



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE DOCUMENTOS DE APLICAÇÃO A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA REBOCOS DE CIMENTO E PARA BETÃO EM SUPERFÍCIES EXTERIORES

Estudo efetuado no âmbito do Plano de Investigação
e Inovação do LNEC 2013-2020

Lisboa • março de 2017

I&D MATERIAIS

RELATÓRIO 97/2017 – **DM/NMO**

Título

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE DOCUMENTOS DE APLICAÇÃO A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA REBOCOS DE CIMENTO E PARA BETÃO EM SUPERFÍCIES EXTERIORES

Autoria

DEPARTAMENTO DE MATERIAIS

Susana Cabral da Fonseca

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Materiais Orgânicos

Maria Paula Rodrigues

Investigadora Principal, Chefe de Núcleo de Materiais Orgânicos

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 97/2017

Proc. 0203/112/19710

REGRAS PARA A CONCESSÃO DE DOCUMENTOS DE APLICAÇÃO A REVESTIMENTOS POR PINTURA PARA REBOCOS DE CIMENTO E PARA BETÃO EM SUPERFÍCIES EXTERIORES

Resumo

No presente relatório descrevem-se os procedimentos adotados pelo LNEC no âmbito do estudo a efetuar para a concessão de um Documento de Aplicação (DA) relativo a revestimentos por pintura para rebocos de cimento e de betão aplicados em superfícies exteriores (tintas não elastoméricas). Consideram-se as condições de exposição atmosférica no exterior, sem influência de ações químicas severas. Indicam-se, também, as ações a desenvolver periodicamente para comprovar que continuam reunidas as condições que terão permitido a concessão do DA. Este relatório constitui uma revisão do relatório do LNEC nº 252/2013-DM/NMO.

Palavras-chave: Documento de aplicação / Revestimentos por pintura / Superfícies exteriores / Rebocos de cimento e betão

RULES FOR ISSUING APPLICATION DOCUMENTS TO COATINGS FOR EXTERIOR SURFACES OF MASONRY AND FOR CONCRETE

Abstract

The present report describes the procedure followed by LNEC under the study for the attribution of an Application Document (DA) to coatings for masonry and concrete, exposed to exterior environment without severe chemical actions. In addition, it is indicated the actions to be performed periodically in order to verify that the conditions for the attribution of the DA continues to be fulfilled. This report is a revision of LNEC report no. 252/2013-DM/NMO.

Keywords: Application documents / Coatings / Exterior surfaces / Masonry and concrete

Índice

1	Enquadramento	1
1.1	Introdução	1
1.2	Objetivo	2
2	Fases de apreciação	3
2.1	Análise documental e caracterização do(s) produto(s)	3
2.2	Controlo de produção e experiência de utilização	5
2.3	Elaboração do Documento de Aplicação	7
3	Avaliação experimental	9
3.1	Características de identificação dos componentes	9
3.1.1	Teores de matéria volátil e não volátil	10
3.1.2	Massa volúmica	10
3.1.3	Teor de sólidos em volume	10
3.1.4	Teor do teor de pigmentos e cargas	10
3.1.5	Natureza do ligante	11
3.1.6	Viscosidade	11
3.2	Características relacionadas com o aspeto do revestimento	11
3.2.1	Textura de acabamento	11
3.2.2	Dimensão das partículas	12
3.2.3	Poder de cobertura	12
3.2.4	Brilho	12
3.3	Características utilizadas na avaliação do desempenho	13
3.3.1	Espessura do revestimento por pintura	14
3.3.2	Resistência à fissuração a espessuras elevadas	14
3.3.3	Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos	15
3.3.4	Permeabilidade à água	15
3.3.5	Permeabilidade ao vapor de água	16
3.3.6	Aderência por quadrícula	18
3.3.7	Resistência ao envelhecimento artificial acelerado	19
3.3.8	Resistência aos fungos	20
3.3.9	Resistência às algas	20
3.3.10	Permeabilidade ao dióxido de carbono	21
3.3.11	Resistência ao arrancamento	22
3.3.12	Resistência do revestimento à fissuração do substrato	22
3.4	Cores diferentes do branco	22
3.5	Código de designação	23
4	Renovação do Documento de Aplicação	24
5	Considerações finais	25
	Referências bibliográficas	26

Índice de quadros

Quadro 2.1 –	Características de identificação dos componentes do esquema de pintura e características de desempenho do revestimento por pintura.....	4
Quadro 2.2 –	Ensaio mínimos a realizar no autocontrolo da produção	7
Quadro 3.1 –	Características de identificação.....	9
Quadro 3.2 –	Características relacionadas com o aspeto do revestimento	11
Quadro 3.3 –	Classificação segundo a dimensão das partículas em tintas texturadas	12
Quadro 3.4 –	Classificação do revestimento segundo o brilho	13
Quadro 3.5 –	Características de desempenho do revestimento	13
Quadro 3.6 –	Classificação do revestimento segundo a espessura seca.....	14
Quadro 3.7 –	Classificação do revestimento segundo a permeabilidade à água	16
Quadro 3.8 –	Classificação do revestimento segundo a permeabilidade ao vapor de água	18
Quadro 3.9 –	Classificação do revestimento segundo a resistência aos fungos	20
Quadro 3.10 –	Classificação do revestimento segundo a resistência às algas	21
Quadro 3.11 –	Classificação do revestimento segundo a permeabilidade ao dióxido de carbono	22
Quadro 3.12 –	Cores RAL para avaliação da resistência ao envelhecimento artificial acelerado	23

1 | Enquadramento

1.1 Introdução

A aplicação de revestimentos por pintura no exterior de edifícios, designadamente em rebocos de cimento e betão é a principal técnica de acabamento de superfícies utilizada em Portugal. De acordo com os Censos 2011 (INE; 2011) a edificação aumentou 12,4% no nosso país nos últimos 10 anos, razão pela qual se acentua a preocupação em assegurar a qualidade dos materiais utilizados e as práticas de aplicação que condicionarão o desempenho e durabilidade dos revestimentos por pintura.

A aplicação de um revestimento por pintura na superfície exterior de um edifício, para além de contribuir para a sua aparência estética, pode ainda conferir ao substrato uma maior imunidade contra mecanismos de degradação, protegendo-o da ação dos fatores ambientais inerentes à sua exposição exterior. Tendo em consideração esta função protetora, torna-se essencial definir as exigências funcionais a cumprir pelos revestimentos por pintura para esta aplicação.

Estes produtos são atualmente objeto da norma portuguesa NP 4505 (NP 4505; 2012), em que são apresentados os critérios que servem de base para a sua classificação. Nesta norma são ainda definidas as especificações para as propriedades essenciais (que os materiais devem possuir em todas as situações de utilização) e as propriedades adicionais (que devem ser exigidas em situações especiais de utilização). Os critérios de classificação presentes nesta norma portuguesa são idênticos aos prescritos na norma europeia NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Com base nos ensaios previstos na norma portuguesa é possível classificar as tintas e quantificar as propriedades consideradas essenciais e adicionais. Contudo, a adequabilidade ao uso, definida através do campo de utilização e respetivas condições de aplicação, bem como a definição de eventuais limitações de emprego não se encontram estabelecidas em documentos normativos como o referido.

Considerando a necessidade de uma abordagem mais abrangente, o LNEC decidiu emitir Documentos de Aplicação (DA) para os produtos de construção em que é relevante a análise de outros aspetos para além das especificações técnicas que são definidas em normas portuguesas ou europeias. A emissão deste tipo de documentos enquadra-se na política adotada em vários países europeus, salientando-se, contudo, que os Documentos de Aplicação têm sempre um carácter voluntário.

A validade dos Documentos de Aplicação é de três anos, podendo ser renovados mediante solicitação atempada. O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste tipo de documentos caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do produto.

O Documento de Aplicação de um revestimento por pintura para rebocos de cimento e para betão usado em superfícies exteriores destina-se assim a comprovar a sua adequabilidade ao uso, contemplando aspetos adicionais aos indicados pela norma de produto, designadamente a definição do campo de utilização, as condições para a sua correta aplicação em obra, eventuais características

de desempenho especiais, necessidade de definição de ensaios de receção em obra e de requisitos aplicáveis ao processo de fabrico e ao respetivo controlo da qualidade. No Documento de Aplicação é indicada também a classificação da tinta, conforme definido na norma NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009), relativamente às seguintes características: classe de brilho, de espessura, de dimensão das partículas, de permeabilidade ao vapor de água e de permeabilidade à água.

O âmbito deste documento restringe-se a tintas brancas ou coloridas, lisas e texturadas, não incluindo os seguintes tipos de tintas: elastoméricas, aquosas de silicatos, de siloxanos e as de cal.

1.2 Objetivo

O objetivo do presente documento é descrever os procedimentos a realizar no âmbito do estudo a efetuar para a concessão de um Documento de Aplicação do LNEC a revestimentos por pintura para rebocos de cimento e de betão em superfícies expostas às condições atmosféricas exteriores, sem influência de ações químicas severas.

São igualmente enumeradas as ações a desenvolver periodicamente para comprovar que continuam reunidas as condições que deram origem à concessão do Documento de Aplicação.

Este relatório constitui uma revisão do relatório LNEC nº 252/2013-DM/NMO, designadamente no que se refere a:

- reorganização das fases de apreciação (eram quatro e foram condensadas em três);
- indicação da informação contida num Documento de Aplicação de revestimentos por pintura para superfícies exteriores;
- atualização normativa;
- indicação das ações a desenvolver para a renovação do Documento de Aplicação.

2 | Fases de apreciação

O processo de concessão, que conduzirá à emissão do Documento de Aplicação a um determinado revestimento por pintura para rebocos de cimento e para betão em superfícies exteriores, encontra-se dividido em três fases:

- 1ª fase: Análise documental da informação técnica relacionada com o(s) produto(s) e determinação das características de identificação do(s) produtos e avaliação das características de desempenho do revestimento por pintura, que sejam relevantes para a aplicação em causa.
- 2ª fase: Verificação dos requisitos respeitantes ao controlo da qualidade nas diferentes fases de fabrico e à experiência de utilização.
- 3ª fase: Elaboração, emissão e divulgação do Documento de Aplicação.

A avaliação laboratorial das características do revestimento por pintura para rebocos de cimento e betão para aplicação em superfícies exteriores será efetuada sobre amostras entregues pelo fabricante para esse efeito. Nesta avaliação serão realizados ensaios laboratoriais que permitam a identificação do produto (ou produtos, no caso de se tratar de um esquema de pintura) e a apreciação do desempenho do revestimento resultante, tendo em consideração o campo de aplicação. Os ensaios em causa poderão ser realizados, no todo ou em parte, num laboratório de ensaios não pertencente ao LNEC, desde que comprove tratar-se de um laboratório exterior à empresa, isento e credível, e que se verifiquem terem sido cumpridas as exigências descritas no presente documento relativas às técnicas de ensaio e registo dos resultados.

2.1 Análise documental e caracterização do(s) produto(s)

Esta primeira fase do estudo compreenderá, essencialmente, duas tarefas: (i) a análise documental da informação técnica fornecida pelo fabricante relativamente ao revestimento por pintura e campo de aplicação previsto; e a (ii) avaliação laboratorial das características do(s) produto(s) consideradas relevantes para a aplicação em causa.

A informação técnica a ser fornecida pelo fabricante e que será alvo de análise documental pelo LNEC deverá contemplar, pelo menos, os seguintes aspetos.

- a) 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.
- b) Fichas técnicas dos produtos com os seguintes dados: (i) massa volúmica; (ii) teor de sólidos em volume; (iii) rendimento de aplicação e outros dados necessários à correta preparação para aplicação do produto ou produtos que formam o esquema de pintura.
- c) Fichas de dados de segurança, informação relativa à composição e respetivas tolerâncias e indicação da natureza química do ligante de cada produto.

- d) Descrição das condições de aplicação, designadamente atmosféricas e de preparação do substrato, indicação do(s) método(s) de aplicação, de eventuais limitações de emprego (por exemplo, em função do estado de limpeza, humidade, rugosidade, planeza ou coesão superficial do suporte).
- e) Informação relativa à apresentação comercial, nomeadamente o tipo de embalagem, a sua capacidade, a informação aposta na respetiva embalagem ou que acompanhará o(s) produto(s).
- f) Resultados de ensaios e/ou estudos efetuados pelo fabricante ou por uma entidade por ele contratada, do(s) produto(s) em estudo.

No Quadro 2.1 apresentam-se as características de identificação dos componentes do esquema de pintura (tinta e primário, se existente) e de desempenho do revestimento que serão avaliadas nesta primeira fase do estudo.

Quadro 2.1 – Características de identificação dos componentes do esquema de pintura e características de desempenho do revestimento por pintura

	Característica	Componente
Identificação dos componentes do esquema de pintura	Teor de matérias não voláteis	Tinta e primário (se existir)
	Massa volúmica	
	Teor de sólidos em volume	
	Teor de cinzas	
	Viscosidade	
	Natureza do ligante por FTIR	
Aspeto do revestimento por pintura	Textura do acabamento	Tinta
	Dimensão das partículas	
	Poder de cobertura	Tinta (lisa)
	Brilho	
Características de desempenho do revestimento por pintura	Espessura do revestimento	Tinta e esquema com primário (se existir)
	Resistência à fissuração a espessuras elevadas	Tinta
	Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos	Tinta e esquema com primário (se existir)
	Permeabilidade à água	
	Permeabilidade ao vapor de água	
	Envelhecimento artificial acelerado, com avaliação da diferença de cor	Tinta ou esquema com primário (se existir)
	Aderência ao substrato (pelo método da quadrícula)	
	Resistência aos fungos	Tinta
	Resistência às algas	

Para além das características referidas no Quadro 2.1, poderá ainda ser necessário determinar:

- a resistência ao arrancamento (*pull-off*);
- o comportamento à fissuração do substrato (*crack-bridging*).

Estas características adicionais são particularmente relevantes nos revestimentos por pintura que apresentam alguma flexibilidade, nomeadamente tintas texturadas com ligantes elastoméricos, que não caem no campo de aplicação previsto na norma NP 4504 (NP 4504; 2012).

Dependendo do campo de aplicação em causa, poderá ainda ser necessário proceder à avaliação de outras características que sejam específicas, como por exemplo:

- a permeabilidade ao dióxido de carbono, em situações em que se pretenda assegurar uma acrescida proteção superfícies de base cimentícia;
- a resistência à abrasão, em situações em que haja forte exposição a ventos que transportem partículas;
- a resistência a produtos químicos, em situações particulares de utilização.

No fim desta primeira fase do estudo de avaliação da viabilidade, será elaborado um relatório com os resultados dos ensaios efetuados e uma análise dos mesmos. Neste relatório o LNEC comunicará ao fabricante se o produto apresenta as características essenciais necessárias para prosseguir o estudo de viabilidade da concessão do Documento de Aplicação.

Caso haja necessidade de proceder a alterações na formulação ou na técnica de fabrico do produto com vista ao melhoramento das suas características, caberá ao fabricante proceder à respetiva atualização dos procedimentos internos, devendo, nessas circunstâncias, ser novamente efetuada a campanha de ensaios laboratoriais prevista nesta primeira fase.

2.2 Controlo de produção e experiência de utilização

A segunda fase do estudo compreende as seguintes tarefas:

- a) Análise da documentação associada ao Sistema da Qualidade implementado pelo fabricante de forma a assegurar a constância na produção. As informações relativas ao sistema de controlo da produção devem incidir sobre as matérias-primas, o processo de fabrico e o produto acabado, designadamente:
 - (a1) Ensaios de receção das matérias-primas e de avaliação dos produtos acabados, com informação relativa à periodicidade, requisitos mínimos e forma de organização dos respetivos registos.
 - (a2) Meios de medição e equipamentos de ensaio usados no processo de fabrico e controlo de qualidade em fábrica, designadamente, planos de manutenção e de calibração, e respetivos procedimentos, frequências e critérios de aceitação.

(a3) Descrição do sistema de rastreabilidade, desde a receção das matérias-primas, passando pela produção até à armazenagem e distribuição.

Nota: Os elementos anteriormente referidos são facilmente disponibilizados por fabricantes que tenham implementado um sistema de gestão da qualidade de acordo com os princípios estabelecidos na norma NP EN ISO 9001 (NP EN ISO 9001; 2015). Durante a fase de análise documental, o LNEC terá em consideração os certificados de conformidade, os resultados de ensaios e de inspeções emitidos ou efetuados por uma entidade aprovada por um Estado Membro da União Europeia ou um Estado subscritor do acordo com o Espaço Económico Europeu.

- b) Auditoria à fábrica, com o intuito de avaliar a forma como se encontram implementados os procedimentos que visam assegurar o controlo da qualidade do produto pelo fabricante. Os objetivos desta visita à fábrica são os seguintes:
- (b1) Avaliar o Sistema de Gestão da Qualidade implementado pelo fabricante, designadamente no que se refere à seleção das matérias-primas, ao processo de fabrico, ao planeamento e controlo da produção e aos recursos técnicos e humanos existentes.
 - (b2) Constatar o cumprimento dos requisitos de autocontrolo de produção por parte do fabricante (consultar Quadro 2.2).
 - (b3) Verificar o cumprimento da declaração do teor de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), exigida pelo Decreto-Lei nº 181/2006 de 6 de setembro, que estabelece os limites de COV por categoria de produto.
 - (b4) Proceder à colheita de material para efetuar ensaios de identificação no LNEC.
- c) Caso seja possível, nesta fase ainda poderão ser efetuadas visitas a obras em que tenha sido aplicado o esquema de pintura.

Para o controlo da produção por parte do fabricante, referido em (b2), deverá ser realizado, pelo menos, o conjunto de ensaios indicados no Quadro 2.2. Os métodos de ensaio a utilizar encontram-se indicados na Secção 3, podendo ser usados outros, desde que sejam considerados equivalentes.

No fim desta segunda fase será elaborado um relatório com os resultados dos ensaios de identificação efetuados sobre o material colhido em fábrica e as conclusões da auditoria efetuada à fábrica e de eventuais visitas realizadas a obras onde o material foi aplicado.

Concluída esta segunda fase, e não existindo razões que impeçam a concessão do documento de aplicação, prosseguir-se-á para a terceira fase do estudo.

Quadro 2.2 – Ensaio mínimos a realizar no autocontrolo da produção

Característica	Componente	Periodicidade
Aspeto visual e cor	- tinta	Todos os lotes (Nota 2)
Massa volúmica	- tinta	
Viscosidade	- primário	
Brilho	- tinta (lisa)	A cada 10 lotes ou a cada 1000 toneladas (a situação que ocorrer primeiro)
Teor de matérias não voláteis	- tinta - primário	
Poder de cobertura	- tinta	Uma vez por semestre
Resistência à fissuração a espessuras elevadas		
Teor de cinzas (a 450°C)		
Espectro no infravermelho do ligante (Nota 1)	- tinta - primário	Uma vez por ano
Nota 1: Considera-se suficiente a apresentação do espectro no infravermelho apresentado pelo fornecedor da matéria-prima.		
Nota 2: Entende-se “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, desde que não seja excedido o período máximo de um dia de produção.		

2.3 Elaboração do Documento de Aplicação

Concluídas as duas fases anteriores, e caso os resultados sejam satisfatórios, proceder-se-á à elaboração do Documento de Aplicação, cuja emissão fica sujeita à aprovação da Comissão de Coordenação da Apreciação Técnica de Produtos de Construção do LNEC. Uma vez aprovado por esta comissão, segue-se a sua publicação e divulgação através do portal do LNEC (www.lnec.pt, menu “serviços”) onde se encontra a lista atualizada dos Documentos de Aplicação válidos.

O Documento de Aplicação, que terá um número de série atribuído pelo LNEC, apresenta o seguinte conteúdo:

- (i) Descrição do revestimento, onde se apresentam os componentes do esquema de pintura, incluindo a sua descrição e características gerais; inclui-se nesta secção a informação relativa à emissão de compostos orgânicos voláteis;
- (ii) Campo de aplicação, onde se referem os tipos de superfícies e condições em que se pode aplicar o esquema de pintura;
- (iii) Fabrico e controlo da qualidade, onde é referida a forma como o fabricante efetua o controlo de produção dos componentes do esquema de pintura;
- (iv) Apresentação comercial, onde são indicadas as formas de comercialização dos componentes do esquema de pintura;
- (v) Aplicação em obra, onde são dadas recomendações de carácter geral e específicas sobre as condições a satisfazer pelos suportes, condições atmosféricas, rendimentos de aplicação, armazenagem em obra e indicações relacionadas com higiene e segurança;

- (vi) Manutenção e reparação do revestimento, onde são dadas indicações relacionadas com a limpeza e manutenção do aspeto do revestimento e sobre reparações localizadas ou repinturas;
- (vii) Modalidade de comercialização e de assistência técnica;
- (viii) Análise experimental, onde são enumeradas as características avaliadas durante o estudo experimental efetuado sobre os componentes do esquema de pintura e sobre o revestimento por pintura;
- (ix) Avaliação do desempenho, onde são apresentadas as principais conclusões retiradas dos ensaios de desempenho efetuados sobre o revestimento;
- (x) Ensaio de receção, onde são indicados os ensaios de receção que permitam verificar que as características dos componentes do esquema de pintura se encontram dentro dos intervalos de tolerância aí especificados;
- (xi) Referências, onde são apresentadas algumas obras mais significativas executadas com o esquema de pintura.

3 | Avaliação experimental

Durante o estudo experimental faz-se a determinação das características dos componentes do esquema de pintura, com vista à sua identificação, e avalia-se o desempenho do revestimento, com base nos métodos e requisitos estabelecidos na presente secção deste documento. São igualmente apresentadas as classes definidas para efeitos de classificação das características a que as normas NP 4505 (NP 4505; 2012) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009) fazem referência.

As amostras representativas do(s) produto(s) a ensaiar durante o estudo experimental devem ser entregues no LNEC, sendo a sua colheita e respetivo processo de amostragem, da responsabilidade do requerente.

Segue-se uma apresentação dos métodos de ensaio usados para determinar as características dos componentes do esquema de pintura e avaliar o desempenho do revestimento obtido, assim como os critérios utilizados na sua apreciação.

3.1 Características de identificação dos componentes

No Quadro 3.1 apresentam-se as características de identificação de todos os componentes do esquema de pintura (tinta e primário, caso exista) e os respetivos métodos de ensaio usados para as determinar.

Quadro 3.1 – Características de identificação

Característica	Método de ensaio
Teor de matérias voláteis e não voláteis	NP EN ISO 3251
Massa volúmica	EN ISO 2811-1
Teor de sólidos em volume	EN ISO 3233-1
Teor de pigmentos e cargas ¹ (a 450 °C, a 600 °C e a 900 °C)	EN ISO 14680-2
Viscosidade <i>Stormer</i> ou tempo de escoamento	NP 234 ou NP EN ISO 2431
Natureza do ligante por FTIR	EN 1767

A apreciação dos resultados obtidos nos ensaios de determinação das características de identificação dos componentes deve resultar do confronto com os resultados declarados pelo fabricante na documentação entregue na 1ª fase. Estes resultados poderão servir, igualmente, de referência durante a análise dos resultados dos ensaios de autocontrolo a efetuar durante a auditoria a realizar na 2ª fase.

¹ Método de referência para a determinação do teor de cinzas a 450 °C referido no Quadro 2.2.

3.1.1 Teores de matéria volátil e não volátil

Método	Norma de ensaio: NP EN ISO 3251 (NP EN ISO 3251; 2009)
Princípio	É medida a variação de massa de uma porção de material que permanece, durante um determinado intervalo de tempo, no interior de uma estufa a uma temperatura definida em função do tipo de material.
Condições de ensaio	Tipo de recipiente: cápsula de alumínio; Tipo de estufa: ventilada; Temperatura de ensaio: 105 (± 2) °C; Duração do aquecimento: 1 hora.
Expressão dos resultados	Valores dos teores de matéria volátil e não-volátil, em %, calculados a partir dos valores da variação de massa.

3.1.2 Massa volúmica

Método	Norma de ensaio: EN ISO 2811-1 (EN ISO 2811-1; 2016)
Princípio	Um picnómetro de volume calibrado é cheio com o material a ensaiar e pesado, sendo a massa volúmica calculada a partir da massa medida e do volume conhecido.
Condições de ensaio	Tipo de picnómetro: metálico ou de vidro (<i>Gay-Lussac</i>); Temperatura de ensaio: 23 (± 2) °C.
Expressão dos resultados	Valor da massa volúmica, dado em g.cm ⁻³ .

3.1.3 Teor de sólidos em volume

Método	Norma de ensaio: EN ISO 3233-1 (EN ISO 3233-1; 2013)
Princípio	Um conjunto de discos/chapas são pesados no ar e num líquido de imersão adequado, e depois de revestidos e secos são novamente pesados no ar e no líquido. Com estes valores calcula-se a massa volúmica da película seca. A partir da massa volúmica do produto líquido, do teor de matéria não volátil e da massa volúmica da película seca, calcula-se o teor de sólidos em volume.
Condições de ensaio	Tipo de substrato: discos/chapas de aço inox; Condições de secagem: ao ar, durante 7 dias a 23 (± 2) °C e 50 (± 5)%; Líquido de imersão: água desmineralizada; Temperatura de ensaio: 23 (± 2) °C.
Expressão dos resultados	Valor do teor de sólidos em volume, dado em %.

3.1.4 Teor do teor de pigmentos e cargas

Método	Norma de ensaio: EN ISO 14680-2 (EN ISO 14680-2; 2006)
Princípio	Calcinação até massa constante a três temperaturas distintas.
Condições de ensaio	Temperaturas de calcinação: 450 °C, 600 °C e 900 °C.
Expressão dos resultados	Valores do teor em cinzas, em %, calculados a partir da variação de massa a 450 °C, 600 °C e 900 °C.

3.1.5 Natureza do ligante

Método	Norma de ensaio: EN 1767 (EN 1767; 1999)
Princípio	Faz-se a avaliação das bandas de absorção, na gama dos infravermelhos, obtendo-se o espectro característico da natureza química do material em estudo.
Preparação do material	Formação da película do ligante, após extração por centrifugação com um solvente adequado.
Expressão dos resultados	Observação e análise da posição e intensidade das bandas de absorção presentes no espectro IV e comparação com espectros disponíveis em bibliotecas de espectros digitais.

3.1.6 Viscosidade

Método	Norma de ensaio: NP 234 (NP 234; 1995) – método B
Princípio	Determinação da massa necessária para provocar um movimento de rotação de 200 rpm, das pás do viscosímetro quando imersas no produto a ensaiar.
Condições de ensaio	Temperatura de ensaio: 23 (\pm 2) °C.
Expressão dos resultados	Os resultados são expressos em Unidades Krebs - UK (a escala de Krebs é usada para exprimir a viscosidade da tinta e é uma função logarítmica da massa necessária para que as pás do viscosímetro Stormer girem com a velocidade de 200 rpm).

3.2 Características relacionadas com o aspeto do revestimento

A amostra contida no recipiente original deve ser examinada de acordo com o especificado na norma NP EN ISO 1513 (NP EN ISO 1513; 2012), não devendo apresentar peles grossas, depósitos duros e secos, sinais de putrefação ou outros defeitos.

O esquema de pintura deve ser aplicado de acordo com as recomendações do fabricante e observado o seu aspeto, após secagem, quanto ao aparecimento de defeitos de pintura descritos na EN ISO 4618 (EN ISO 4618; 2014). Não deve ser detetado qualquer defeito dos referidos na norma, quando observada com vista normal corrigida.

No Quadro 3.2 apresentam-se as características relacionadas com o aspeto e os respetivos métodos de ensaio usados para as determinar.

Quadro 3.2 – Características relacionadas com o aspeto do revestimento

Característica	Método de ensaio
Textura do acabamento (tinta lisa ou texturada)	Observação visual
Dimensão das partículas (tintas lisas e texturadas)	EN ISO 1524; EN ISO 787-7 ou EN ISO 787-18
Poder de cobertura (tintas lisas)	NP EN ISO 6504-3
Brilho (tintas lisas)	NP EN ISO 2813

3.2.1 Textura de acabamento

A película resultante da aplicação da última demão de tinta de um esquema de pintura pode ser lisa ou texturada, dando origem a diferentes tipos de acabamentos – liso ou texturado. Esta característica

deve ser apreciada visualmente.

3.2.2 Dimensão das partículas

As tintas podem ser classificadas quanto à dimensão das partículas das cargas dispersas em quantidade suficiente para influenciar a rugosidade do acabamento.

As tintas lisas devem ter uma dimensão máxima de partícula de 80 µm, pertencendo sempre à classe S₁ definida na NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009). As tintas texturadas podem ser classificadas em diferentes classes, em função das dimensões das partículas, de acordo com o Quadro 3.3, em consonância com as classes definidas nas normas NP 4505 (NP 4505; 2012).

Quadro 3.3 – Classificação segundo a dimensão das partículas em tintas texturadas

Sigla	Classe	Requisito (µm)	Método de ensaio
S ₁	Grão fino	> 80 e < 100	EN ISO 1524
S ₂	Grão médio	> 100 e < 300	EN ISO 787-7 ou EN ISO 787-18
S ₃	Grão grosso	> 300 e < 1500	
S ₄	Grão muito grosso	> 1500	

3.2.3 Poder de cobertura

Método de ensaio

O poder de cobertura, que se aplica a tintas lisas de cor branca ou cores claras (com um fator de reflectância, Y, superior a 25), expresso em m².l⁻¹ para a razão de contraste (Y_b/Y_w) de 0,98 deve ser determinada utilizando a técnica descrita na norma NP EN ISO 6504-3 (NP EN ISO 6504-3; 2011) – método B.

Neste ensaio avalia-se o rendimento (em m².l⁻¹) necessário para alcançar a razão de contraste de 0,98, com base na medição dos valores tri-estimulo de cartões negros e brancos pintados com diferentes rendimentos de aplicação. Calcula-se, também, o poder de cobertura correspondente ao rendimento recomendado pelo fabricante.

Requisito

As tintas lisas de cor branca devem apresentar para a razão de contraste de 0,98 um rendimento igual ou superior a 6 m².l⁻¹.

3.2.4 Brilho

Método de ensaio

O brilho da película lisa (não se aplica a tintas texturadas), resultante da aplicação da tinta numa base de vidro, com a espessura seca de 100 (± 10) µm, deve ser determinado de acordo com a norma NP EN ISO 2813 (NP EN ISO 2813; 2016), utilizando os ângulos de incidência de 60° e de 85°.

Classificação

O brilho deve ser classificado de acordo com as classes apresentadas no Quadro 3.4, em consonância com as classes definidas nas normas NP 4505 (NP 4505; 2012) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Quadro 3.4 – Classificação do revestimento segundo o brilho

Sigla	Classe	Requisito (unidades de brilho)	Ângulo de incidência
G ₁	Brilhante	> 60	60°
G ₂	Semi-brilhante ou semi-mate	≤ 60	60°
		> 10	85°
G ₃	Mate	≤ 10	85°

3.3 Características utilizadas na avaliação do desempenho

No Quadro 3.5 apresentam-se as características utilizadas na avaliação do desempenho e os respetivos métodos de ensaio usados para as determinar.

A avaliação destas propriedades de desempenho é feita após aplicação da tinta ou do esquema de pintura em suportes adequados, de acordo com as condições indicadas nas fichas técnicas, devendo respeitar-se o rendimento de aplicação e/ou o valor nominal da espessura indicado.

Quadro 3.5 – Características de desempenho do revestimento

Característica (componente do esquema de pintura com primário, se existir)	Método de ensaio
Espessura do revestimento por pintura (tinta e esquema)	NP 4505
Resistência à fissuração a espessuras elevadas (tinta lisa)	Anexo B da norma NP 4505
Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos (tinta e esquema)	Anexo A da norma NP 4505
Permeabilidade à água (tinta e esquema)	NP EN 1062-3
Permeabilidade ao vapor de água (tinta e esquema)	EN ISO 7783
Avaliação da aderência ao substrato (tinta ou esquema)	NP EN ISO 2409
Resistência ao envelhecimento artificial acelerado com determinação da diferença de cor (tinta ou esquema)	EN ISO 16474-2 e ISO 11664-4
Resistência aos fungos (tinta)	ASTM D 5590
Resistência às algas (tinta)	ASTM D 5589
Permeabilidade ao dióxido de carbono (tinta e esquema) *	NP EN 1062-6
Resistência ao arrancamento (tinta ou esquema) *	EN ISO 4624
Comportamento à fissuração do substrato (tinta ou esquema) *	NP EN 1062-7
* ensaios opcionais	

3.3.1 Espessura do revestimento por pintura

A película seca resultante da aplicação da tinta e do esquema de pintura com primário (se existir), de acordo com as condições apresentadas nas respetivas fichas técnicas no que se refere a diluições, número de demãos e rendimentos de aplicação, deve ser classificada quanto à espessura de acordo com o Quadro 3.6, em consonância com as classes definidas nas normas NP 4505 (NP 4505; 2012) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Quadro 3.6 – Classificação do revestimento segundo a espessura seca

Sigla da classe	Requisito (µm)
E ₁	≤ 50
E ₂	> 50 e ≤ 100
E ₃	> 100 e ≤ 200
E ₄	> 200 e ≤ 400
E ₅	> 400

A espessura seca, deve ser calculada a partir do valor do consumo da aplicação e do teor de sólidos em volume, de acordo com a seguinte equação:

$$E = \frac{C \times NV}{100} \quad (1)$$

em que:

- E – espessura seca do revestimento por pintura, em µm;
- C – consumo, em ml.m⁻²;
- NV – teor de sólidos em volume.

3.3.2 Resistência à fissuração a espessuras elevadas

Método de ensaio

A determinação da resistência da tinta (lisa) à fissuração a espessuras elevadas, deve ser determinada de acordo com o Anexo B da norma NP 4505 (NP 4505; 2012). Neste ensaio, a tinta é aplicada num bloco metálico que apresenta na zona central um sulco com um formato em cunha, com uma profundidade que varia entre 0 µm e 2000 µm. Após a secagem, observa-se a que espessura se deu o início do aparecimento da fissuração da película do revestimento formado (valor estimado de espessura húmida) e determina-se o valor da espessura da película seca correspondente, pelo método das correntes de eddy (EN ISO 2808; 2007).

Requisitos

A película de tinta seca não deve apresentar fissuração para espessura seca inferior a 600 µm.

3.3.3 Resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos

Método de ensaio

A determinação da resistência aos álcalis dos ligantes hidráulicos deve ser efetuada para o revestimento resultante da aplicação da tinta e para o revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura com primário, caso exista. O revestimento por pintura deve ser aplicado em painéis de argamassa (com um traço cimento/areia 1:2 e uma razão água/cimento de 0,43), de acordo com as instruções do fabricante quanto ao número de demãos, diluições e rendimentos. O ensaio deve ser efetuado de acordo com o Anexo A da norma NP 4505 (NP 4505; 2012).

Requisitos

O revestimento só pode apresentar uma ligeira humidade e pegajosidade, recuperando o aspeto inicial após secagem. Este requisito aplica-se ao revestimento obtido pela aplicação da tinta e ao revestimento obtido pela aplicação do esquema de pintura com o primário, caso ele exista.

3.3.4 Permeabilidade à água

Método de ensaio

A determinação da permeabilidade à água deve ser efetuada para o revestimento resultante da aplicação da tinta e para o revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura com primário, caso exista. O revestimento por pintura deve ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante quanto ao número de demãos, diluições e rendimentos. O ensaio deve ser efetuado de acordo com a norma NP EN 1062-3 (NP EN 1062-3; 2014).

Neste ensaio, o esquema de pintura é aplicado numa das faces de um tijolo de argila, encontrando-se as restantes faces e os lados impermeabilizados. Após secagem, e lixiviação da película formada, a face pintada é imersa em água e faz-se a monitorização da massa ao longo do tempo, em intervalos adequados.

Com base nos resultados obtidos determina-se o coeficiente de permeabilidade à água, a partir da seguinte equação:

$$\frac{m_t - m_0}{A} = W \times \sqrt{t} \quad (2)$$

em que:

m_t – massa do provete ao fim do tempo de imersão t , em kg;

m_0 – massa inicial do provete, em kg;

A – área de permeação, em m^2 ;

W – coeficiente de absorção de água, em $kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-0,5}$;

t – tempo de imersão, em h.

Classificação

A permeabilidade à água do revestimento por pintura deve ser classificada de acordo com o Quadro 3.7, em consonância com as classes indicadas nas normas NP 4505 (NP 4505; 2012) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Quadro 3.7 – Classificação do revestimento segundo a permeabilidade à água

Sigla	Classe	Requisito
		Coefficiente de permeabilidade à água, W [kg.m ⁻² .h ^{-0,5}]
W ₂	Média	> 0,1 e ≤ 0,5
W ₃	Baixa	≤ 0,1

Requisitos

O valor do coeficiente de permeabilidade à água, após 24 horas de imersão, deve ser inferior ou igual a 0,5 kg.m⁻².h^{-0,5}. Este valor aplica-se para os revestimentos obtidos por aplicação da tinta e do esquema de pintura, caso exista primário.

3.3.5 Permeabilidade ao vapor de água

A determinação da permeabilidade ao vapor de água deve ser efetuada para o revestimento resultante da aplicação da tinta e para o revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura com primário, caso exista. O revestimento por pintura deve ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante quanto ao número de demãos, diluições e rendimentos. O ensaio deve ser efetuado de acordo com a norma EN ISO 7783 (EN ISO 7783; 2011).

Neste ensaio, faz-se a montagem do revestimento (livre ou sobre um substrato adequado) numa cápsula contendo uma solução saturada de fosfato de amónio dihidrogenado de forma a produzir uma humidade relativa de 93 % a 23 (±2) °C e condicionamento num ambiente à temperatura de 23 (±2) °C e 50 (±5) % de humidade relativa, com monitorização da massa ao longo do tempo, em intervalos adequados.

Com os resultados obtidos determina-se o valor da velocidade de transmissão do vapor de água através do revestimento, de acordo com a seguinte equação (no caso do ensaio ter sido efetuado com a película livre):

$$V = 24 \times \frac{p}{p_0} \times \frac{G}{A} \quad (3)$$

em que:

V – velocidade de transmissão do vapor de água através da película, em g.m⁻².dia⁻¹;

p/p₀ = 0,999882, considerando h=100 m, em p = p₀-(h/8,5), com p₀=101325 Pa;

G – fluxo de vapor de água através da película, em estado estacionário, em g.h⁻¹;

A – área de permeação, em m².

Caso o ensaio tenha sido efetuado sobre um substrato poroso, o valor da velocidade da transmissão do vapor de água através do revestimento determina-se a partir da expressão:

$$V = \frac{V_{CS} \times V_S}{V_S - V_{CS}} \quad (4)$$

em que:

V – velocidade de transmissão do vapor de água através da película, em g.m⁻².dia⁻¹;

V_{CS} – velocidade de transmissão do vapor de água através da película e do substrato, em g.m⁻².dia⁻¹;

V_S – velocidade de transmissão do vapor de água através do substrato, em g.m⁻².dia⁻¹.

Para além da velocidade de transmissão do vapor de água, os resultados do ensaio permitem ainda determinar o fator de resistência à permeação ao vapor de água, que é dado por:

$$\mu = \frac{1}{d} \left(\delta_L \times A \times \frac{\Delta P}{G} - s \right) \quad (5)$$

em que:

A – área de permeação, em m²;

d – espessura da película do revestimento por pintura, em m;

ΔP – diferença entre as pressões parciais de vapor de água sobre a película, em Pa;

G – fluxo de vapor de água através da película, em estado estacionário, em kg.h⁻¹;

s – espessura média da camada de ar sob a película, em m;

δ_L – permeabilidade ao vapor de água do ar, em kg.m.⁻¹.h.⁻¹.Pa⁻¹, obtida pela seguinte equação:

$$\delta_L = \frac{0,0831}{R \times T} \times \frac{p_0}{p} \times \left(\frac{T}{273} \right)^{1,81} \quad (6)$$

em que:

R – constante dos gases perfeitos, reportado ao vapor de água (462 N.m.kg⁻¹.K⁻¹);

T – temperatura de ensaio, em K;

p₀ – pressão atmosférica normal (101 325 N.m⁻²);

p – pressão atmosférica durante o ensaio, em N.m⁻².

Com base no valor do fator de resistência à permeação ao vapor de água, calcula-se a espessura da camada de ar com permeação equivalente, dada por:

$$S_D = \mu \times d \quad (7)$$

em que:

S_D – espessura da camada de ar com permeação equivalente, em m;

μ – fator de resistência à permeação de vapor de água, dado pela Eq. 5;

d – espessura da película do revestimento por pintura, em m.

Classificação

A permeabilidade ao vapor de água do revestimento por pintura obtido pela aplicação da tinta deve ser classificada de acordo com o Quadro 3.8, em consonância com as classes indicadas nas normas NP 4505 (NP 4505; 2012) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Quadro 3.8 – Classificação do revestimento segundo a permeabilidade ao vapor de água

Sigla	Classe	Requisito	
		Velocidade de transmissão do vapor de água, V [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$]	Espessura da camada de ar com difusão equivalente, S_D [m]
V ₁	Elevada	> 150	< 0,14
V ₂	Média	≤ 150 e > 15	≥ 0,14 e < 1,4
V ₃	Baixa	≤ 15	≥ 1,4

NOTA: Deve dar-se especial atenção aos esquemas de pintura em que o resultado do ensaio de permeabilidade ao vapor de água tenha conduzido a valores próximos do limite superior de S_D ou do limite inferior de V , relativos à classe “Média” (V₂). Com efeito, nestes casos pequenas alterações no rendimento de aplicação e conseqüentemente na espessura do revestimento podem tornar o esquema de pintura mais impermeável ao vapor de água, passando a classificar-se na classe “Baixa” (V₃), deixando de cumprir o requisito estabelecido para a permeabilidade ao vapor de água.

Requisitos

O valor da espessura da camada de ar com permeação equivalente, S_D , deve ser inferior ou igual a 1,4 m.

No caso dos revestimentos por pintura obtidos pela aplicação de um esquema de pintura com primário, o valor de S_D deve ser menor ou igual a 2, desde que se verifique a seguinte condição:

$$S_D \times W < 0,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{h}^{-0,5}$$

em que

S_D – espessura da camada de ar com permeação equivalente de vapor de água, em m;

W – coeficiente de absorção de água, em $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$.

3.3.6 Aderência por quadrícula

Método de ensaio

O ensaio de aderência é realizado de acordo com a NP EN ISO 2409 (NP EN ISO 2409; 2015) e é aplicável a revestimentos por pintura com uma textura lisa e com uma espessura seca inferior a 250 μm . O substrato deve ser um painel de argamassa com um traço cimento/areia 1:2 e uma razão água/cimento de 0,43 (painel idêntico aos utilizados no ensaio de determinação da resistência aos álcalis).

Neste ensaio é utilizado um objeto cortante, especialmente concebido para o efeito, que permite efetuar cortes com uma determinada distribuição (em quadrícula) no revestimento aplicado sobre o painel de argamassa. A distância entre os cortes depende da espessura do revestimento. De seguida aplica-se uma ligeira escovagem, observando-se se são destacadas porções de quadrícula da película. Por fim, aplica-se uma fita adesiva e faz-se um arrancamento brusco, avaliando-se,

novamente, a quantidade de porções de quadrícula que se destacam. De acordo com a forma e a proporção de porções de quadrícula destacadas faz-se a classificação de 0 a 5 (em que 0 representa a ausência de destacamentos).

Requisitos

Deverá obter-se uma classificação de 2 ou melhor, utilizando um espaçamento entre cortes selecionado de acordo com a espessura da película (valor calculado com base no rendimento).

3.3.7 Resistência ao envelhecimento artificial acelerado

Método de ensaio

A resistência ao envelhecimento artificial acelerado do revestimento por pintura deve ser determinada após exposição durante 1000 horas nas condições descritas na norma EN ISO 16474-2 (EN ISO 16474-2; 2013), utilizando o método A e o ciclo 1. O ensaio deve ser efetuado sobre o revestimento resultante da aplicação da tinta se não existir primário e sobre o revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura, caso exista primário.

A aplicação do revestimento por pintura deve ser feita sobre provetes de argamassa de cimento normal do Tipo I e areia com uma granulometria indicada no Quadro 6 da norma NP 4505 (NP 4505; 2012), de traço (1:3) e uma razão A/C próxima de 0,5. Na secção 7.9 dessa norma apresentam-se as condições de fabrico dos provetes de argamassa e a forma como devem ser curados. A aplicação do revestimento por pintura deve ser efetuada de acordo com as condições indicadas nas fichas técnicas, quanto ao número de demãos e rendimentos de aplicação, devendo ser selado o verso e as arestas laterais dos provetes com a mesma tinta ou com uma tinta de qualidade idêntica ou superior.

A avaliação do revestimento por pintura ao longo do ensaio é efetuada em intervalos pré-definidos, por observação visual e comparação com provetes não expostos para deteção de defeitos e através da medição da diferença de cor relativamente a película do revestimento não envelhecida.

A observação visual deve ser efetuada com base nas classificações estabelecidas nas diferentes partes da norma EN ISO 4628 (EN ISO 4628-1; 2016, EN ISO 4628-2; 2016, EN ISO 4628-4; 2016, EN ISO 4628-5; 2016, EN ISO 4628-6; 2015, EN ISO 4628-7; 2016).

A medição da diferença de cor deve ser efetuada de acordo com a norma ISO 11664-4 (ISO 11664-4; 2008), nas seguintes condições: geometria de medição d/8°, iluminante D 65, sistema L*a*b*, observador a 10°, brilho especular incluído e componente UV incluída.

Requisitos

O revestimento por pintura ensaiado não deve apresentar defeitos como fissuração, empolamento ou destacamento e pode apresentar apenas pulverulência muito reduzida - grau 1 de acordo com a EN ISO 4628-6 (EN ISO 4628-6; 2015).

No que se refere à cor, os valores máximos admissíveis para a diferença de cor (ΔE^*) dependem da cor da tinta. A cor da tinta deverá ser classificada quanto à cor RAL mais próxima das que se inserem nos grupos que constam da tabela do Anexo C da norma NP 4505 (NP 4505; 2012), onde se encontram definidos os respetivos valores máximos admissíveis para ΔE^* . O revestimento por pintura depois de envelhecido não pode apresentar um valor de ΔE^* superior ao valor admitido para a cor RAL mais próxima, com uma tolerância de +1.

3.3.8 Resistência aos fungos

Método de ensaio

A resistência do revestimento por pintura ao crescimento de fungos deve ser determinada de acordo com o descrito na norma ASTM D 5590 (ASTM D 5590; 2010), usando como meio contaminante uma mistura de *Aspergillus niger* e *Penicillium funiculosum* e um tempo de exposição de 4 semanas. O ensaio deverá ser efetuado em películas de tinta aplicadas em ambos os lados de um suporte inerte, considerando-se adequados como suporte os filtros de fibra de vidro. A tinta deve ser seca durante pelo menos 7 dias. As películas são sujeitas a lixiviação, antes do ensaio. A lixiviação consiste na imersão em água durante 24 horas dos provetes, com mudança da água após um período inicial de 8 horas. Os provetes são depois secos ao ar durante um período de 24 horas, antes do ensaio.

Classificação

A resistência aos fungos do revestimento por pintura deve ser classificada de acordo com o Quadro 3.9, em que a classe I corresponde ao requisito da norma NP 4505 (NP 4505; 2012).

Quadro 3.9 – Classificação do revestimento segundo a resistência aos fungos

Classe	Requisito: em cada três provetes ensaiados ...
I	... apenas um apresenta o grau de crescimento 1
II	... mais do que um apresenta o grau de crescimento 1
III	... nenhum pode apresentar um grau de crescimento superior a 2

Requisitos

A película de tinta seca deve impedir ou reduzir substancialmente o desenvolvimento de colónias de fungos ao longo de um período de exposição de 4 semanas. De acordo com a área da superfície do provete contaminada, assim se define o grau de crescimento: grau 0 – sem crescimento; grau 1 – menos de 10 %; grau 2 – entre 10 % e 30 %; grau 3 – entre 30 % e 60 % e grau 4 – superior a 60 %. Com base nos resultados obtidos no ensaio efetuado em triplicado, faz-se a classificação do revestimento segundo a resistência aos fungos.

3.3.9 Resistência às algas

Método de ensaio

A resistência do revestimento por pintura ao crescimento de algas deve ser determinada de acordo

com o descrito na norma ASTM D 5589 (ASTM D 5589;2013), usando como meio contaminante uma mistura de, por exemplo, *Chlorellavulgaris* e *Planktothrixspp. (Oscillatoria)*, ou outra que seja objeto de acordo prévio entre as partes interessadas. O tempo de exposição deve ser de 4 semanas. O ensaio deverá ser efetuado em películas de tinta aplicadas em ambos os lados de um suporte inerte, considerando-se adequados como suporte os filtros de fibra de vidro. A tinta deve ser seca durante pelo menos 7 dias. As películas são sujeitas a lixiviação, antes do ensaio. A lixiviação consiste na imersão em água durante 24 horas dos provetes, com mudança da água após um período inicial de 8 horas. Os provetes são depois secos ao ar durante um período de 24 horas, antes do ensaio.

Classificação

A resistência às algas do revestimento por pintura deve ser classificada de acordo com o Quadro 3.10, em que a classe I corresponde ao requisito da norma NP 4505 (NP 4505; 2012).

Quadro 3.10 – Classificação do revestimento segundo a resistência às algas

Classe	Requisito: em cada três provetes ensaiados ...
I	... apenas um apresenta o grau de crescimento 1
II	... mais do que um apresenta o grau de crescimento 1
III	... nenhum pode apresentar um grau de crescimento superior a 2

Requisitos

A película de tinta seca deve impedir ou reduzir substancialmente o desenvolvimento de colónias de algas ao longo de um período de exposição de 4 semanas. De acordo com a área da superfície do provete contaminada, assim se define o grau de crescimento: grau 0 – sem crescimento; grau 1 – menos de 10 %; grau 2 – entre 10 % e 30 %; grau 3 – entre 30 % e 60 % e grau 4 – superior a 60 %. Com base nos resultados obtidos no ensaio efetuado em triplicado, faz-se a classificação do revestimento segundo a resistência às algas.

3.3.10 Permeabilidade ao dióxido de carbono

Método de ensaio

A determinação da permeabilidade ao dióxido de carbono deve ser efetuada no revestimento resultante da aplicação da tinta ou no revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura com primário, caso exista. O revestimento por pintura deve ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante quanto ao número de demãos, diluições e rendimentos. O ensaio deve ser efetuado de acordo com a norma NP EN 1062-6 (NP EN 1062-6; 2006).

Classificação

A permeabilidade ao dióxido de carbono do revestimento por pintura deve ser classificada de acordo com o Quadro 3.11, em consonância com as classes indicadas na norma NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

Quadro 3.11 – Classificação do revestimento segundo a permeabilidade ao dióxido de carbono

Classe	Requisito	
	Velocidade de transmissão do dióxido de carbono [g.m ⁻² .dia ⁻¹]	Espessura da camada de ar com difusão equivalente [m]
C ₀	Sem requisito	
C ₁	< 5	> 50

3.3.11 Resistência ao arrancamento

Método de ensaio

A determinação da resistência ao arrancamento deve ser efetuada no revestimento resultante da aplicação da tinta ou no revestimento resultante da aplicação do esquema de pintura com primário, caso exista. Esta resistência (ensaio de *pull-off*) deve ser determinada de acordo com a norma EN ISO 4624 (EN ISO 4624; 2016), usando como substrato painéis de argamassa idênticos ao referido na Secção 3.3.6.

Requisitos

O valor mínimo admissível para a resistência à rotura por tração é 0,7 N.mm⁻².

3.3.12 Resistência do revestimento à fissuração do substrato

Método de ensaio

A capacidade da película de tinta acompanhar a fissuração do substrato (*crack-bridging*), considerada como uma propriedade adicional, deve ser determinada de acordo com o método A da norma NP EN 1062-7 (NP EN 1062-7; 2015).

Requisitos

No caso do revestimento por pintura possuir a capacidade de acompanhar a fissuração do substrato, seja ele com acabamento texturado ou liso com uma espessura seca até 250 µm, este deve pertencer, pelo menos, à classe A1 definida nas normas NP EN 1062-7 (NP EN 1062-7; 2015) e NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009).

3.4 Cores diferentes do branco

Para efeitos de avaliação da resistência ao envelhecimento artificial acelerado de uma determinada família de tintas que inclua a cor branca e outras cores, deve proceder-se ao ensaio da cor branca e das seis cores próximas das cores RAL indicadas no Quadro 3.12, utilizando o método descrito na Secção 3.3.7.

O ensaio de resistência ao envelhecimento artificial acelerado com avaliação da diferença de cor deve ser realizado, por defeito, sem utilização de primário. Contudo, no caso de algumas cores pode tornar-se necessária a aplicação de um primário (selecionado pelo fabricante).

O ensaio de resistência ao envelhecimento artificial acelerado para tintas com cores diferentes do branco deve ser realizado, por defeito, com utilização do primário, caso exista.

Quadro 3.12 – Cores RAL para avaliação da resistência ao envelhecimento artificial acelerado

Código RAL	Cor	Código RAL	Cor
RAL 1014	Marfim	RAL 3015	rosa claro
RAL 2002	Vermelho	RAL 5017	azul
RAL 2009	Laranja	RAL 6021	verde pálido

No caso do Documento de Aplicação incluir cores diferentes do branco, a sua renovação exigirá que sejam ensaiadas seis cores adicionais, para cada período de três anos (período de validade do DA), selecionando-se novas cores em cada um dos grupos RAL 4XXX; RAL 7XXX; RAL 8XXX e RAL 9XXX, de entre todas as cores incluídas no Anexo C da norma NP 4505 (NP 4505; 2012).

3.5 Código de designação

De acordo com a norma NP EN 1062-1 (NP EN 1062-1; 2009), o fabricante da tinta pode designá-la por um código contendo a seguinte informação:

- (i) NP EN 1062-1
- (ii) Brilho - G_i
- (iii) Espessura - E_i
- (iv) Dimensão das partículas - S_i
- (v) Permeabilidade ao vapor de água - V_i
- (vi) Permeabilidade à água - W_i
- (vii) Resistência à fissuração do substrato - A_i
- (viii) Permeabilidade ao dióxido de carbono - C_i

O código de designação para um revestimento por pintura brilhante com uma espessura seca entre 50 μm e 100 μm , com acabamento texturado de grão fino, taxa de transmissão de vapor de água $> 15 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, permeabilidade à água $> 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ e $\leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$, sem requisitos para a resistência à fissuração do substrato e à permeabilidade ao dióxido de carbono seria o seguinte:

NP EN 1062-1	G_1	E_2	S_1	V_2	W_2	A_0	C_0
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Este código poderá constar na ficha técnica e no rótulo da embalagem de tinta.

4 | Renovação do Documento de Aplicação

O Documento de Aplicação tem um período de validade de três anos, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC. Para a renovação do Documento de Aplicação será elaborado um plano de trabalhos específico para o efeito, que inclui as seguintes tarefas:

- i) Auditoria à fábrica com o intuito de avaliar se o Sistema da Qualidade contínua adequadamente implementado pelo fabricante e se os requisitos de controlo de produção em fábrica estabelecidos pelo LNEC continuam a ser cumpridos;
- ii) Colheita de amostras dos componentes do esquema de pintura para ensaios a efetuar no LNEC com o objetivo de verificar que a constituição dos produtos corresponde à inicial;
- iii) Elaboração do relatório com os resultados das tarefas i) e ii) e sua apreciação;
- iv) Renovação do Documento de Aplicação, caso a apreciação seja satisfatória.

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.

5 | Considerações finais

Os estudos de concessão de Documentos de Aplicação de revestimentos por pintura para rebocos de cimento e de betão em superfícies exteriores destinam-se a comprovar a adequabilidade ao uso de cada revestimento desse tipo, abrangendo, por um lado, os critérios e exigências estabelecidos na norma portuguesa NP 4505, publicada em 2012, e por outro, requisitos adicionais estabelecidos pelo LNEC com base em estudos de investigação e no conhecimento do comportamento desse tipo de revestimentos.

Caso a apreciação destes estudos, que compreendem três fases (como foi descrito no presente documento) seja positiva, é elaborado um Documento de Aplicação do LNEC que permitirá ao fabricante valorizar os seus produtos, fornecendo garantias adicionais aos diferentes intervenientes no mercado dos revestimentos para exterior utilizados na construção.

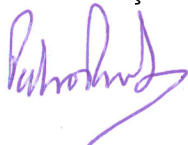
Este Documento de Aplicação ficará disponível na página do LNEC, entre os demais Documentos de Aplicação que estiverem válidos, no endereço “www.lnec.pt”, menu “Serviços”, submenu “Apreciação de Produtos e Sistemas de Construção”.

Lisboa, LNEC, março de 2017

VISTO

 O Diretor do Departamento de Materiais

Arlindo Gonçalves



AUTORIA



Susana Cabral da Fonseca
Investigadora Auxiliar



Maria Paula Rodrigues
Investigadora Principal
Chefe do Núcleo de Materiais Orgânicos

Referências bibliográficas

- ASTM D 5589:2013 – **Standard test method for determining the resistance of paint films and related coatings to algal defacement.** ASTM, 2013.
- ASTM D 5590:2010 – **Standard test method for determining the resistance of paint films and related coatings to fungal defacement by accelerated four-week agar plate assay.** ASTM, 2010.
- EN 1767:1995 – **Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Infrared analysis.** CEN, 1995.
- EN ISO 787-7:2009 – **General methods for pigments and extenders. Part 7: Determination of residue on sieve. Water method. Manual procedure.** CEN, 2009.
- EN ISO 787-18:1995 – **General methods for pigments and extenders. Part 18: Determination of residue on sieve. Mechanical flushing procedure.** CEN, 1995.
- EN ISO 1524:2013 – **Paints, varnishes and printing inks. Determination of fineness of grind.** CEN, 2013.
- EN ISO 2808:2007 – **Paints and varnishes. Determination of film thickness.** CEN, 2007.
- EN ISO 2811-1:2016 – **Paints and varnishes. Determination of density. Part 1: Pycnometer method.** CEN, 2016.
- 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.** CEN, 2013.
- EN ISO 4618:2014 – **Paints and varnishes. Terms and definitions.** CEN, 2014.
- EN ISO 4624:2016 – **Paints and varnishes. Pull-off test for adhesion.** CEN, 2016.
- EN ISO 4628-1:2016 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance; Part 1: General introduction and designation system.** CEN, 2016.
- 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** CEN, 2016.
- 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.** CEN, 2016.
- 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.** CEN, 2016.
- EN ISO 4628-6:2015 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance; Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method.** CEN, 2015.

- EN ISO 4628-7:2016 – **Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance; Part 7: Assessment of degree of chalking by velvet method.** CEN, 2016.
- EN ISO 7783:2011 – **Paints and varnishes. Determination of water-vapour transmission properties. Cup-method.** CEN, 2011.
- EN ISO 14680-2:2006 – **Paints and varnishes. Determination of pigment content. Part 2: Ashing method.** CEN, 2006.
- EN ISO 16474-2:2013 – **Paints and varnishes. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 2: Xenon-arc lamps.** CEN, 2013.
- INE, 2011 – Dados consultados no portal do Instituto Nacional de Estatística: <http://www.ine.pt>.
- ISO 11664-4:2008 – **Colorimetry. Part 4: CIE 1976 L*a*b* Color space.** ISO, 2008.
- NP 234:1995 – **Tintas e vernizes. Medição da viscosidade com o viscosímetro de Stormer.** IPQ, 2012.
- NP 4504:2012 – **Tintas e vernizes. Tintas elastoméricas para superfícies exteriores de edifícios. Classificação e especificação.** IPQ, 2012.
- NP 4505:2012 – **Tintas e vernizes. Tintas para superfícies exteriores de edifícios. Classificação e especificação.** IPQ, 2012.
- 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.** IPQ, 2009.
- NP EN 1062-3:2014 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 3: Determinação da permeabilidade à água líquida.** IPQ, 2014.
- NP EN 1062-6:2006 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 6: Determinação da permeabilidade ao dióxido de carbono.** IPQ, 2006.
- NP EN 1062-7:2015 – **Tintas e vernizes. Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenaria e betão exteriores. Parte 7: Determinação da resistência à fissuração.** IPQ, 2015.
- NP EN ISO 1513:2012 – **Tintas e vernizes. Exame e preparação de amostras para ensaio.** IPQ, 2012.
- NP EN ISO 2409:2015 – **Tintas e vernizes. Ensaio da quadrícula.** IPQ, 2015.
- NP EN ISO 2431:2014 – **Tintas, vernizes e plásticos. Determinação do tempo de escoamento usando copos de escoamento.** IPQ, 2014.
- NP EN ISO 2813:2016 – **Tintas e vernizes. Determinação do valor do brilho a 20 graus, 60 graus e 85 graus.** IPQ, 2016.
- NP EN ISO 3251:2009 – **Tintas, vernizes e plásticos. Determinação do teor de matéria não volátil.** IPQ, 2015.
- 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.** IPQ, 2011.

NP EN ISO 9001:2015 – **Sistemas de Gestão da Qualidade. Requisitos.** IPQ, 2015.

