√					
	1.3 - Ligação parcial das fissuras	Ver EN 1504-10					
	1.4 - Enchimento de fissuras				√		
	1.5 - Substituição das fissuras por juntas	Ver EN 1504-10					
	1.6 - Painéis exteriores	----	----	----	----	----	----
1.7 - Membranas	----	----	----	----	----	----	
P2 - Controlo da humidade	2.1 - Impregnação hidrofóbica	√					
	2.2 - Revestimentos por pintura	√					
	2.3 - Abrigos ou sistemas independentes de estanquidade	----	----	----	----	----	----
	2.4 - Tratamento electro- químico	----	----	----	----	----	----
P3- Reabilitação do betão	3.1 - Aplicação de argamassas à mão		√				
	3.2 - Aplicação de betão fresco		√				
	3.3 - Aplicação de betão ou argamassa projectados		√				
	3.4 - Substituição de elementos	----	----	----	----	----	----
P4 - Reforço estrutural	4.1 - Substituição ou adição de armaduras, externas ou embebidas	----	----	----	----	----	----
	4.2 - Instalação de armaduras em furos prévios ou posteriores	----	----	----	----	----	----
	4.3 - Colagem de placas			√			
	4.4 - Aplicação de betão ou argamassa, fresco ou endurecido		√	√			
	4.5 - Injecção de fissuras, vazios e interstícios				√	√	
	4.6 - Enchimento de fissuras, vazios e interstícios				√		
	4.7 - Pré-esforço pós- tensão	----	----	----	----	----	----
P5 - Resistência físico-mecânica	5.1 - Revestimentos ou membranas	√					
	5.2 - Impregnação	√					
P6 - Resistência química	6.1 - Revestimentos ou membranas	√					
	6.2 - Impregnação	√					

Quadro 1 - Princípios e Métodos a aplicar no caso de defeitos no betão

- os objectivos da protecção e da reparação, definindo as seguintes opções estratégicas:
 - não fazer nada;
 - reanalisar a capacidade estrutural, aceitando eventualmente menor capacidade resistente;
 - prevenção ou redução de deterioração;

ração ulteriores, sem melhoria de resistência;

- melhoria, reforço ou renovação de toda ou parte da estrutura;
- reconstrução de toda ou parte da estrutura;
- demolição de toda ou parte da estrutura.

- os factores a considerar na escolha das opções estratégicas, nomeadamente os factores respeitantes a custos, durabilidade dos produtos, à saúde e segurança, a aspectos estruturais e ao ambiente;
 - seis Princípios (ou objectivos) básicos da protecção/reparação (P1 a P6) para ocorrer às deteriorações por acções mecânicas, químicas e biológicas provenientes do ambiente e por acções físicas (gelo/degelo, fendilhação térmica, variações de humidade, cristalização de sais e erosão) e, em cada princípio, os Métodos de protecção/reparação aplicáveis;
 - cinco Princípios (ou objectivos) básicos da protecção/reparação (P7 a P11) para ocorrer à corrosão das armaduras e, em cada princípio, os Métodos de protecção/reparação aplicáveis;
 - as propriedades dos produtos e sistemas que os tornam aptos para os usos pretendidos a considerar em cada Método de protecção/reparação.
- Nos Quadros 1 e 2, destaca-se a principal "marca" da ENV 1504-9, a relação entre as partes dois a sete da EN 1504 e os princípios e métodos utilizáveis. Note-se que alguns dos métodos referidos na EN 1504 não são objecto de normalização nas seis partes referentes aos produtos, o que está indicado com um traço horizontal, enquanto outros são apenas na Parte 10.
- As propriedades que os produtos para protecção e reparação das obras de

Princípios	Métodos	Partes da EN 1504					
		2 Protecção superficial	3 Reparação estrutural e não-estrutural	4 Colagem estrutural	5 Injecção	6 Ancoragem de armaduras	7 Protecção contra a corrosão
P7 - Preservação ou restauração da passividade	7.1 - Aumentando o recobrimento com argamassa ou betão		√				
	7.2 - Substituindo betão contaminado ou carbonatado		√				
	7.3 - Realcalinização do betão carbonatado	Ver EN EN 1504-10 e prEN14039-1					
	7.4 - Realcalinização electro-química do betão carbonatado	---	---	---	---	---	---
	7.5 - Extração electro-química de cloretos	Ver EN EN 1504-10 e EN 14038-2					
P8 - Aumento da resistividade	8.1 - Impregnação hidrofóbica	√					
	8.2 - Revestimentos por pintura	√					
P9 - Controlo catódico	9.1 - Limitação do teor de oxigénio por saturação ou revestimento	Ver EN 504-10					
P10 - Protecção catódica	10.1 - Aplicação de potencial eléctrico	Ver EN 1504-10 e EN 12696					
P11 - Controlo das áreas catódicas	11.1 - Revestimentos activos						√
	11.2 - Revestimento barreira das armaduras						√
	11.3 - Inibidores no betão	Ver EN 504-10					

Quadro 2 - Princípios e Métodos a aplicar no caso de corrosão das armaduras

construção devem ter para suportar estes métodos são apresentadas em cada uma das partes 2 a 7 e, globalmente, na Parte 9, de forma provisória.

As Partes 2 a 7 especificam as disposições relativas às propriedades de identificação (para confirmar a composição em qualquer momento) e de desempenho (para verificar a conformidade com os requisitos da norma).

A EN 1504-10 especifica procedimentos para a correcta aplicação em obras dos produtos e sistemas para a protecção e reparação das estruturas de

betão, e para o controlo da qualidade da aplicação, completando a especificação destes produtos feita nas Partes 2 a 7, pelo que a aptidão destes produtos para a utilização pretendida só fica garantida se, além dos produtos se conformarem com a respectiva Parte da EN 1504, forem aplicados conforme esta Parte 10.

A Parte 10 estabelece, assim, os requisitos para a condição do substracto antes e depois da aplicação incluindo, por um lado, a estabilidade estrutural, o armazenamento, a reparação e apli-

cação dos produtos e, por outro lado, o controlo da qualidade, manutenção, saúde e segurança e ambiente. Para tal, deve ter-se em atenção:

- as condições físicas, químicas e electroquímicas do substrato e eventuais contaminantes;
- a capacidade da estrutura para suportar cargas, movimentos e vibrações durante a protecção e reparação;
- as condições ambientais e as características dos materiais da estrutura e dos produtos de protecção/reparação, **devendo ser verificadas:**

- as condições requeridas do substrato respeitantes à limpeza, rugosidade, fendilhação, resistências à compressão e à tracção, profundidade de carbonatação, teor de humidade, temperatura e grau de corrosão das armaduras;
- a compatibilidade do betão e da armadura originais com os produtos de protecção/reparação, incluindo a não criação de condições que provoquem corrosão;
- a aptidão das propriedades dos produtos de protecção/reparação, quando da aplicação e no seu estado endurecido, para a utilização pretendida;
- as condições para o armazenamento e aplicação requeridos no que respeita à temperatura ambiente, humidade, temperatura de condensação, vento, precipitação e qualquer protecção temporária necessária.

A EN 504-10 dedica três capítulos, com disposições normativas, à preparação do substrato, à aplicação dos produtos e ao controlo da qualidade e um extenso anexo com recomendações sobre estas disposições.

Na preparação do substrato, especifica como limpar e tornar rugosa a superfície do betão a tratar, como remover betão e como preparar as armaduras.

Na preparação dos produtos, especifica as condições para a colagem, a aplicação manual de betão ou argamassa, a aplicação do betão ou argamassa projectados, a betonagem de novo betão ou argamassa, a cura, o tratamento das fissuras e juntas, os tratamentos superficiais, a ancoragem, a colagem de placas e, no caso das armaduras, as condições para aplicação do revestimento, para a remoção e para a sua substituição.

No controlo da qualidade pormenoriza 45 ensaios de propriedades ou observações visuais ou outras a realizar em cada um dos Métodos da EN 1504-9. Espera-se que o IPQ possa editar durante o primeiro semestre de 2007 as Partes 1 a 8 da NP EN 1504 e durante o segundo semestre as Partes 9 e 10 da mesma norma portuguesa.

4. A NORMALIZAÇÃO DO PROJECTO DE REPARAÇÃO DAS ESTRUTURAS

Paralelamente à DPC, desenvolveu-se nos Eurocódigos a normalização relativa ao projecto das estruturas, que a normalização dos produtos da construção serve e que, em princípio, concorrerão para melhorar a qualidade do projecto das obras.

O único Eurocódigo que trata da reparação é a ENV 1998-1-4:1996, "Disposições de projecto para estruturas resistentes aos sismos. Parte 1-4: Regras gerais - Reforço e reparação de edifícios". Este documento foi elaborado por a maior parte das estruturas antigas não ter sido objecto de estudos anti-sísmicos, os conhecimentos actuais podem indicar a necessidade de campanhas de reforço e a eventual ocorrência de sismos poder criar a necessidade de reparações importantes.

As disposições desta norma foram fei-

tas supondo que o engenheiro responsável pelo projecto de reforço e reparação tem qualificação profissional adequada, assim como experiência apropriada ao tipo de estruturas a reparar ou a reforçar.

O objectivo da norma é:

- fornecer critérios para a avaliação do desempenho sísmico de cada uma das estruturas existentes;
 - descrever a abordagem da escolha das medidas correctivas necessárias;
 - estabelecer critérios para o projecto das medidas de reparação/reforço (v.g., concepção, análise estrutural com as medidas de intervenção, dimensionamento das partes estruturais e sua ligação aos elementos existentes).
- A norma pormenoriza princípios gerais e regras de aplicação sobre:
- a recolha de informações sobre a obra a reparar/reforçar;
 - como fazer a avaliação ou a verificação da resistência sísmica da estrutura existente;
 - como tomar as decisões mais adequadas;
 - o projecto de reparação/reforço;
 - a garantia da qualidade de todo o processo até à execução.

A ENV 1998-1-4 apresenta, em quatro anexos, regras empíricas para tratar edifícios ou monumentos históricos e estruturas de betão, de aço, de madeira e de alvenaria.

MANUEL JOÃO ESTEVES FERREIRA,
Engenheiro Civil (IST),
Investigador-Coordenador do LNEC,
aposentado, e ex-Chefe do Departamento
de Materiais de Construção do LNEC,
Presidente da Comissão Técnica CT 104
- "Betão" do Organismo de Normalização
Sectorial/ Associação Técnica da Indústria
de Cimento (ONS/ATIC)