



QIC2016

## 2.º ENCONTRO NACIONAL SOBRE QUALIDADE E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Lisboa • LNEC • 21 a 23 de novembro de 2016

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS REVESTIMENTOS POR PINTURA DE NATUREZA ORGÂNICA USADOS NA ENGENHARIA CIVIL**

#### **CONTRIBUTO DOS DOCUMENTOS DE APLICAÇÃO**

**Susana Bravo Cordeiro Baptista Cabral da Fonseca**

*Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, sbravo@lnec.pt*

**Maria Paula Marques da Costa Rodrigues**

*Investigadora Principal, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, mprodrigues@lnec.pt*

#### **Resumo**

Os Documentos de Aplicação (DA) do LNEC são documentos voluntários que o fabricante decide requerer por constituir uma mais-valia para o seu produto. A concessão de um Documento de Aplicação é efetuada com base no disposto num documento em que o LNEC estabelece um conjunto de regras e requisitos relativos ao tipo de produto e aplicação em causa.

Nesta comunicação pretende-se apresentar a experiência do LNEC na concessão de Documentos de Aplicação a revestimentos por pintura de natureza orgânica usados na indústria da construção e enfatizar a contribuição que estes documentos, e os estudos efetuados para os conceder, podem ter na promoção da qualidade dos revestimentos por pintura usados em Engenharia Civil.

*Palavras-chave: Revestimento por pintura, Avaliação da Qualidade, Documento de Aplicação (DA)*

## Introdução

Há cerca de 10 anos o LNEC criou um tipo de documento de apreciação técnica de produtos de construção a que chamou Documento de Aplicação (DA).

Numa primeira fase, este tipo de documentos destinava-se a complementar as avaliações a produtos efetuadas no âmbito da aposição da marcação CE, permitindo a valorização de cada produto e a sua diferenciação no mercado (Pontífice *et. al*; 2006). A mais-valia que estes documentos ofereciam era a introdução de aspetos complementares às características declaradas pelo fabricante, designadamente estabelecendo níveis e classes de desempenho. Para além disso, estes documentos englobavam outros aspetos que se consideram relevantes para o bom desempenho dos produtos, como as técnicas de aplicação em obra, por exemplo.

Mais tarde, o LNEC decidiu alargar o âmbito dos Documentos de Aplicação a produtos cobertos por normas portuguesas e por normas europeias não harmonizadas, ou seja produtos que não são abrangidos pela marcação CE. Note-se que no caso de produtos com marcação CE obrigatória, o LNEC só emite Documentos de Aplicação se verificar que aquela marcação está efetivamente concedida.

Os Documentos de Aplicação do LNEC são documentos voluntários que o fabricante decide requerer por constituir uma mais-valia para o seu produto. A concessão de um DA é efetuada com base no disposto num documento em que o LNEC estabelece um conjunto de regras e requisitos relativos ao tipo de produto e aplicação em causa.

Para avaliar a possibilidade de concessão de um Documento de Aplicação é efetuado um extenso programa experimental em que se caracteriza e avalia o desempenho do produto, confrontando-se os resultados obtidos com os requisitos pré-estabelecidos. Caso esta fase termine com sucesso, o LNEC procura certificar-se de que o fabricante faz um controlo eficaz da sua produção, através de uma visita às instalações fabris. Nesta fase é igualmente avaliada a eventual experiência de utilização. Caso a fase de apreciação da viabilidade de obtenção do Documento de Aplicação culmine de forma satisfatória, é elaborado o documento.

Os Documentos de Aplicação incluem, assim, aspetos que nem sempre são cobertos pelas especificações técnicas, como as normas de produto, que se lhes aplicam, nomeadamente:

- (i) Definição do campo de aplicação e de eventuais limitações na utilização do produto;
- (ii) Compilação das características de desempenho relevantes e classificação em níveis ou classes em função de requisitos específicos;
- (iii) Referência aos requisitos aplicáveis ao processo de fabrico e ao respetivo controlo da qualidade;
- (iv) Estabelecimento de tolerâncias para as características a verificar em ensaios de receção em obra;
- (v) Condições para a colocação em obra e regras para uma adequada manutenção;
- (vi) Apreciação global com indicação do tempo de vida útil previsível.

Os Documentos de Aplicação são emitidos com um prazo de validade, podendo ser renovados mediante solicitação atempada ao LNEC. No portal do LNEC encontra-se uma lista atualizada dos Documentos de Aplicação em vigor, no endereço <http://www.lnec.pt/pt/servicos>.

Este tipo de documentos, emitidos sob a chancela do LNEC, pode ser suspenso ou cancelado durante o seu período de validade, caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do produto.

Com a emissão de Documentos de Aplicação, o LNEC considera que está a contribuir para promoção da qualidade na construção, na medida em que fornece garantias adicionais aos diversos agentes do setor, fruto da experiência acumulada na apreciação da qualidade dos produtos de construção.

Nesta comunicação apresenta-se a atividade do LNEC relacionada com a concessão de Documentos de Aplicação a revestimentos por pintura de natureza orgânica.

## Estudo de apreciação da viabilidade de concessão dos Documentos de Aplicação para revestimentos por pintura

O estudo de apreciação da viabilidade de concessão de um Documento de Aplicação para um dado revestimento por pintura é feito por fases, conforme é ilustrado na Figura 1.

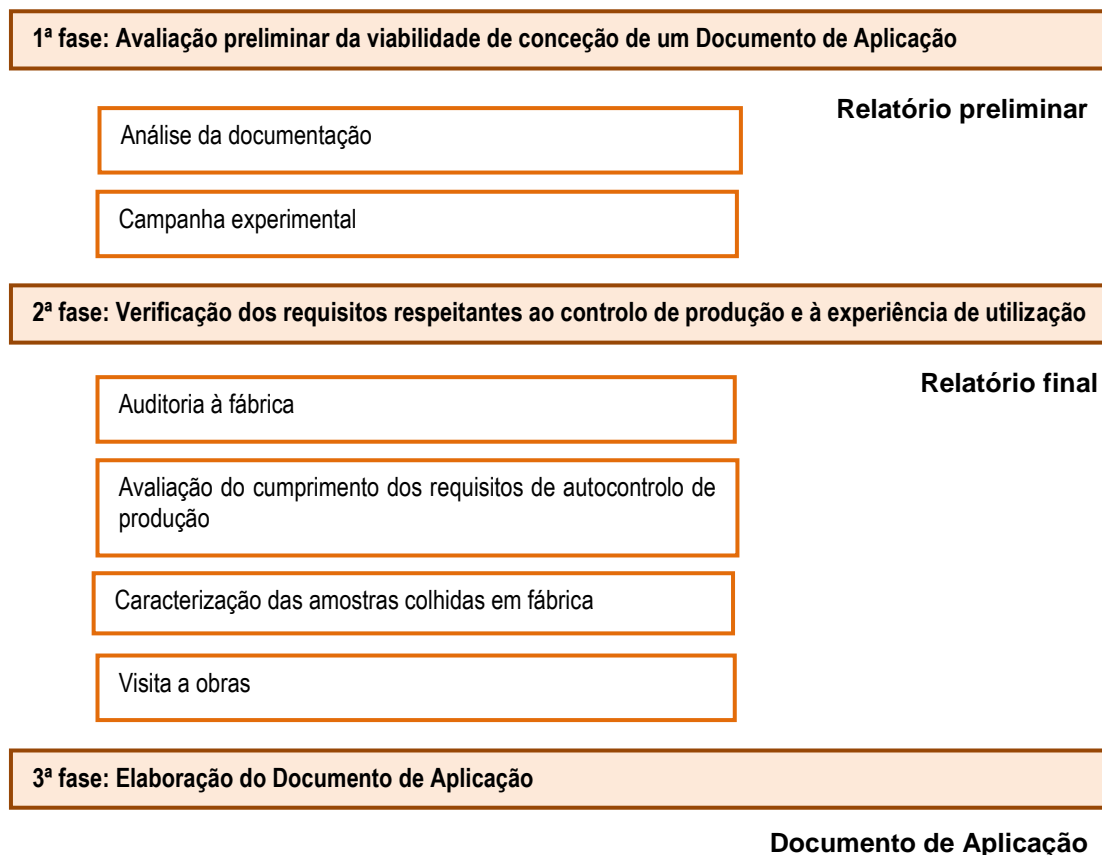


Figura 1: Fases do estudo de apreciação da viabilidade da concessão de um Documento de Aplicação para um revestimento por pintura

Na primeira fase faz-se a avaliação preliminar da viabilidade de concessão do Documento de Aplicação. Esta fase encontra-se dividida em duas etapas: (i) análise da documentação e (ii) campanha experimental.

Na primeira etapa da primeira fase faz-se uma análise crítica da documentação fornecida pelo fabricante, designadamente da descrição do produto ou produtos que formam o esquema de pintura, incluindo a sua identificação comercial e a indicação do campo de aplicação previsto, assim como do tipo de solicitações que, supostamente, o revestimento por pintura pode suportar. Faz-se, igualmente, a verificação do conteúdo das fichas técnicas e das fichas de dados de segurança. Na análise da documentação entregue dá-se particular atenção à descrição das condições de aplicação, designadamente atmosféricas e de preparação do substrato avaliando se é explícito o método de aplicação e eventuais limitações de utilização.

A segunda etapa da primeira fase consiste na campanha experimental de caracterização do produto (ou produtos, no caso de existir um primário) e de avaliação do desempenho do revestimento. Esta caracterização é efetuada com base na normalização existente para cada tipo de revestimento e nas

regras estipuladas pelo LNEC para a concessão dos Documentos de Aplicação do tipo de revestimento em causa.

No final da primeira fase do estudo é elaborado um relatório preliminar, com os resultados obtidos. Caso a fase de apreciação preliminar da viabilidade de concessão do Documento de Aplicação do LNEC culmine de forma insatisfatória, este facto será comunicado ao requerente, com a identificação dos requisitos que não foram cumpridos. Uma vez retificadas as anomalias pelo requerente e verificadas pelo LNEC, iniciar-se-á a segunda fase do estudo.

A 2ª fase do estudo compreende as seguintes etapas: (i) visita à fábrica, com o intuito de avaliar o Sistema da Qualidade implementado pelo fabricante e colheita de amostras; (ii) avaliação do cumprimento dos requisitos de autocontrolo de produção (estabelecidos pelo LNEC) por parte do fabricante; (iii) realização de ensaios de identificação iniciais, em material colhido em fábrica e (iv) visita a obras em que tenha sido aplicado o esquema de pintura.

No final da segunda fase do estudo será elaborado o relatório final. Concluída a segunda fase, e no caso dos resultados serem satisfatórios, seguir-se-á a terceira fase do estudo, que consiste na elaboração do Documento de Aplicação do LNEC.

A definição desta metodologia por fases é intencional, permitindo um processo iterativo que procura fomentar a promoção da qualidade do produto e da forma como ele é fabricado.

Assim, após a primeira fase, podem resultar melhorias como as que a seguir se exemplificam:

- introdução e/ou alteração da informação fornecida nas fichas técnicas e outra documentação técnica do fabricante;
- reajuste de alguma característica do produto, como resultado da caracterização do material e da avaliação do desempenho do revestimento com ele formado, realizada no LNEC.

Da segunda fase, podem resultar melhorias essencialmente em fábrica, nomeadamente:

- melhorias ao nível da documentação que sustenta o Sistema da Qualidade implementado;
- ajuste nas técnicas de ensaio e periodicidades utilizadas no autocontrolo em fábrica.

## Documentos de Aplicação para revestimentos por pintura

Os fabricantes de produtos de pintura de natureza orgânica usados em aplicações no domínio da Engenharia Civil têm vindo a requerer Documentos de Aplicação, como forma de valorizar e diferenciar os seus produtos no mercado, mesmo que tenham marcação CE. Destacam-se, em particular, os seguintes tipos de revestimentos e campos de aplicação:

- (i) Revestimento por pintura para o interior de edifícios (esquemas de pintura com ou sem primário);
- (ii) Revestimentos por pintura para aplicação em rebocos de cimento e betão em superfícies exteriores (esquemas de pintura com ou sem primário);
- (iii) Revestimentos para superfícies de madeira em exterior (verniz);
- (iv) Revestimentos por pintura para a proteção do betão (esquemas de pintura com ou sem primário).

A qualidade de um revestimento, qualquer que seja o motivo da sua aplicação, depende de vários fatores, nomeadamente da qualidade dos seus componentes (tinta e eventualmente primário), da natureza e qualidade de preparação do substrato, da técnica usada e das condições ambientais durante a sua aplicação e das condições de serviço [Rodrigues *et al*; 2006]. As exigências referentes aos revestimentos estão necessariamente associadas ao campo de aplicação e ao objetivo de utilização (decoração, proteção, ...), pelo que é natural que diferentes tipos de revestimentos apresentem enquadramentos normativos distintos. Na Figura 2 esquematiza-se o enquadramento normativo dos diferentes revestimentos atrás referidos.

Para cada um destes tipos de revestimentos/campos de aplicação foram elaborados documentos do LNEC onde se encontram compiladas as regras para a concessão de Documentos de Aplicação (LNEC; 2009, LNEC; 2013a, LNEC; 2013b, LNEC; 2016).

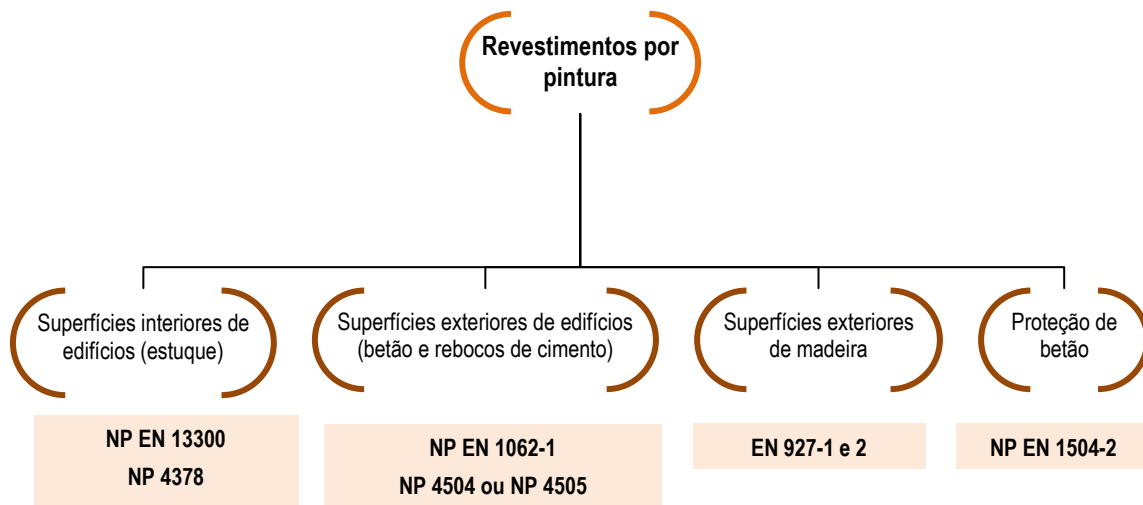


Figura 2: Enquadramento normativo dos revestimentos por pintura usados na indústria da construção

### **Revestimentos para superfícies interiores de edifícios**

A norma NP EN 13300:2004 define os métodos de ensaio e apresenta um esquema de classificação dos revestimentos por pintura de base aquosa para superfícies interiores de edifícios, quanto ao grau de brilho, à dimensão de maior grão, à resistência à esfrega e ao poder de cobertura. Contudo, esta norma não estabelece os requisitos mínimos para as características principais. Por esta razão, foi elaborada uma norma nacional, a NP 4378:1999, que, para além de apresentar uma classificação das tintas quanto ao brilho e à resistência à lavagem e à esfrega, inclui outras características essenciais, como a resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos e a resistência à fissuração a espessuras elevadas, e especifica valores mínimos.

No Quadro 1 apresentam-se as características de identificação, de aspeto e de desempenho avaliadas no estudo de apreciação da viabilidade de concessão de um Documento de Aplicação para um revestimento por pintura para interior de edifícios. Apresentam-se igualmente os métodos de ensaio para as determinar e os respetivos requisitos.

Quadro 1: Características a avaliar para revestimentos por pintura para interior de edifícios

Característica (identificação)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Teor de matérias não voláteis	NP EN ISO 3251	Valor declarado $\pm$ 5 %
Massa volúmica	EN ISO 2811-1	Valor declarado $\pm$ 3%
Teor de sólidos em volume	EN ISO 3233-1	Valor declarado $\pm$ 5 %
Teor de pigmentos e cargas	EN ISO 14680-2	Valor declarado $\pm$ 5 %
Viscosidade Stormer	NP 234 ou EN ISO 2431	Valor declarado $\pm$ 15 %
Natureza do ligante por FTIR	EN 1767	Espetro FTIR semelhante
Característica (aspeto)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Conservação no recipiente	NP 4378	A tinta não deve conter peles grossas, depósitos duros e secos, sinais de putrefação ou outros defeitos
Aplicabilidade da película seca	NP 4378	O revestimento, aplicado de acordo com as instruções do fabricante, não deve apresentar defeitos de pintura
Poder de cobertura	NP EN ISO 6504-3	Para uma razão de contraste de 0,98, o rendimento deve ser $\geq$ 6 m <sup>2</sup> /l (tinta de cor branca)
Brilho	EN ISO 2813	Classe, de acordo com as unidades de brilho: brilhante ( $\geq$ 60); semi-brilhante (< 60 e > 10); semi-mate ( $\leq$ 10 e > 5); mate ( $\leq$ 5)

Quadro 1: Características a avaliar para revestimentos por pintura para interior de edifícios (cont.)

Característica (desempenho)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Resistência à lavagem e à esfrega	NP 4378	Classificação da tinta como “resistente à lavagem” ou “resistente à esfrega”: critérios da NP 4378
Resistência à fissuração a espessuras elevadas	NP 4378	A película de tinta seca não deve apresentar fissuração para espessura seca < 200 µm
Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos	NP 4378	A película de tinta só pode apresentar uma ligeira humidade e pegajosidade, recuperando o aspeto inicial após a secagem

### **Revestimentos para superfícies exteriores de reboco e de betão**

A norma NP EN 1062-1:2009 define os métodos de ensaio e apresenta um esquema de classificação dos revestimentos por pintura para rebocos e betão no exterior, quanto ao grau de brilho, à espessura da película seca, à dimensão de maior grão, à permeabilidade ao vapor de água, à permeabilidade à água, à permeabilidade ao dióxido de carbono e à capacidade do revestimento para acompanhar a fissuração do substrato. Contudo, esta norma não estabelece os requisitos mínimos para essas características. Por esta razão, foram elaboradas duas normas nacionais, a NP 4504:2012 e a NP 4505:2012, que, para além de apresentar uma classificação das tintas (elastoméricas e não elastoméricas, respetivamente), inclui a avaliação e o estabelecimento de requisitos mínimos para as características, designadamente o poder de cobertura (no caso dos revestimentos serem lisos), a permeabilidade ao vapor de água, a permeabilidade à água, a aderência, a resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos, a resistência ao envelhecimento artificial acelerada e ainda a resistência aos fungos e às algas. Para as tintas elastoméricas prevê-se, ainda, a realização dos ensaios de determinação da resistência do revestimento à fissuração do substrato e da resistência a baixas temperaturas.

No Quadro 2 apresentam-se as características de identificação, de aspeto e de desempenho avaliadas no estudo de apreciação da viabilidade de concessão de um Documento de Aplicação para um revestimento por pintura para superfícies exteriores de reboco e de betão. Apresentam-se igualmente os métodos de ensaio para as determinar e os respetivos requisitos.

Quadro 2: Características a avaliar para revestimentos por pintura para superfícies exteriores de reboco e de betão

Característica (identificação)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Teor de matérias não voláteis	NP EN ISO 3251	Valor declarado ± 5 %
Massa volúmica	EN ISO 2811-1	Valor declarado ± 3 %
Teor de sólidos em volume	EN ISO 3233-1	Valor declarado ± 5 %
Teor de pigmentos e cargas	EN ISO 14680-2	Valor declarado ± 5 %
Viscosidade Stormer ou tempo de escoamento	NP 234 ou EN ISO 2431	Valor declarado ± 15 %
Natureza do ligante por FTIR	EN 1767	Espetro FTIR semelhante
Característica (aspeto)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Textura do acabamento	Observação visual	-
Granulometria (tintas texturadas)	NP EN ISO 1524 EN ISO 787-7 ou 18	Classe, de acordo com a dimensão das partículas, em µm: grão fino (> 80 e < 100); grão médio (< 300); grão grosso (< 1500) e grão muito grosso (> 1500)
Poder de cobertura	NP EN ISO 6504-3	Para uma razão de contraste de 0,98, o rendimento deve ser ≥ 6 m <sup>2</sup> /l (tinta de cor branca)
Brilho	EN ISO 2813	Classe, de acordo com as unidades de brilho: brilhante (> 60); semi-brilhante ou semi-mate (≤ 60 e > 10); mate (≤ 10)

Quadro 2: Características a avaliar para revestimentos por pintura para superfícies exteriores de reboco e de betão (cont.)

Característica (desempenho)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Resistência à fissuração a espessuras elevadas (tintas não elastoméricas)	NP 4505	A película de tinta seca não deve apresentar fissuração para espessura seca < 600 µm
Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos	NP 4505	A película de tinta só pode apresentar uma ligeira humidade e pegajosidade, recuperando o aspeto inicial após a secagem
Permeabilidade à água	NP EN 1062-3	Classificação: valor do coeficiente de permeabilidade à água $w$ , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$ : elevada (> 0,5); média (> 0,1 e $\leq$ 0,5) e baixa ( $\leq$ 0,1) Requisito da NP 4505: $w \leq 0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$ Requisito da NP 4504: $w \leq 0,08 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$
Permeabilidade ao vapor de água	EN ISO 7783-2	Classificação: valor da espessura da camada de ar com difusão equivalente, $S_d$ , m: elevada (< 0,14); média ( $\geq 0,14$ e < 1,4); baixa ( $\geq 1,4$ ) Requisito da NP 4505: $S_d \leq 1,4$ m Requisito da NP 4504: $S_d \leq 2,5$ m
Avaliação da aderência	NP EN ISO 2409	Classe 2 ou melhor
Resistência ao arrancamento (tintas elastoméricas)	EN ISO 4624	Valor mínimo admissível para a rotura: $0,7 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$
Resistência aos fungos	ASTM D 5590	Em cada três provetes ensaiados, apenas um pode apresentar o grau 1 de crescimento de fungos e um crescimento nulo nos dois restantes
Resistência às algas	ASTM D 5589	Em cada três provetes ensaiados, apenas um pode apresentar o grau 1 de crescimento de algas e um crescimento nulo nos dois restantes
Resistência ao envelhecimento artificial acelerado com determinação da diferença de cor	EN ISO 16474-1 e 2 EN ISO 4628-2, 4 e 5 EN ISO 11664 -1, 2, 4 e 6	O revestimento por pintura não deve apresentar defeitos como fissuração, empolamento ou destacamento, e pode apresentar apenas ligeira pulverulência A diferença de cor, $\Delta E^*$ deve ser inferior ao valor admitido para a cor RAL mais próxima das listadas no Anexo C da norma EN 4504 ou EN 4505, com uma tolerância de +1
Resistência à fissuração do substrato (tintas elastoméricas)	NP EN 1062-7	Classe mínima A1
Resistência a baixas temperaturas (tintas elastoméricas)	NP EN ISO 1519	O revestimento não deve fissurar com o mandril de 2 mm de espessura após 2 horas de arrefecimento à temperatura de $-5 \text{ }^\circ\text{C}$

### **Revestimentos para superfícies exteriores de madeira**

A norma EN 927 é constituída por seis partes, destacando-se a parte 1 (EN 927-1; 2013) e a parte 2 (EN 927-2; 2014), onde é definida uma metodologia de classificação dos esquemas de pintura para superfícies de madeira no exterior e se estabelecem os requisitos de desempenho e respetivos métodos de avaliação.

No Quadro 3 apresentam-se as características de identificação, de aspeto e de desempenho dos esquemas de pintura determinadas na primeira fase do estudo de apreciação da viabilidade de concessão de um Documento de Aplicação de revestimentos para superfícies exteriores de madeira. Apresentam-se igualmente os métodos de ensaio para as determinar e os respetivos requisitos.

Quadro 3: Características a avaliar para revestimentos para superfícies exteriores de madeira

Característica (identificação)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Teor de matérias não voláteis	NP EN ISO 3251	Valor declarado $\pm$ 5 %
Massa volúmica	EN ISO 2811-1	Valor declarado $\pm$ 3 %
Teor de sólidos em volume	EN ISO 3233-1	Valor declarado $\pm$ 5 %
Teor de pigmentos e cargas	EN ISO 14680-2	Valor declarado $\pm$ 1 % (relativo ao valor nominal)
Viscosidade Stormer ou tempo de escoamento	NP 234 ou EN ISO 2431	Valor declarado $\pm$ 15 %
Natureza do ligante por FTIR	EN 1767	Espetro FTIR semelhante
Característica (aspeto)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Poder de enchimento	EN ISO 2808	Classe, de acordo com a espessura, em $\mu\text{m}$ : mínimo (< 5); baixo ( $\geq$ 5 e $\leq$ 20); médio (> 20 e $\leq$ 60); alto (> 60 e $\leq$ 100); muito alto (> 100)
Poder de cobertura	Observação visual	Classe: opaco, semitransparente ou transparente
Brilho	EN ISO 2813	Classe, de acordo com as unidades de brilho: mate ( $\leq$ 10); semi-mate (> 10 e $\leq$ 35); semi-brilhante (> 35 e $\leq$ 60); brilhante (> 60 e $\leq$ 80); alto brilho (> 80)
Característica (desempenho)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Avaliação da aderência ao substrato (antes e depois do envelhecimento natural)	NP EN ISO 2409	Classe 1 ou melhor
Permeabilidade à água	EN 927-5	Classe de estabilidade do substrato em função do valor de absorção de água, em $\text{g}/\text{m}^2$ : estável ( $\leq$ 175); semi-estável ( $\leq$ 250); não estável (sem limite)
Resistência ao envelhecimento natural, com determinação da diferença de cor e de brilho	EN 927-3 EN ISO 4628-2, 4 e 5 EN ISO 11664 -1, 2, 4 e 6 EN ISO 2813	Avaliação visual de defeitos numa escala de 0 a 5, quantos a empolamentos, fissuração e escamação; classificação de acordo com a EN 927-2
Resistência ao envelhecimento artificial acelerado, com determinação da diferença de cor e de brilho	EN 927-6 EN ISO 11664 -1, 2, 4 e 6 EN ISO 2813	Avaliação visual de defeitos numa escala de 0 a 5, quantos a empolamentos, fissuração e escamação; classificação de acordo com a EN 927-2

### **Revestimentos para proteção de superfícies de betão**

No caso particular dos revestimentos com função protetora do betão aplica-se a parte 2 da norma NP EN 1504 (NP EN 1504-2; 2004), que é uma norma europeia harmonizada, pelo que estes revestimentos já são objeto de marcação CE. Para além da parte 2, respeitante aos sistemas de proteção superficial do betão, esta norma apresenta ainda outras partes que interessa salientar, designadamente: (i) a parte 9 (NP EN 1504-9; 2008) onde são definidos os princípios para a proteção e reparação das estruturas de betão que tenham sofrido ou possam sofrer danos ou deteriorações e fornece orientações para a seleção dos produtos e sistemas apropriados ao uso pretendido e (ii) a parte 10 (NP EN 1504-10; 2003) onde são estabelecidos os requisitos de controlo da qualidade e avaliação da conformidade em obra.

No Quadro 4 apresentam-se as características de identificação, de aspeto e de desempenho avaliadas no estudo de apreciação da viabilidade de concessão de um Documento de Aplicação para um revestimento para proteção de betão. Apresentam-se igualmente os métodos de ensaio para as determinar e os respetivos requisitos.



Quadro 4: Características a avaliar para revestimentos por pintura para proteção de betão

Característica (identificação)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Teor de matérias não voláteis	NP EN ISO 3251	Valor declarado $\pm$ 5 %
Massa volúmica	EN ISO 2811-1	Valor declarado $\pm$ 3 %
Teor de cinzas	NP EN ISO 3451-1	Valor declarado $\pm$ 5 %
Análise termogravimétrica	EN ISO 11358-1	Valor declarado $\pm$ 5 %
Tempo de escoamento	EN ISO 2431	Valor declarado $\pm$ 15 %
Natureza do ligante por FTIR	EN 1767	Espetro FTIR semelhante
Característica (desempenho)	Método de ensaio	Classificação/requisito
Avaliação da aderência	NP EN ISO 2409	Classe 2 ou melhor
Resistência ao arrancamento	EN 1542	Valor médio $\geq$ 1 N.mm <sup>-2</sup> Valores individuais $\geq$ 0,7 N:mm <sup>-2</sup>
Permeabilidade à água	NP EN 1062-3	Valor do coeficiente de permeabilidade à água: $\leq$ 0,1 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0.5</sup> (sem ação dos cloretos); $\leq$ 0,01 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0.5</sup> (com ação dos cloretos)
Permeabilidade ao vapor de água	EN ISO 7783-2	Classificação, de acordo com o valor da espessura da camada de ar com difusão equivalente, em m: classe I ( $\leq$ 54); classe II ( $\geq$ 5 e < 50); classe III (>5)
Permeabilidade ao dióxido de carbono	NP EN 1062-6	Classificação: classe A (> 50 e $\leq$ 250); classe B (> 250 e $\leq$ 500); classe C (>500) Requisito: valor da espessura da camada de ar com difusão equivalente > 50 m.
Permeabilidade ao ião cloreto	LNEC E 468	Permeabilidade ao ião cloreto < $1 \times 10^{-14}$ m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
Resistência ao envelhecimento artificial acelerado com avaliação, após o envelhecimento: - Aparecimento de defeitos - Variação de cor - Permeabilidade ao CO <sub>2</sub> - Permeabilidade ao ião cloreto	EN 1062-11 EN ISO 16474-1 e 3 EN ISO 4628-2, 4 e 5 NP EN 1062-6 LNEC E 468	Após o envelhecimento o revestimento não deve apresentar defeitos como empolamentos, fissuração e esfoliação A diferença de cor, $\Delta E^*$ , para a tinta branca deve ser inferior a 2
Resistência à fissuração do substrato (tintas elastoméricas)	NP EN 1062-7	Classificação

### **Outras características**

Para além das características consideradas essenciais, apresentadas para cada tipo de revestimento, poderão ser avaliadas outras características adicionais que o LNEC considere relevantes para a situação em causa, designadamente em situações especiais de utilização, como por exemplo:

- avaliação da resistência à abrasão de um revestimento que fique sujeito à ação de vento que arraste partículas;
- avaliação da resistência química a um produto que possa estar em contacto com o revestimento durante a sua utilização.

### **Controlo de produção em fábrica**

Para o controlo da produção em fábrica, por parte do fabricante, o LNEC exige o conjunto de ensaios e as periodicidades apresentadas no Quadro 5, para cada um dos tipos de revestimentos.

Quadro 5: Controlo de produção em fábrica

Característica	Periodicidade	Tipo de revestimento
Aspeto visual e cor	Todos os lotes	<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Massa volúmica		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Viscosidade		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Brilho	A cada 10 lotes ou a cada 10 toneladas (a situação que ocorrer primeiro)	<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Proteção betão
Teor de matérias não voláteis		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Teor de cinzas		<input type="checkbox"/> Interior ou exterior <input type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Poder de cobertura (tintas)		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Proteção betão
Resistência à fissuração a espessuras elevadas	Uma vez por semestre	<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Proteção betão
Teor de pigmentos e cargas		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Proteção betão
Natureza do ligante por FTIR		<input checked="" type="checkbox"/> Interior ou exterior <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Análise termogravimétrica	Uma vez por ano	<input type="checkbox"/> Interior ou exterior <input type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão
Aderência por tração		<input type="checkbox"/> Interior ou exterior <input type="checkbox"/> Madeira <input checked="" type="checkbox"/> Proteção betão

## Considerações finais

O LNEC, por via dos estudos de apreciação de revestimentos por pintura que tem vindo a realizar nos últimos anos, tem acompanhado os desenvolvimentos normativos e a nível da indústria e acumulado conhecimento acerca do seu desempenho e durabilidade. Considera-se que este trabalho, materializado em vários Documentos de Aplicação já emitidos para revestimentos por pintura, contribui para a garantia da qualidade das obras, dando apoio aos diversos intervenientes na indústria da construção – fabricantes, projetistas, donos de obra, empresas de construção, entidades fiscalizadoras e aos consumidores em geral.

## Referências bibliográficas

- ASTM D5589:2009 – **Standard test method for determining the resistance of paint films and related Coatings to algal defacement**. West Conshohocken: ASTM International
- ASTM D5590:2000 – **Standard test method for determining the resistance of paint films and related coatings to fungal defacement by accelerated four-week agar plate assay**. West Conshohocken: ASTM International
- EN 927-1:2013 – **Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 1: Classification and selection**. Brussels: CEN.
- EN 927-2:2014 – **Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 2: Performance specification**. Brussels: CEN.
- EN 927-3:2012 – **Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 3: Natural weathering test**. Brussels: CEN.
- EN 927-5:2008 – **Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 5: Assessment of the liquid water**. Brussels: CEN.
- EN 927-6:2006 – **Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 6: Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water**. Brussels: CEN.
- EN 1542:1999 – **Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Measurement of bond strength by pull-off**. Brussels: CEN.
- EN ISO 787-7:2009 – **General methods of test for pigments and extenders. Part 7: Determination of residue on sieve - Water method - Manual procedure**. Brussels: CEN.
- EN ISO 787-18:1995 – **General method of test for pigments and extender. Part 18: Determination of residue on sieve. Mechanical flushing procedure**. Brussels: CEN.

- EN ISO 1524:2013 – **Paints, varnishes and printing inks. Determination of fineness of grind.** Brussels: CEN.
- EN ISO 2811-1:2016 – **Paints and varnishes. Determination of density. Part 1: Pycnometer method.** Brussels: CEN.
- EN ISO 2813:2014 – **Paints and varnishes. Determination of gloss value at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees.** Brussels: CEN.
- EN ISO 3233-1:2013 – **Paints and varnishes. Determination of the percentage volume of non-volatile matter. Part 1: Method using a coated test panel to determine non-volatile matter and to determine dry film density by the Archimedes principle.** Brussels: CEN.
- EN ISO 4624:2016 – **Paints and varnishes. Pull-off test for adhesion.** Brussels: CEN.
- EN ISO 4628-2:2016 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 2: Assessment of degree of blistering.** Brussels: CEN.
- EN ISO 4628-4:2016 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 4: Assessment of degree of cracking.** Brussels: CEN.
- EN ISO 4628-5:2016 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 5: Assessment of degree of flaking.** Brussels: CEN.
- EN ISO 7783:2011 – **Paints and varnishes. Determination of water-vapour transmission properties. Cup method.** Brussels: CEN.
- EN ISO 11358-1:2014 – **Plastics. Thermogravimetry (TG) of polymers. Part 1: General principles.** Brussels: CEN.
- EN ISO 11664-1:2011 – **Colorimetry. Part 1: CIE standard colorimetric observers.** Brussels: CEN.
- EN ISO 11664-2:2011 – **Colorimetry. Part 2: CIE standard illuminants.** Brussels: CEN.
- EN ISO 11664-4:2011 – **Colorimetry. Part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* Colour space.** Brussels: CEN.
- EN ISO 11664-6:2016 – **Colorimetry. Part 6: CIEDE2000 Colour-difference formula.** Brussels: CEN.
- EN ISO 14680-2:2006 – **Paints and varnishes. Determination of pigment content. Part 2: Ashing method.** Brussels: CEN.
- EN ISO 16474-1:2013 – **Paints and varnishes. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 1: General guidance.** Brussels: CEN.
- EN ISO 16474-2:2013 – **Paints and varnishes. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 2: Xenon-arc lamp.** Brussels: CEN.
- EN ISO 16474-3:2013 – **Paints and varnishes. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 3: Fluorescent UV lamps.** Brussels: CEN.
- LNEC, 2009 – **Regras para a concessão de Documentos de Aplicação a revestimentos por pintura para proteção de superfícies de betão em condições de exposição atmosférica.** Proc. 0203/11/16173. Relatório 162/2009 – DM/NMO.
- LNEC, 2013a – **Regras para a concessão de Documentos de Aplicação a revestimentos por pintura para rebocos de cimento e para betão em superfícies exteriores.** Proc. 0203/11/17695. Relatório 252/2013 – DM/NMO.
- LNEC, 2013b – **Regras para a concessão de Documentos de Aplicação a produtos de revestimentos de superfícies de madeira em condições de exposição exterior.** Proc. 0203/11/17695. Relatório 443/2013 – DM/NMO.
- LNEC, 2016 – **Regras para a concessão de Documentos de Aplicação a revestimentos por pintura para superfícies interiores de edifícios.** Relatório no prelo.
- LNEC E 468:2005 – **Revestimentos por pintura para protecção do betão armado contra a penetração dos cloretos.** Especificação.
- NP 234:1995 – **Tintas e vernizes. Medição da viscosidade com o viscosímetro de Stormer.** Caparica: IPQ.
- NP 4378:1999 – **Tintas e vernizes. Tintas aquosas lisas para paredes interiores de edifícios. Classificação e especificação.** Caparica: IPQ.

- NP 4505:2012 – **Tintas e vernizes. Tintas para superfícies exteriores de edifícios. Classificação e especificação.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1062-1:2009 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 1: Classificação.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1062-3:2014 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 3: Determinação da permeabilidade à água líquida.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1062-6:2006 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 6: Determinação da permeabilidade ao dióxido de carbono.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1062-7:2015 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 7: Determinação da resistência à fissuração.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1062-11:2006 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 11: Métodos de condicionamento antes de ensaio.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1504-2: 2006 – **Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 2: Sistemas de proteção superficial do betão.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1504-9:2009 – **Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 9: Princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1504-10:2008 – **Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 10: Aplicação de produtos e sistemas e controlo da qualidade da obra.** Caparica: IPQ.
- NP EN 1519:2012 – **Tintas e vernizes. Ensaio de dobragem com mandril cilíndrico.** Caparica: IPQ.
- NP EN 13300:2004 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura aquosos para paredes e tetos no interior. Classificação.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 2409:2015 – **Tintas e vernizes. Ensaio da quadrícula.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 2431:2014 – **Tintas e vernizes. Determinação do tempo de escoamento usando copos de escoamento.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 3251:2009 – **Tintas, vernizes e plásticos. Determinação do teor de matéria não volátil.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 3451-1:2009 – **Materiais plásticos; Determinação das cinzas; Parte 1: Métodos gerais.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 6504-3:2011 – **Tintas e vernizes. Determinação do poder de cobertura. Parte 3: Determinação da razão de contraste de tintas de cores claras a um dado rendimento.** Caparica: IPQ.
- NP EN ISO 11998:2012 – **Tintas e vernizes; Determinação da resistência à esfrega húmida e da lavabilidade de revestimentos por pintura.** Caparica: IPQ.
- PONTÍFICE, P.; CARVALHO, F. R.; VEIGA, M. R. – **Os novos Documentos de Aplicação do LNEC. Um complemento à marcação CE de produtos de construção.** In Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção – QIC2006, 2006, Lisboa: LNEC.
- RODRIGUES, M.P.; EUSÉBIO, M. I. – **Exigências de qualidade em revestimentos por pintura para a indústria da construção. Metodologias e competências** In Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção – QIC2006, 2006, Lisboa: LNEC.