

Qualificação e Aplicação de Revestimentos Anticorrosivos, à Base de Tintas em Pó

Especificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não-impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na PETROBRAS, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

CONTEC
Comissão de Normalização
Técnica

SC - 14
Pintura e Revestimentos
Anticorrosivos

1 Escopo

1.1 Esta Norma estabelece os requisitos técnicos para a qualificação e aplicação de revestimentos anticorrosivos, à base de tintas em pó, em equipamentos fabricados em chapa de aço carbono e chapa de aço carbono galvanizado, tais como: painéis elétricos, gabinetes e instrumentos.

1.2 Esta Norma se aplica a procedimentos iniciados a partir da data de sua edição.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

PETROBRAS [N-13](#) - Requisitos Técnicos para Serviços de Pintura;

ABNT [NBR 8094](#) - Material Metálico Revestido e Não Revestido - Corrosão por Exposição à Névoa Salina;

ABNT [NBR 8096](#) - Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio;

ABNT [NBR 15877:2010](#) - Pintura Industrial - Ensaio de Aderência por Tração;

ISO [4624](#) - Paints and Varnishes - Pull-Off Test for Adhesion;

ISO [4628-1](#) - Paints and Varnishes - Evaluation of Degratation of Coatings - Designation of Quantity and Size of Defects, and of Intensity of Uniform Changes in Appearance - Part 1: General Introduction and Designation System;

ISO [9227](#) - Corrosion Tests in Artificial Atmospheres - Salt Spray Tests;

ISO [20340](#) - Paints and Varnishes - Performance Requirements for Protective Paint Systems for Offshore and Related Structures;

ASTM [D 870](#) - Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Immersion;

ASTM [D 1141](#) - Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water;

ASTM [D 1308](#) - Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes;

ASTM [D 2247](#) - Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100 % Relative Humidity;

ASTM [D 4541:2009](#) - Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers;

ASTM [G 154](#) - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.

3 Condições Gerais

3.1 Os revestimentos dos equipamentos fornecidos à PETROBRAS devem ser previamente qualificados segundo esta Norma.

3.2 O processo de aplicação do revestimento nos equipamentos em fábrica deve ser idêntico ao utilizado na fase de qualificação, em conformidade com os esquemas de pintura definidos no 4.2 e obedecendo aos requisitos de controle de qualidade definidos no 4.2.3 desta norma.

3.3 O fornecimento do equipamento à PETROBRAS deve vir acompanhado de relatório do controle de qualidade atestando o acompanhamento e inspeções realizadas durante todas as etapas do processo.

4 Condições Específicas

4.1 Etapa de Qualificação do Revestimento

4.1.1 Preparação da Superfície dos Painéis de Teste

A preparação da superfície deve ser feita por meio de processo químico de fosfatização utilizando-se fosfato tricatiônico com massa de camada entre 2,0 g/m² e 4,0 g/m². A empresa responsável pela preparação da superfície deve executar todas as etapas seqüenciais pertinentes a um processo de fosfatização (exemplo: desengraxe, decapagem, lavagem, fosfatização, lavagem, passivação, lavagem com água deionizada e secagem), de modo a conferir ao revestimento o desempenho estabelecido nesta Norma.

4.1.2 Aplicação do Revestimento nos Painéis de Teste

Aplicar 1 demão de tinta de fundo epóxi, por meio de processo eletrostático, com espessura mínima de película seca de 90 µm e 1 demão de tinta de acabamento poliéster com espessura mínima de película seca de 80 µm. Os processos de aplicação e cura das tintas devem ser executados em conformidade com as instruções dos fabricantes das tintas, de modo que o revestimento final atenda aos requisitos estabelecidos na Tabela 1.

4.1.3 Requisitos do Revestimento Aplicado

Após a cura, o revestimento deve atender aos requisitos definidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características da Película Seca

Ensaio	Requisitos	Normas a utilizar
	Min.	
Aderência, MPa	12	ABNT NBR 15877:2010 , Anexo 2 ou ASTM D 4541:2009 , Método D - Equipamento Tipo IV ou ISO 4624
Resistência à Névoa Salina, h	2 000	ABNT NBR 8094
Resistência a 100 % de Umidade Relativa, h	1 500	ASTM D 2247
Resistência ao SO ₂ (2 L), Rondas	10	ABNT NBR 8096
Resistência à Imersão em Água Salgada (3,5 % de NaCl), 40 °C, h	2 000	ASTM D 1308
Resistência à Imersão em Água Destilada, 40 °C, h	2 000	ASTM D 870
Resistência à Imersão em NaOH a 10 %, h	720	ASTM D 1308
Resistência à Imersão em H ₂ SO ₄ a 10 %, h	720	ASTM D 1308
Exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, h	1 000	ASTM G 154
Ensaio cíclico de corrosão, ciclos	25	ISO 20340
Ensaio para avaliação da cura do revestimento final - Imersão em solvente MEC (Metil-Etil-Cetona), segundos	30	-

4.1.4 Critérios para Realização dos Ensaio nos Painéis de Teste

4.1.4.1 Os ensaios a serem executados são os constantes na Tabela 1.

4.1.4.2 Para a realização dos ensaios indicados na Tabela 1, devem ser observadas as condições descritas em 4.1.4.3 a 4.1.4.7.4.

4.1.4.3 Os painéis de testes utilizados nos ensaios de aderência devem ser fabricados em chapa de aço-carbono AISI-1020 ou aço carbono AISI-1020 galvanizado, conforme o material do painel/equipamento, nas seguintes dimensões: 150 mm x 100 mm x 4,8 mm (3/16"). Para os demais ensaios prescritos na Tabela 1, a espessura da chapa de aço dos painéis de testes deve ser igual a 1,9 mm (bitola 14). Os painéis devem ser submetidos ao processo de tratamento de superfície por meio de fosfatização, conforme o 4.1.1 desta Norma e, posteriormente, revestidos com tinta em pó pelo processo de pintura eletrostática.

4.1.4.4 Os ensaios da Tabela 1 devem ser realizados após a aplicação e cura completa do revestimento aplicado sobre os painéis.

4.1.4.5 Para os ensaios de resistência à névoa salina e para ensaio cíclico de corrosão, deve ser feito com o auxílio de um estilete, no centro do corpo-de-prova, uma incisão (entalhe) paralela à sua menor dimensão, com 60 mm de comprimento, distante 20 mm das bordas laterais, e largura variando de 0,3 mm a 0,5 mm.

4.1.4.6 O ensaio cíclico de corrosão deve ser composto por 25 ciclos de 168 horas cada um (conforme abaixo), expondo-se os painéis de teste às seguintes condições de agressividade:

- a) 72 horas de exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, de acordo com a ASTM G 154; o ciclo a ser utilizado é o de 4 horas de exposição à radiação UV-A a 60 °C e 4 horas de condensação a 50 °C;
- b) 72 horas de exposição à névoa salina neutra ("Neutral Salt Spray"), de acordo com a ISO 9227, porém, utilizando solução de água do mar sintética, conforme a ASTM D 1141;
- c) 24 horas de secagem à temperatura ambiente.

4.1.4.7 O ensaio para avaliação da cura do revestimento deve ser executado conforme o procedimento seqüencial definido em 4.1.4.7.1 a 4.1.4.7.4.

4.1.4.7.1 Embeber um chumaço de algodão de, aproximadamente, 2 cm de diâmetro, no solvente MEC, evitando que haja escorrimento do líquido.

4.1.4.7.2 Colocar o algodão embebido sobre o revestimento do painel de teste, garantindo um bom contato, porém sem exercer pressão sobre a superfície.

4.1.4.7.3 Manter o algodão em contato com a superfície durante 30 segundos e em seguida remover o algodão.

4.1.4.7.4 Após a remoção, observar o aspecto do revestimento e avaliar o resultado do ensaio de acordo com o descrito no 4.1.5.5.

4.1.5 Critérios e Padrões para Avaliação dos Painéis após os Ensaios

4.1.5.1 Após o ensaio de aderência, a tensão de tração mínima aceitável deve ser de 12 MPa, aceitando-se apenas falhas do tipo /Y, Y ou Y/Z, conforme o 7.5.2.2 da PETROBRAS N-13. No entanto, é aceitável a ocorrência de falha do tipo coesiva da última camada de tinta, se o valor da força de ruptura for superior a 12 MPa.

4.1.5.2 Para o ensaio de exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, decorrido o tempo de exposição, segundo a Tabela 3 da ISO 4628-1, a alteração visual deve ser de, no máximo, grau 2.

4.1.5.3 Ao se observar os painéis utilizados nos ensaios de exposição à névoa salina e ao ensaio cíclico, não deve ser constatada a presença de bolhas ou de pontos de corrosão na superfície, nem avanço de corrosão sob o revestimento, no entalhe, superior a 2 mm, decorridos os respectivos tempos de ensaio.

4.1.5.4 Não deve haver nos painéis, pontos de corrosão e formação de bolhas no revestimento após decorridos os tempos respectivos estabelecidos para os seguintes ensaios: resistência a 100 % de umidade relativa; resistência ao SO₂; resistência à imersão em água destilada; resistência à imersão em água salgada e resistência à imersão em NaOH. Admite-se leve alteração de cor da película após os ensaios de imersão e exposição ao SO₂, H₂SO₄, NaOH, e a 100 % de umidade relativa.

4.1.5.5 Para o ensaio de avaliação da cura do revestimento, a cura é considerada aceitável, quando, no máximo, ocorrer um ligeiro amolecimento do filme de tinta sem que o filme se torne pegajoso, admitindo-se uma pequena variação na cor. A cura é considerada deficiente quando o filme de tinta se dissolver ou fibras do algodão utilizado no ensaio ficarem aderidas ao revestimento.

4.1.5.6 Para o controle de qualidade da aplicação, devem ser seguidas as prescrições da PETROBRAS N-13, aplicáveis a tintas em pó.

4.2 Aplicação de Revestimento nos Equipamentos

4.2.1 Preparação da Superfície

A preparação da superfície deve ser feita por meio de processo químico de fosfatização utilizando-se fosfato tricatiónico com massa de camada entre 2,0 g/m² e 4,0 g/m². A empresa responsável pela preparação da superfície deve executar todas as etapas seqüenciais pertinentes a um processo de fosfatização (exemplo: desengraxe, decapagem, lavagem, fosfatização, lavagem, passivação, lavagem com água deionizada e secagem), de modo a conferir ao revestimento o desempenho estabelecido nesta Norma.

4.2.2 Aplicação do Revestimento

Aplicar 1 demão de tinta de fundo epóxi, por meio de processo eletrostático, com espessura mínima de película seca de 90 µm e 1 demão de tinta de acabamento poliéster com espessura mínima de película seca de 80 µm. Os processos de aplicação e cura das tintas devem ser executados em conformidade com as instruções dos fabricantes das tintas, de modo que o revestimento final atenda aos requisitos estabelecidos na Tabela 1.

4.2.3 Inspeção e Ensaio do Revestimento Aplicado

4.2.3.1 Após a cura, devem ser realizadas as seguintes inspeções:

- a) inspeção visual de falhas e defeitos conforme o 6.5 da PETROBRAS N-13;
- b) medição da espessura da película seca conforme o 6.8 da PETROBRAS N-13;
- c) ensaio de aderência por tração ("pull-off test") conforme o 6.6.2.2 da PETROBRAS N-13.

NOTA 1 O teste de aderência deve ser realizado em corpos-de-prova (réplicas) representativos da superfície que está sendo revestida, de forma a evitar danos na pintura. Caso isto não seja possível, o teste pode ser realizado na superfície que está sendo revestida, desde que, posteriormente, a área danificada seja adequadamente retocada.

NOTA 2 Para fins desta Norma uma réplica refere-se a um corpo-de-prova confeccionado com o mesmo material do substrato a ser revestido, com dimensões mínimas de 500 mm x 500 mm x 4 mm. Todo o processo de revestimento do corpo-de-prova deve ser executado simultaneamente à aplicação do esquema de pintura no painel ou equipamento, portanto, nas mesmas condições operacionais (umidade relativa, temperatura etc.).

4.2.3.2 Critérios de aceitação:

- a) inspeção visual de falhas e defeitos conforme o 7.4 da PETROBRAS N-13;
- b) medição da espessura da película seca conforme o 4.2.2 desta norma e o 7.7 da PETROBRAS N-13;
- c) ensaio de aderência por tração ("pull-off test") conforme o 7.5.2 da PETROBRAS N-13.

NOTA A tensão de tração mínima aceitável deve ser de 12 MPa, aceitando-se apenas falhas do tipo /Y, Y ou Y/Z, conforme o 7.5.2.2 da PETROBRAS N-13. No entanto, é aceitável a ocorrência de falha do tipo coesiva da última camada de tinta, se o valor da força de ruptura for superior a 12 MPa.

4.3 Retoques no Revestimento dos Equipamentos

Caso haja necessidade de execução de retoques no revestimento, deve ser apresentado um procedimento para aprovação da PETROBRAS.

