LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE MATERIAIS

NÚCLEO DE MATERIAIS ORGÂNICOS

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE D*OCUMENTOS DE APLICAÇÃO* A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA PROTECÇÃO DE SUPERFÍCIES DE BETÃO EM CONDIÇÕES EXPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

Lisboa, junho de 2009

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE D*OCUMENTOS DE APLICAÇÃO* A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA PROTECÇÃO DE SUPERFÍCIES DE BETÃO EM CONDIÇÕES EXPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

ÍNDICE DO TEXTO

Pág.

1 – INTRODUÇÃO 1

2 - OBJECTIVOS 4

3 – FASES DA APRECIAÇÃO DOS PRODUTOS 5

3.1 – PRIMEIRA FASE DO ESTUDO: ANÁLISE DOCUMENTAL 5

3.2 – SEGUNDA FASE DO ESTUDO 7

3.3 – TERCEIRA FASE DO ESTUDO 7

4 – CRITÉRIOS DE APRECIAÇÃO EXPERIMENTAL 7

4.1 – DOMÍNIOS DE APLICAÇÃO DOS PRODUTOS 7

4.1.1 - Condições de serviço 8

4.1.2 - Objectivo da aplicação 8

4.1.3 - Classes de revestimento 9

4.1.4 – Situações especiais de utilização 9

4.2 – CARACTERÍSTICAS A SATISFAZER 10

4.2.1 – Características de identificação 10

4.2.2 – Características de desempenho e durabilidade 11

4.3 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO 12

4.3.1 - Espessura seca do revestimento 13

4.3.2 - Aderência por tracção 13

4.3.2.1 - Preparação do substrato 13

4.3.2.1 - Exigências 14

4.3.3 - Aderência por quadrícula 14

4.3.3.1 - Substrato 14

4.3.3.2 - Exigências 14

4.3.4 - Permeabilidade ao vapor de água 14

4.3.4.1 - Preparação dos provetes 15

4.3.4.2 - Exigências 15

4.3.5 - Permeabilidade à água 15

4.3.5.1 - Preparação dos provetes 15

4.3.5.2 - Exigências 15

4.3.6 - Permeabilidade ao CO_2 16

4.3.6.1 - Preparação dos provetes 16

4.3.6.2 - Exigências 16

4.3.7 - Permeabilidade aos iões cloreto (método da célula de permeação) 16

4.3.7.1 - Preparação dos provetes 16

4.3.7.2 - Exigências....16
4.3.8 - Resistência ao envelhecimento artificial acelerado....17
4.3.8.1 - Preparação dos provetes....17
4.3.8.2 - Exigências....17
4.3.9 - Capacidade de acompanhar a fissuração do suporte....17
4.3.9.1 - Preparação dos provetes....17
4.3.9.2 - Exigências....17
4.3.10 - Outras características....18
4.4 – REQUISITOS AMBIENTAIS....18

5 – ACÇÕES ADICIONAIS A REALIZAR NO DECORRER DO PRAZO DE VALIDADE DO DOCUMENTO DE APLICAÇÃO....18

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS....18

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios de protecção e características essenciais em função do tipo de produtos.....3
Quadro 2 – Ensaios mínimos a realizar no produto final, no âmbito do controlo....6
Quadro 3 – Características de identificação associadas à marcação CE....10
Quadro 4 – Características a avaliar na "protecção contra o ingresso" (P1) de agentes agressivos no betão....11
Quadro 5 – Características a avaliar no "controlo de humidade" (P2) e/ ou no "aumento da resistividade" do betão (P8)....12

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE D*OCUMENTOS DE APLICAÇÃO* A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA PROTECÇÃO DE SUPERFÍCIES DE BETÃO EM CONDIÇÕES EXPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

RULES FOR ISSUING AN *APPLICATION DOCUMENT* TO COATINGS FOR SURFACE CONCRETE PROTECTION UNDER ATMOSPHERIC EXPOSURE CONDITIONS

RÈGLES POUR LA DÉLIVRANCE DES *DOCUMENTS D´APPLICATION* POUR LES PEINTURES POUR PROTECTION DES SURFACES DE BETON EN DES CONDITIONS D´EXPOSITION ATMOSPHERIQUE

RESUMO

No presente relatório descrevem-se os procedimentos adoptados pelo LNEC no âmbito dos estudos para concessão de um Documento de Aplicação (DA) a revestimentos por pintura para protecção de betão, em condições de exposição atmosférica no exterior e sem influência de tráfego ou de acções químicas severas. Indicam-se também as acções a desenvolver periodicamente para comprovar que continuam reunidas as condições para a concessão do DA.

ABSTRACT

The present report describes the procedure followed by LNEC under the study for the attribution of an Application Document (DA) to coatings for concrete protection exposed to exterior environment without traffic influences or severe chemical actions. In addition it is indicated also the actions to be performed periodically in order to verify that the conditions for the attribution of the DA continue to be fulfilled.

RESUMÉ

Dans le présent report on décrit les processus adoptes par LNEC pour le développement des études pour la concession d´un Document d´Application (DA) pour des revêtements de protection de surface pour le béton exposes à l´extérieur et sans influence du trafique ou des actions chimiques sévères. Ils sont indiques aussi les actions à développer pour vérifier qui les conditions pour l´attribution du DA continuent à être accomplies.

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE D*OCUMENTOS DE APLICAÇÃO* A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA PROTECÇÃO DE SUPERFÍCIES DE BETÃO EM CONDIÇÕES EXPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

1 – INTRODUÇÃO

A aplicação de tintas, vernizes ou de outros produtos para aplicação em superfícies de betão – por exemplo, membranas, produtos hidrófugos e produtos de impregnação – pode contribuir para a melhoria da durabilidade das estruturas, sejam elas de betão simples ou armado. A sua acção baseia-se em mecanismos físicos ou químicos que restringem ou estabilizam os processos, físicos ou químicos, de degradação do betão ou das armaduras.

Estes produtos são actualmente objecto da Norma Europeia harmonizada NP EN 1504-2 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 2: Sistemas de protecção superficial do betão" [1], em que se especificam as características a avaliar e os respectivos valores mínimos, conforme o objectivo da utilização dos produtos.

A Directiva Comunitária 89/106/CEE – correntemente designada por Directiva dos Produtos de Construção (DPC) e transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei nº 113/93, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 4/2007, de 8 de Janeiro – obriga à aposição da marcação CE aos produtos de construção, desde que se verifique a sua conformidade com as especificações técnicas aplicáveis, neste caso a Norma Europeia harmonizada acima referida. Os produtos detentores daquela marcação presumem-se aptos ao uso, sendo permitida a sua livre circulação no espaço comunitário europeu.

A marcação CE, cuja aposição é da responsabilidade do fabricante, foi concebida para ser um "passaporte" para a livre circulação dos produtos de construção no Espaço Económico Europeu. Distingue-se assim das marcas voluntárias, cujo principal objectivo é a valorização e a diferenciação dos produtos no mercado. A marcação CE aposta aos produtos não contempla aspectos que se consideram uma mais-valia importante para o bom desempenho dos produtos depois de aplicados, nem define o respectivo campo de aplicação e eventuais limitações de emprego, ou características de desempenho consideradas relevantes para o campo de aplicação específico. Além disso, aspectos fundamentais para o bom desempenho e

durabilidade – como por exemplo, as técnicas de aplicação específicas para o produto – não estão contemplados no âmbito da marcação CE.

Os produtos considerados na NP EN 1504-2 são de três tipos: produtos hidrófugos, produtos de impregnação e produtos que formam uma película/camada contínua. Cada um dos três tipos de produtos está na base dos três métodos de protecção abrangidos por essa norma:

a) Impregnação hidrófuga – Tratamento do betão que produz uma superfície repelente da água. Os constituintes activos do produto podem ser, por exemplo, silanos e siloxanos.

b) Impregnação – Tratamento do betão que reduz a porosidade superficial e reforça a superfície. Geralmente os produtos são à base de resinas, nomeadamente acrílicas ou epoxídicas.

c) Revestimentos – Tratamento que produz uma camada protectora contínua à superfície. Os produtos podem ser, por exemplo, tintas, vernizes, membranas, ou produtos cimentícios modificados com polímeros.

As características de desempenho obrigatoriamente avaliadas com vista à marcação CE são as que a norma NP EN 1504-2 define como **essenciais** conforme o objectivo da utilização de cada tipo de produto. O objectivo da sua utilização é traduzido por um ou vários de **5** dos **11 princípios de protecção e reparação** previstos na EN 1504-9 “Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity. Part 9: General principles for the use of products and systems” [2].

No quadro 1 indicam-se os **princípios de protecção e reparação** que estão na base da utilização de cada um dos tipos de produto considerados na NP EN 1504-2, bem como as **características essenciais** de desempenho a avaliar obrigatoriamente segundo essa mesma norma.

Quadro 1 – Princípios de protecção e características essenciais em função do tipo de produtos.

Tipo de produto	Princípios de protecção e reparação	Características essenciais a avaliar obrigatoriamente
Hidrófugos	Protecção contra a penetração (Princípio de protecção 1)	Profundidade de penetração Absorção de água e resistência aos álcalis Velocidade de secagem
	Controlo de humidade (Princípio de protecção 2)	
	Aumento da resistividade do betão (Princípio de protecção 8)	
Produtos de impregnação	Protecção contra a penetração (Princípio de protecção 1)	Absorção capilar e permeabilidade à água Profundidade de penetração
	Resistência física (Princípio de protecção 5)	Resistência à abrasão Absorção capilar e permeabilidade à água Resistência ao choque Aderência ao suporte
Revestimentos	Protecção contra a penetração (Princípio de protecção 1)	Permeabilidade ao CO_2 Permeabilidade ao vapor de água Absorção capilar e permeabilidade à água Aderência ao suporte
	Controlo de humidade (Princípio de protecção 2)	Permeabilidade ao vapor de água Absorção capilar e permeabilidade à água Aderência ao suporte
	Aumento da resistividade do betão (Princípio de protecção 8)	
	Resistência física (Princípio de protecção 5)	Resistência à abrasão Absorção capilar e permeabilidade à água Resistência ao choque Aderência ao suporte
	Resistência química (Princípio de protecção 6)	Resistência a ataque químico severo Aderência ao suporte

A NP EN 1504-2 apenas define como obrigatórias as características essenciais a avaliar em cada produto para uma determinada utilização genérica, embora indique uma série de outras características adicionais que podem também ser avaliadas. Cabe aos projectistas e aplicadores exigir que o produto possua algumas dessas características adicionais, ou outras não previstas na norma, tendo em vista a sua utilização nas condições de serviço e ambientais específicas de cada obra. Deste modo, as características avaliadas com vista à marcação CE dos produtos, que são apenas as obrigatórias, poderão não ser suficientes para a selecção do produto mais adequado a uma determinada situação com alguma garantia de durabilidade, pois nem sempre é obrigatória a avaliação de características relacionadas com a evolução do seu desempenho ao longo do tempo e também não há obrigatoriedade em avaliar características que podem ser relevantes para a especificidade das condições de serviço.

Pretende-se com este documento definir as características tecnológicas dum revestimento por pintura destinado à protecção de estruturas de betão não imersas, em condições de exposição atmosférica no exterior e sem a influência de acções mecânicas (nomeadamente de tráfego) e químicas severas. O produto de protecção deverá possuir características físico-químicas e também de durabilidade que lhe permitam ser eficazes na sua função de protecção contra os agentes agressivos do betão ou das armaduras, durante o mais longo período de tempo

possível.

Nas condições ambientais referidas, os principais agentes de degradação para a estrutura são de origem atmosférica – água, humidade, dióxido de carbono e iões cloreto no caso de ambientes marítimos. A importância relativa de cada um destes agentes de degradação depende da natureza da obra – de betão simples ou armado – ou de parâmetros relacionados com os constituintes do betão, por exemplo, agregados reactivos. No caso do betão armado, serão relevantes como agentes de degradação o dióxido de carbono e os iões cloreto, uma vez que a carbonatação do betão ou a presença de iões cloreto conduzem à corrosão das armaduras. Se o betão contiver agregados reactivos, será relevante a água como agente agressivo, uma vez que as reacções expansivas características são favorecidas pela presença de teores de humidade elevados.

Os produtos avaliados de acordo com as condições descritas no presente documento poderão ser assim objecto de um Documento de Aplicação (DA), onde constarão as características tecnológicas do produto e a respectiva apreciação, com vista a comprovar a sua adequabilidade a uma determinada utilização.

O DA é de carácter voluntário e só será emitido caso o produto tenha aposta a marcação CE. Os ensaios de tipo iniciais, bem como as características essenciais obrigatórias, a realizar para a obtenção do DA, poderão ser usados pela empresa para obter aquela marcação.

2 - OBJECTIVOS

O presente documento tem por objectivo descrever os procedimentos a realizar no âmbito do estudo para concessão de um Documento de Aplicação (DA) a revestimentos por pintura para protecção de betão em condições de exposição atmosférica no exterior e sem influência de tráfego, ou de acções químicas severas. Indicam-se também as acções a desenvolver periodicamente para comprovar que continuam reunidas as condições para a concessão do DA.

O DA contemplará aspectos adicionais aos desenvolvidos com vista à marcação CE, nomeadamente, a definição do campo de aplicação para o produto em estudo, as condições para a sua correcta aplicação em obra, as características de desempenho mais significativas para além das que estão na base da marcação CE, as características e respectivas tolerâncias que devem ser objecto de eventuais ensaios de recepção em obra, os requisitos aplicáveis ao processo de fabrico e ao respectivo controlo de qualidade e os ensaios a efectuar e os respectivos critérios de apreciação.

O DA incluirá ainda a indicação do teor de compostos orgânicos voláteis do produto pronto a aplicar, de acordo com o estabelecido na legislação em vigor – Decreto-Lei nº 181/2006 de 6

de Setembro (transposição da Directiva Comunitária nº 2004/42/CE para a ordem jurídica nacional).

Os ensaios de tipo iniciais (ensaios de desempenho e de identificação) abrangem os necessários à marcação CE do produto, pelo que poderão ser usados pela empresa para obter aquela marcação.

3 – FASES DA APRECIAÇÃO DOS PRODUTOS

O estudo que conduzirá à emissão do DA está dividido em várias fases que compreendem as seguintes acções: análise da documentação técnica e da informação disponibilizada pelo fabricante; visita às instalações de fabrico; realização de ensaios de tipo iniciais para identificação do produto ou produtos e para avaliação do comportamento do revestimento por pintura, parte dos quais poderão ser usados pela empresa para aposição da marcação CE; visita a obras em curso ou já realizadas; elaboração do DA.

3.1 – Primeira fase do estudo: análise documental

Em primeiro lugar é feita uma análise da documentação técnica fornecida pelo fabricante, que deverá contemplar pelo menos os seguintes aspectos:

a) Descrição do produto ou produtos que formam o sistema de pintura, incluído a sua identificação comercial e a indicação da utilização prevista e do tipo de solicitações que, supostamente, o sistema de pintura pode suportar.

b) Ficha de segurança, dados relativos à composição e respectivas tolerâncias e indicação da natureza química do ligante.

c) Ficha técnica com indicação da massa volúmica, teor de sólidos em volume, rendimento de aplicação e outros dados necessários à correcta preparação do produto para aplicação.

d) Descrição das condições de aplicação (atmosféricas e de preparação do suporte), indicação do(s) método(s) de aplicação, de eventuais limitações de emprego (por exemplo, em função do estado de limpeza, de humidade, de planeza ou de coesão superficial do suporte).

e) Informações relativas ao sistema de controlo da produção, que incide sobre as matérias-primas, sobre o processo de fabrico e sobre o produto acabado:

- controlos efectuados sobre as matérias-primas e sobre os produtos acabados e periodicidades (vd. requisitos mínimos de controlo no quadro 1) e organização dos registos respectivos.
- meios de medição e equipamentos de ensaio usados no fabrico e no controlo de qualidade em fábrica (planos de manutenção/calibração/inspecção, procedimentos,

frequências, critérios)

f) Informações sobre a organização do laboratório de controlo e qualidade:

- número e qualificação técnica do pessoal
- equipamento de ensaio afecto ao controlo do produto em estudo
- sistema de registos do controlo de qualidade

g) Descrição do sistema de rastreabilidade, desde a recepção de matérias-primas, até à produção, armazenagem e distribuição.

h) Apresentação comercial (tipo de embalagem, capacidade, informação contida na embalagem).

Considera-se que a certificação de acordo com a norma ISO 9001 permite ao fabricante disponibilizar facilmente os elementos anteriormente indicados.

Durante a fase de análise documental, o LNEC ainda terá em consideração os certificados de conformidade, ensaios e inspecções emitidos ou efectuados por uma entidade aprovada em Estado-membro da União Europeia ou em Estado subscritor de acordo do espaço económico europeu.

Para o controlo de qualidade do processo de fabrico e do produto final indicado em e) deverá ser realizado, pelo menos, o conjunto de ensaios indicado no quadro 2. Note-se que a generalidade das características objecto deste controlo de produção devem também ser determinadas no âmbito da marcação CE, como indicado na NP EN 1504-2.

Quadro 2 – Ensaios mínimos a realizar no produto final, no âmbito do controlo da produção em fábrica

Material controlado	**Ensaios** [1]	**Periodicidade**
Produto líquido	Aspecto visual e cor	Todos os lotes[2]
	Massa volúmica	Todos os lotes
	Espectro no infravermelho (IV) do ligante usado[3]	Uma vez por ano
	Teor de matérias voláteis e não voláteis	A cada 10 lotes, ou a cada 2 semanas, ou a cada 1 000 toneladas (a situação que ocorrer primeiro)
	Teor de cinzas	A cada 10 lotes, ou a cada 2 semanas, ou a cada 1 000 toneladas (a situação que ocorrer primeiro)
	Análise termogravimétrica	Uma vez por ano
	Viscosidade	Todos os lotes
Produto aplicado	Secagem superficial (método das esferas de vidro)	A cada 10 lotes, ou a cada 2 semanas, ou a cada 1 000 toneladas (a situação que ocorrer primeiro)
	Aderência por tracção	Uma vez por ano

(1) Os métodos de ensaio a usar poderão ser os indicados nos quadros 3 e 4.

(2) A NP EN 1504-8 [3] define lote como sendo a quantidade de produto fabricada numa única operação ou, no caso duma produção em contínuo, a quantidade (em toneladas) cuja composição é uniforme como demonstrado pelo fabricante, desde que não exceda um período máximo de um dia de produção.

(3) Considera-se suficiente a apresentação do espectro IV apresentado pelo fornecedor da matéria-prima.

3.2 – Segunda fase do estudo

Com base na documentação e informações recebidas, na 2ª fase do estudo serão seleccionados os ensaios a realizar, incluindo alguns ensaios iniciais para apreciação preliminar.

Durante esta fase será feita uma visita à fábrica para confirmação das informações fornecidas pelo fabricante, objecto da documentação referida em 3.1, nomeadamente no que diz respeito ao sistema de controlo da qualidade instituído nas diferentes fases de fabrico (requisitos mínimos e periodicidade dos ensaios de acordo com o quadro 2). Devem estar previstos procedimentos para a aceitação ou rejeição das matérias-primas e dos produtos acabados, bem como definidas tolerâncias para as características objecto de avaliação.

Nesta visita efectuar-se-á uma colheita de amostras a serem enviadas ao LNEC para ensaio. Na secção 4 indicam-se as características a avaliar, os métodos de ensaio para as determinar e as exigências a satisfazer. Em geral, a maioria dos ensaios previstos são realizados no LNEC, no Laboratório de Ensaios de Materiais Orgânicos para a Construção (LEMOC). Podem também ser realizados noutro laboratório, desde que comprovadamente independente e credível, de preferência acreditado. Neste caso, deve ser fornecida ao LNEC toda a documentação e informação requerida para se avaliar a sua idoneidade.

3.3 – Terceira fase do estudo

Durante esta fase deverão ser realizadas visitas a obras em que o produto tenha sido aplicado, para se poder avaliar o seu comportamento e durabilidade nas condições de uso previstas. Para este efeito, o LNEC solicitará ao fabricante dados relativos à localização de obras a serem visitadas.

A última fase do estudo passa pela elaboração do Documento de Aplicação (DA) e pela sua aprovação por uma Comissão constituída para o efeito (Comissão de Coordenação da Apreciação Técnica de Produtos de Construção do LNEC).

O DA emitido será depois publicado e disponibilizado através da Internet.

4 – CRITÉRIOS DE APRECIAÇÃO EXPERIMENTAL

4.1 – Domínios de aplicação dos produtos

Para a selecção das características de desempenho a avaliar com vista à obtenção do DA terão de ser tidos em conta os seguintes aspectos:

- condições de serviço a que produto, depois de aplicado, poderá estar exposto;

- objectivo da utilização do produto, que condiciona o seu campo de aplicação;

- classe de revestimento, no que respeita à sua capacidade de acompanhar ou não a fissuração do substrato;

- outras condições especiais, nomeadamente as respeitantes às condições de humidade do substrato (seco, húmido, saturado).

4.1.1 - Condições de serviço

Os produtos em estudo destinam-se a ser aplicados em superfícies de betão de estruturas não imersas, em condições de exposição atmosférica no exterior, sem influência de tráfego, ou de acções químicas severas. Os produtos em estudo não se destinam a ser aplicados em superfícies saturadas de humidade, ou em que existe acesso de água por ascensão/absorção capilar, na face oposta à de aplicação, salvo indicação expressa do fabricante. Nestes casos, o produto deverá possuir características especiais, nomeadamente resistência a pressões hidrostáticas elevadas sem perda de aderência, ou compatibilidade com a aplicação em betão saturado, fora do âmbito da aplicação do presente documento.

Nestas condições, de acordo com a NP EN 1504-2 os produtos depois de aplicados actuam no betão segundo um ou vários dos seguintes princípios de protecção (vd. quadro 1):

Princípio 1 - Protecção contra a penetração
Princípio 2 - Controlo de humidade
Princípio 8 - Aumento da resistividade do betão

4.1.2 - Objectivo da aplicação

Os produtos podem ter uma das funções seguintes, para além da eventual modificação do aspecto do suporte por razões estéticas:

- Limitação da carbonatação do betão.

- Limitação do teor de humidade no interior do betão. Este efeito poderá ser desejável nos seguintes casos, em que o produto aplicado deverá permitir a secagem do betão, ao mesmo tempo que impede a penetração de água através da superfície exposta à intempérie (produto permeável ao vapor de água, mas impermeável à água):

  - Betões potencialmente reactivos (por exemplo, reacção álcalis-sílica), em que a reacção é potenciada pela presença de água.
  - Redução da velocidade de corrosão das armaduras, por diminuição do teor de água no interior do betão.

- Barreira à penetração de água ou de soluções aquosas. Este efeito de “barreira” poderá ser desejável nos casos seguintes:

- Estruturas sujeitas à acção dos cloretos, nomeadamente no caso de ambientes marinhos em que o revestimento deve impedir a sua penetração no betão, ou da utilização de sais de degelo, ou ainda no caso de betões contaminados com cloretos.
- Estruturas sujeitas à acção do gelo-degelo.

- Acompanhamento de fissuras do suporte. Esta função poderá ser desejável nos casos seguintes:

- Suporte com fissuração (eventualmente em fase activa). Neste caso o revestimento deve ser apto a cobrir as fissuras existentes.
- Suporte sem fissuração no momento da aplicação, mas com risco futuro de fissurar. Neste caso o revestimento deve ser apto a acompanhar as fissuras que vierem a ocorrer.

4.1.3 - Classes de revestimento

O revestimento pode ou não possuir capacidade para acompanhar a fissuração do suporte. Em caso afirmativo será classificado de acordo com o método A da EN 1062-7 – tabela A.1 do Anexo A dessa norma. A temperatura de ensaio será definida caso a caso, por acordo com o fabricante.

4.1.4 – Situações especiais de utilização

O revestimento pode destinar-se a ser aplicado em determinada condição de humidade do suporte, a qual deverá ser mencionada no DA. Definem-se dois graus de humidade do suporte:

- Suporte seco, quando existe um equilíbrio higrotérmico com as condições ambientais de aplicação (grau de humidade “a”). Neste caso o teor de humidade não poderá ultrapassar uma taxa de saturação em água de 60% (em betões correntes, este valor equivale a cerca de 5%, por medição em estufa).
- Suporte húmido (mas não saturado), quando a superfície do suporte apresenta um aspecto mate húmido, mas sem que haja um filme de água à superfície (grau de humidade “b”). Neste caso a sua taxa de saturação em água estará entre 60 e 90%.

A situação mais habitual será a “a” e, neste caso, não são de exigir condições de ensaio especiais ao revestimento, para além das indicadas na secção 4.2.

Quando o fabricante indicar especificamente que o produto pode ser aplicado nas condições “b”, será avaliada a sua aderência em suportes com o grau de humidade adequado e nas condições indicadas na secção 4.3.2.

4.2 – Características a satisfazer

Durante a segunda fase do estudo é feita a caracterização inicial do produto, através de ensaios de identificação adequados e da avaliação das propriedades de desempenho, como se indica nas secções seguintes.

4.2.1 – Características de identificação

Os ensaios de identificação iniciais são os preconizados na NP EN 1504-2 para efeitos de marcação CE. No quadro 3 indicam-se as características, os métodos de ensaio usados para as determinar e as respectivas exigências.

Quadro 3 – Características de identificação associadas à marcação CE

Características	Método de ensaio	Exigências	Notas
Aspecto visual e cor	Visual	Uniforme e semelhante à descrição fornecida pelo fabricante	-
Massa volúmica	EN ISO 2811-1	(V) ± 3%	Em produtos de 2 componentes o ensaio é feito na mistura
Espectro no infravermelho (IV)	EN 1767	Posição e intensidade relativa das principais bandas de absorção semelhantes às do espectro de referência fornecido pelo fabricante	O espectro IV é obtido depois da separação dos pigmentos e cargas (centrifugação ou dissolução selectiva) e evaporação do solvente.
Teor de matérias voláteis e não voláteis	EN ISO 3251	(V) ± 5%	Em produtos de 2 componentes o ensaio é feito na mistura.
Teor de cinzas	EN ISO 3451-1	(V) ± 5%	Somente para produtos contendo pigmentos e cargas. Em produtos de 2 componentes o ensaio é feito na mistura
Análise termogravimétrica	EN ISO 11358	(V ± 5%	Comparação com dados fornecidos pelo fabricante: forma do gráfico e perda de massa (M) a 600ºC
Tempo de secagem	EN ISO 1517	(V) ± 10%	Em produtos monocomponentes
T escoamento	EN ISO 2431	(V) ± 15%	-
Ensaio químico específico da função química do ligante (Nota 1)	Índice de: • Hidroxilo (EN 1240) • Isocianato (EN 1242) • Epoxídico (EN 1877-1) • Amina (EN 1877-2)	 (V) ± 10% (V) ± 10% (V) ± 5% (V) ± 6%	Somente para produtos de 2 componentes e nos casos aplicáveis.
Tempo máximo de utilização	EN ISO 9514 (até uma temperatura de 40ºC)	(V) ± 15%	
(V) – Valor declarado pelo fabricante Nota 1: Aceita-se documentação comprovativa dos teores (V), apresentada pelo fornecedor de matérias-primas			

4.2.2 – Características de desempenho e durabilidade

Nos quadros 4 e 5 indica-se o conjunto de propriedades de desempenho necessárias à obtenção do DA. No quadro 4 indicam-se as características a avaliar quando, segundo a NP EN 1504-2, o objectivo da utilização dos revestimentos por pintura é a "protecção contra a penetração" no betão de agentes agressivos (Princípio de protecção 1 – P1).

No quadro 5 indicam-se as características a avaliar quando, segundo a NP EN 1504-2, o objectivo da utilização dos revestimentos por pintura é o "controlo de humidade" (Princípio de protecção 2 – P2) e/ou o "aumento da resistividade" no betão (Princípio de protecção 8 – P8).

As características essenciais associadas à marcação CE são as indicadas como sendo **obrigatórias**. No caso de utilização em estruturas em ambiente exterior, deverão ser avaliadas as características **adicionais** indicadas.

Se a estrutura estiver em ambiente marinho, deverá ser avaliada a característica **especial** "Permeabilidade aos iões cloreto" [4], para garantia da "protecção contra o ingresso" no betão de agentes agressivos (P1).

No caso da possibilidade de aplicação em suportes húmidos (condição "b", conforme indicado em 4.1.4), deverá ser avaliada a sua aderência em suportes húmidos conforme descrito em 4.3.

Quadro 4 – Características a avaliar na "protecção contra o ingresso" (P1) de agentes agressivos no betão

		Método de ensaio
Características obrigatórias p[a] marcação CE	Aderência por tracção Permeabilidade ao vapor de água Permeabilidade à água Permeabilidade ao CO_2	EN 1542/EN ISO 4624 EN ISO 7783-1 EN 1062-3 EN 1062-6
Características adicionais	Aderência por quadrícula Resistência ao envelhecimento artificial acelerado, com avaliação do aparecimento de defeitos e da alteração de cor e da permeabilidade ao CO_2 após envelhecimento	EN ISO 2409 EN 1062-11, secção 4.2 (radiação UV e humidade)
Características especiais	Permeabilidade aos iões cloreto (método da célula de permeação) antes e após envelhecimento artificial acelerado	Especificação LNEC E 465
	Aderência em suportes húmidos	EN 1542/EN ISO 4624
Características dependentes da classe de revestimento	Capacidade de acompanhar a fissuração do suporte	EN 1062-7

Quadro 5 – Características a avaliar no "controlo de humidade" (P2) e/ou no "aumento da resistividade" do betão (P8)

		Método de ensaio
Características obrigatórias pª marcação CE	Aderência por tracção Permeabilidade ao vapor de água Permeabilidade à água	EN 1542/EN ISO 4624 EN ISO 7783-1 EN 1062-3
Características adicionais	Aderência por quadrícula Resistência ao envelhecimento artificial acelerado	EN ISO 2409 EN 1062-11, secção 4.2 (radiação UV e humidade)
Características dependentes da classe de revestimento	Capacidade de acompanhar a fissuração do suporte	EN 1062-7

Os critérios de avaliação dos resultados dos ensaios acima indicados e as condições para a sua realização, são os referidos em 4.3.

4.3 - Critérios de avaliação

A avaliação das propriedades de desempenho dos produtos é feita após aplicação dos mesmos nos suportes previstos nas normas de ensaio, de acordo com as condições indicadas nas fichas técnicas, de forma a obter a espessura com valor nominal correspondente ao da futura utilização.

O fabricante deverá indicar os seguintes valores de espessura: espessura seca nominal; espessura seca mínima; espessura seca máxima. Para os valores mínimos e máximos de espessura terá de ser assegurado que o revestimento continua a satisfazer os requisitos impostos, como se indica:

- Espessura mínima – o revestimento com a espessura seca mínima deve continuar a cumprir o critério de resistência à difusão de CO_2 e de acompanhamento de fissuras da dimensão para a qual ele está classificado. A resistência à difusão de CO_2 para a espessura mínima é obtida por cálculo a partir do valor de μ_{CO2} medido (ver 4.3.6). A determinação da classe a que pertence o revestimento, na sua capacidade de acompanhar a fissuração do suporte, é feita com o revestimento aplicado com a espessura mínima (ver 4.3.9).

- Espessura máxima – o revestimento com a espessura máxima deve continuar a satisfazer ao mesmo critério de classificação de permeabilidade ao vapor de água, que o determinado para uma espessura de película seca média (ou para a espessura seca nominal). Esta verificação é feita por cálculo a partir do factor de resistência ao vapor de água, μ_{H2O} (ver 4.3.4), obtido com o revestimento aplicado com uma espessura da gama da indicada pelo fabricante como sendo a espessura nominal.

Em seguida indica-se o método para a determinação da espessura seca e referem-se sucintamente as condições em que são realizados os ensaios de avaliação do desempenho do revestimento por pintura.

4.3.1 - Espessura seca do revestimento

Método de referência para o caso do revestimento por pintura aplicado no suporte: EN ISO 2808 “Tintas e vernizes. Determinação da espessura da película”, método 6B.

Método de referência para películas livres: Utilização de micrómetro (EN ISO 2808 - Método 4A.

Nota: Admite-se a utilização de métodos com sonda (baseadas, por exemplo, em ultrassons para a medição em películas sobre suporte, ou em correntes magnéticas, para a medição em películas livres colocadas sobre uma chapa metálica), desde que os resultados sejam concordantes com os obtidos pelo método de referência.

4.3.2 - Aderência por tracção

O ensaio é realizado de acordo com a norma EN 1542 “Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Test methods – Pull of test”, ou a norma EN ISO 4624 “Paints and varnishes - Pull-off test for adhesion”.

4.3.2.1 - Preparação do substrato

Usa-se como substrato um betão do tipo MC(0,4) segundo a EN 1766. Após o tempo de cura de 27 dias em água definido na secção 6.5 da EN 1766, os provetes são mantidos em câmara saturada e à temperatura ambiente.

Nota: É admissível a utilização de um betão com uma razão A/C superior a 0,4, desde que possua uma resistência à tracção (“pull-off”) superior a 1,5 N/mm^2.

A obtenção das condições de humidade “a” ou “b” (vd. 4.1.4) para a realização do ensaio de aderência por tracção, consoante o produto se destine a ser usado em suportes secos ou húmidos, por indicação do fabricante, é efectuada com se indica:

<u>Condição de humidade (a)</u>

O suporte é conservado durante pelo menos 28 dias nas condições normais do laboratório (23±3)ºC e (50±5)% HR. A superfície de aplicação é a de descofragem (lisa), que deverá ser previamente preparada para eliminar eventuais materiais não aderentes e produtos de descofragem.

Salvo indicação em contrário do fabricante, a aderência é medida ao fim de, pelo menos, 28 dias de secagem do produto.

Condição de humidade (b)

Após a cura em água, ou depois de ser retirado da câmara saturada, o suporte é mantido nas condições normais do laboratório (23±3)ºC e (50±5)% HR, durante 24 horas. A superfície de aplicação é a de descofragem (lisa), que deverá ser previamente preparada para eliminar eventuais materiais não aderentes. Após essa preparação, o suporte é novamente imerso em água durante 48 horas, sendo depois mantido na posição vertical durante 30 minutos nas condições normais do laboratório (23±3)ºC e (50±5)% HR. A aplicação do produto é feita imediatamente após os 30 minutos de secagem do suporte.

Em ambos os casos “a” e “b”, são efectuadas 5 medições.

4.3.2.1 - Exigências

Os valores mínimos admissíveis para a resistência à rotura por tracção são os seguintes:

- Revestimentos à base de ligantes não reactivos e revestimentos com capacidade de acompanhar a fissuração do substrato: ≥ 0,8 (0,5) $N.mm^{-2}$
- Revestimentos rígidos: ≥ 1,0 (0,7) $N.mm^{-2}$

(Números entre parênteses – valores mínimos individuais admissíveis)

4.3.3 - Aderência por quadrícula

O ensaio é realizado de acordo com a norma NP EN ISO 2409 “Tintas e vernizes. Aderência pelo método da quadrícula” e é aplicável apenas para revestimentos por pintura lisos e com espessuras secas inferiores a 500 µm.

4.3.3.1 - Substrato

O ensaio é realizado usando o suporte indicado em 4.3.2.1, nas condições de humidade “a”. Salvo indicação em contrário do fabricante, a aderência é medida ao fim de, pelo menos, 28 dias de secagem do produto.

4.3.3.2 - Exigências

Utilizando um espaçamento entre cortes de 4 mm, deverá obter-se uma classificação de 2 ou melhor.

4.3.4 - Permeabilidade ao vapor de água

O ensaio é realizado de acordo com a norma NP EN ISO 7783-1 “Tintas e vernizes. Determinação da velocidade de transmissão de vapor de água. Parte 1: Método da cápsula para películas livres, ou a norma NP EN ISO 7783-2 “Tintas e vernizes. Materiais e esquemas de pintura para rebocos exteriores e betão. Parte 2: Determinação e classificação da velocidade de transmissão de vapor de água (permeabilidade)”.

4.3.4.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca nominal (ou da espessura seca média) recomendada pelo fabricante.

4.3.4.2 - Exigências

O revestimento poderá pertencer a uma das seguintes classes de permeabilidade ao vapor de água:

Classe I – $S_D < 5m$ (permeável ao vapor de água)

Classe II – $5m \leq S_D \leq 50$ m

Classe III - $S_D > 5m$ (não permeável ao vapor de água)

Nota: A relação entre S_D e μ é dada pela seguinte equação:

$$S_D = \mu.l$$

em que:
S_D – espessura da camada de ar com difusão equivalente
μ - factor de resistência ao vapor de água
l – espessura seca em metros

4.3.5 - Permeabilidade à água

O ensaio é realizado de acordo com a norma NP EN 1062-3 “Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 3: Determinação e classificação da velocidade de transmissão da água líquida (permeabilidade)”.

4.3.5.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca nominal (ou da espessura seca média) recomendada pelo fabricante.

4.3.5.2 - Exigências

Quando o revestimento se destina a ser aplicado em estruturas sujeitas à acção dos cloretos, nomeadamente no caso de ambientes marinhos em que o revestimento deve impedir a sua penetração no betão, ou da utilização de sais de degelo, ou ainda no caso de betões contaminados com cloretos:

Coeficiente de permeabilidade à água, $w < 0{,}01$ kg/m^2.h^{0,5}

Outras situações (sem acção de cloretos)

Coeficiente de permeabilidade à água, $w \leq 0{,}1$ kg/m^2.h^{0,5}

4.3.6 - Permeabilidade ao CO_2

O ensaio é realizado de acordo com a norma EN 1062-6 “Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 6: Determinação e classificação da velocidade de transmissão da água líquida (permeabilidade)”.

4.3.6.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca nominal (ou da espessura seca média) recomendada pelo fabricante.

Substrato poroso: Azulejo cerâmico não vidrado.

4.3.6.2 - Exigências

Para efeitos de marcação CE, a espessura da camada de ar com difusão equivalente, S_D deve ser superior a 50 metros.

O LNEC estabelece que o produto possa pertencer a uma das seguintes classes de permeabilidade ao CO_2:

Classe A (média permeabilidade) : $50 < S_D \leq 250$

Classe B (baixa permeabilidade): $250 < S_D \leq 500$

Classe C (muito baixa permeabilidade): $S_D > 500$

4.3.7 - Permeabilidade aos iões cloreto (método da célula de permeação)

O ensaio é realizado de acordo com a especificação LNEC E 468:2005 “Revestimentos por pintura para protecção do betão armado contra a penetração dos cloretos. Método de ensaio e requisitos”.

4.3.7.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca nominal (ou da espessura seca média) recomendada pelo fabricante.

Substrato poroso: Azulejo cerâmico não vidrado.

4.3.7.2 - Exigências

A permeabilidade ao cloreto de sódio, P_r, deve ser inferior a $1x10^{-14}$ $m^2.s^{-1}$

4.3.8 - Resistência ao envelhecimento artificial acelerado

O ensaio é realizado de acordo com a secção 4.2 da norma EN 1062-11 “Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 11: Métodos de condicionamento antes de ensaio”. O tempo de exposição é de 2000 h.

4.3.8.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca nominal (ou da espessura seca média) recomendada pelo fabricante.

Substrato: Provete de argamassa de cimento e areia (traço 1:3) ou de betão.

4.3.8.2 - Exigências

Após envelhecimento o revestimento não deverá apresentar os seguintes defeitos: empolamento (conforme EN ISO 4628-2); fissuração (conforme EN ISO 4628-4); esfoliação (conforme ISO 4628-5).

A cor branca deverá apresentar uma diferença de cor $\Delta E^* \leq 2$, por medição das coordenadas cromáticas L*a*b* conforme a ISO 7783, antes e após envelhecimento.

Após envelhecimento não deverá haver alteração na permeabilidade ao CO_2 e aos iões cloreto (quando determinada).

4.3.9 - Capacidade de acompanhar a fissuração do suporte

O ensaio é realizado de acordo com o método A da norma EN 1062-7 “Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 7: Determinação da resistência à fissuração (crack bridging), após condicionamento de acordo com a EN 1062-11 (secções 4.1, 4.2 ou 4.3 a seleccionar caso a caso, em função do campo de aplicação do produto).

4.3.9.1 - Preparação dos provetes

A aplicação do produto ou esquema de pintura deve seguir as recomendações do fabricante quanto a nº de demãos, diluições e rendimento de aplicação por demão, de modo a obterem-se espessuras de película seca da ordem da espessura seca mínima referida pelo fabricante.

4.3.9.2 - Exigências

O produto será classificado em função do resultado obtido, conforme tabela A.1 do anexo A da EN 1062-7.

4.3.10 - Outras características

Sempre que o fabricante considere que o seu produto possui características relevantes, para além das obrigatórias para obtenção da marcação CE e das adicionais consideradas pelo LNEC para a concessão do DA, tal será avaliado caso a caso, podendo recorrer-se a métodos de ensaio já previstos na NP EN 1504-2, ou a outros métodos de ensaio especialmente aplicáveis à avaliação dessas características.

4.4 – Requisitos ambientais

O produto será analisado de acordo com o estabelecido no Decreto-Lei nº 181/2006 de 6 de Setembro que estabelece os limites de COV por categorias de produto.

5 – ACÇÕES ADICIONAIS A REALIZAR NO DECORRER DO PRAZO DE VALIDADE DO DOCUMENTO DE APLICAÇÃO

O Documento de Aplicação tem um período de validade de três anos, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC. Durante o período de validade do DA poderão ser realizadas visitas às instalações de fabrico, sem aviso prévio, para verificação da constância de qualidade de produção, e a obras em que o produto tenha sido aplicado, para se poder avaliar o seu comportamento e durabilidade nas condições de uso previstas. Para este efeito, o LNEC poderá solicitar ao fabricante dados relativos à localização de obras a serem visitadas.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de concessão de Documentos de Aplicação de revestimentos por pintura para protecção superficial do betão destinam-se a comprovar a adequabilidade ao uso de cada revestimento desse tipo, abrangendo, por um lado, os critérios e exigências estabelecidos no âmbito da marcação CE pela NP EN 1504-2 e, por outro, requisitos adicionais estabelecidos pelo LNEC com base em estudos de investigação e no conhecimento do comportamento desse tipo de revestimentos [5].

Esses estudos compreendem três fases das quais na primeira se procede a uma análise documental, na segunda procede-se à avaliação das condições de fabrico e a uma campanha experimental e respectiva apreciação, terminando com uma Apreciação Preliminar do revestimento. Se esta for positiva, passar-se-á à terceira fase onde estão incluídas visitas a obras e respectiva apreciação. Se se mantiver a apreciação positiva, será elaborado o Documento de Aplicação.

O estudo é conduzido de acordo com regras e critérios bem definidos, que se sintetizam no presente Relatório.

Passa assim a poder disponibilizar-se aos fabricantes nacionais uma forma de valorizar os seus produtos perante outros do mesmo tipo, colocados no mercado com marcação CE, mas sem a comprovação de possuírem características que os diferenciam, fornecendo-se garantias adicionais aos diversos intervenientes na actividade de construção.

Bibliografia

[1] IPQ - Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 2: Sistemas de protecção superficial do betão. Caparica: IPQ, 2006. NP EN 1504-2.

[2] European Committee for Standardisation (CEN) - Products and systems for protection and repair of concrete structures. Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity. Part 9 – General principles for the use of products and systems. Brussels: CEN, 2008. EN 1504-9.

[3] IPQ - Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 8: Controlo da qualidade e avaliação da. Caparica: IPQ, 2006. NP EN 1504-8.

[4] Especificação LNEC E 468:2005. Revestimentos por Pintura para Protecção do Betão Armado contra a Penetração dos Cloretos. Método de Ensaio e Requisitos.

[5] Rodrigues, M. Paula. Durabilidade de revestimentos por pintura para protecção do betão armado. Lisboa, LNEC, 1998. Tese para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.