

Reparo de Revestimento Anticorrosivo Externo de Dutos e Tubulações Enterrados em Operação

Procedimento

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 aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

CONTEC

Comissão de Normalização
Técnica

SC - 14

Pintura e Revestimentos
Anticorrosivos

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.

Sumário

1	Escopo.....	4
2	Referências Normativas	4
3	Termos e Definições.....	7
4	Condições Gerais	8
5	Características Técnicas dos Materiais de Reparo.....	9
5.1	Epóxi Líquido.....	9
5.2	Fita a Base de Petrolato e Fita a Base de Cera Microcristalina (“Wax based tape”)	11
5.3	Fitas Poliméricas	13
5.4	Manta Termocontrátil	16
5.4.1	Sistema para dutos revestidos em 3LPE, 3LPP e FBE.....	16
5.4.2	Sistema para dutos revestidos em “Coal Tar” ou Asfalto	16
5.5	Sistemas em Mastique Elastomérico ou Adesivo “Hot Melt”	18
6	Recebimento, Armazenamento, Manuseio e Transporte dos Materiais de Reparo	18
6.1	Recebimento	19
6.2	Armazenamento	19
6.3	Manuseio e Transporte	19
7	Aplicação dos Reparos.....	19
7.1	Condições Ambientais.....	20
7.2	Condições Gerais de Aplicação	20
7.3	Preparo de Superfície	20
7.4	Condições Específicas de Aplicação	21
7.4.1	Epóxi Líquido.....	21
7.4.2	Fita a Base de Petrolato e Fita a Base de Cera Microcristalina (“Wax based tape”) ..	21
7.4.3	Fitas Poliméricas.....	22
7.4.4	Manta Termocontrátil de Polietileno ou Polipropileno Reticulado	22
7.4.5	Sistemas em Mastique Elastomérico ou Adesivo “Hot Melt” para preenchimento em conjunto com laminado de polietileno (manchão)	23
7.5	Inspeção e Ensaios	23
7.5.1	Visual	23
7.5.2	Medição de Espessura (se aplica somente para revestimentos líquidos).....	23
7.5.3	Ensaio de Descontinuidade	23
	Anexo A - Procedimento de Aplicação (PA).....	25
	Anexo B - Plano de Inspeção e Testes (PIT)	26
	Anexo C - Qualificação.....	27
	Anexo D - Ensaio de Aderência nas Fitas Poliméricas.....	29

Anexo E - Ensaio de Aderência na Manta Termocontrátil	30
---	----

Figuras

Figura D.1 - Ensaio de Aderência nas Fitas Poliméricas	31
Figura E.1 - Ensaio de Aderência na Manta Termocontrátil	32

Tabelas

Tabela 1 - Requisitos Exigidos para Película Seca.....	9
Tabela 2 - Requisitos Técnicos do “Primer” (quando requerido pelo PA)	11
Tabela 3 - Requisitos Técnicos da Fita a Base de Petrolato e da Fita a Base de Cera Microcristalina (“Wax based tape”)	12
Tabela 4 - Requisitos Técnicos da Fita de Proteção Mecânica (quando requerido pelo PA)	12
Tabela 5 - Requisitos Técnicos do Sistema Aplicado	13
Tabela 6 - “Primer”	13
Tabela 7 - Fita Anticorrosiva.....	14
Tabela 8 - Propriedades da Fita de Proteção Mecânica (quando requerido pelo PA)	14
Tabela 9 - Sistema Aplicado.....	15
Tabela 10 - Propriedades do “Primer” Epóxi.....	17
Tabela 11 - Propriedades do Adesivo Mastique Betuminoso (Até 60 °C)	17
Tabela 12 - Propriedades do Filme Externo de Polietileno Reticulado.....	18
Tabela 13 - Requisitos do Revestimento Aplicado para Manta de Polietileno Reticulado (Até 60 °C)	18
Tabela C.1 - Qualificação dos Aplicadores	28

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis no reparo do revestimento externo anticorrosivo de dutos e tubulações enterrados em operação.

NOTA Se a indicação de reparo for próxima a uma interferência estrutural (blocos de ancoragem, caixas de inspeção, caixas de válvulas, etc), qualquer eventual necessidade de intervenção nestas estruturas deve ser precedida de análise técnica específica amparada nas normas técnicas aplicáveis.

1.2 Os fabricantes dos materiais de reparo propostos por esta Norma devem apresentar um Procedimento de Aplicação (Anexo A), o qual deve ser qualificado de acordo com os requisitos do Anexo B.

1.3 O aplicador do reparo deve ser previamente treinado como proposto no Anexo B pelo fabricante ou fornecedor do material de reparo em conformidade com o Procedimento de Aplicação (Anexo A).

1.4 Os reparos contemplados por esta Norma são os seguintes:

- a) epóxi líquido;
- b) fita a base de petrolato e fita a base de cera microcristalina ("wax based tape");
- c) fita polimérica;
- d) manta termocontrátil de polietileno ou polipropileno reticulado;
- e) sistemas em mastique elastomérico ou adesivo "hot melt".

NOTA A ordem dos reparos indicados não indica prioridade de uso. Os reparos encontram-se em ordem alfabética.

1.5 Não é permitido, sob qualquer hipótese, a aplicação de manta sobre manta ou o processo tipo "escama de peixe".

1.6 Esta Norma não é aplicável para reparo em sistema de isolamento térmico de duto.

1.7 Esta Norma se aplica a partir da data de sua edição.

1.8 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-9](#) - Tratamento de Superfícies de Aço com Jato Abrasivo e Hidrojateamento;

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

PETROBRAS [N-2328](#) - Revestimento de Junta de Campo para Duto Enterrado;

PETROBRAS [N-2911](#) - Inspeção e Reparo em Revestimento Anticorrosivo Externo de Tubos Durante a Construção e Montagem de Dutos Terrestres;

ABNT [NBR 10443](#) - Tintas e Vernizes - Determinação da Espessura da Película Seca sobre Superfícies Rugosas - Método de Ensaio;

ABNT [NBR 15158](#) - Limpeza de Superfícies de Aço por Produtos Químicos;

ABNT [NBR 15239](#) - Tratamento de Superfícies de Aço com Ferramentas Manuais e Mecânicas;

ABNT [NBR 15442](#) - Pintura industrial - Inspeção de Recebimento de Recipientes Fechados;

ABNT [NBR 15742](#) - Tintas e Vernizes - Avaliação do Tempo de Vida Útil da Mistura ("Pot-Life");

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

ABNT [NBR 16172](#) - Revestimentos Anticorrosivos — Determinação de Descontinuidades em Revestimentos Anticorrosivos aplicados sobre Substratos Metálicos;

ASTM [B117](#) - Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus;

ASTM [D36/D36M](#) - Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Rung-and-Ball Apparatus);

ASTM [D56](#) - Standard Test Method for FlashPoint by Tag Closed Cup Tester;

ASTM [D70](#) - Standard Test Method for Density of Semi-Solid Asphalt Binder (Pycnometer Method);

ASTM [D92](#) - Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester;

ASTM [D149](#) - Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies;

ASTM [D257](#) - Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials;

ASTM [D543](#) - Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents;

ASTM [D570](#) - Standard Test Method for Water Absorption of Plastics;

ASTM [D638](#) - Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics;

ASTM [D937](#) - Standard Test Method for Cone Penetration of Petrolatum;

ASTM [D938](#) - Standard Test Method for Congealing Point of Petroleum Waxes, Including Petrolatum;

ASTM [D1000](#) - Standard Test Methods for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications

ASTM [D1002](#) - Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal);

ASTM [D1004](#) - Standard Test Method for Tear Resistance (Graves Tear) of Plastic Film and Sheeting;

ASTM [D1475](#) - Standard Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products;

ASTM [D1505](#) - Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique;

- ASTM [D2240](#) - Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness;
- ASTM [D2247](#) - Standard Practice Testing Water Resistance of Coatings in 100 % Relative Humidity;
- ASTM [D2671](#) - Standard Test Method for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use;
- ASTM [D2794](#) - Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact);
- ASTM [D4060](#) - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser;
- ASTM [D1141](#) - Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water;
- ASTM [D4541](#) - Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers;
- ASTM [E28](#) - Standard Test Methods for Softening Point of Resins Derived from Pine Chemicals and Hydrocarbons, by Ring-and-Ball Apparatus;
- ASTM [E96/E96M](#) - Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials;
- ASTM [G8](#) - Standard Test Method for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings;
- ASTM [G14](#) - Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coating (Falling Weight Test);
- ASTM [G17](#) - Standard Test Method for Penetration Resistance of Pipeline Coatings (Blunt Rod);
- AWWA [C217](#) - Microcrystalline Wax and Petrolatum Tape Coating Systems for Steel Water Pipe and Fittings;
- ISO [846](#) - Plastics - Evaluation of the Action of Microorganisms;
- ISO [1523](#) - Determination of FlashPoint — Closed Cup Equilibrium Method;
- ISO [21809-3](#) - Petroleum and Natural Gas Industries - External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems - Part 3: Field joint coatings;
- ISO [2808](#) - Paints and Varnishes — Determination of Film Thickness;
- ISO [2811-1](#) - Paints and varnishes — Determination of density — Part 1: Pycnometer method;
- ISO [3233-1](#) - 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;
- ISO [3251](#) - Paints, Varnishes and Plastics - Determination of Non-Volatile-Matter Content;
- ISO [4628-8](#) - Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 8: Assessment of degree of delamination and corrosion around a scribe or other artificial defect
- ISO [8501-1](#) - Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Visual Assessment of Surface Cleanliness - Part 1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates after Overall Removal of Previous Coatings;

ISO [8502-6](#) - Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products Tests for the Assessment of Surface Cleanliness - Part 6: Extraction of Soluble Contaminants for Analysis - The Bresle Method;

ISO [8502-9](#) - Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Tests for the Assessment of Surface Cleanliness - Part 9: Field Method for the Conductometric Determination of Water-Soluble Salts;

SSPC [Guide 15](#) – Field Methods for Extraction and Analysis of Soluble Salts on Steel and Other Nonporous Substrates;

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

adesivo hot melt para preenchimento

adesivo ativado por calor

3.2

aplicador

profissional ou empresa responsável pela aplicação de reparo

3.3

certificado de análise

documento emitido pelo fabricante, referente a cada lote de material fornecido, onde são relatados os ensaios requeridos nesta Norma, com os respectivos valores encontrados

3.4

certificado de conformidade

documento emitido pelo fabricante, referente a cada material fornecido, onde são relatados os ensaios requeridos nesta Norma, com os respectivos valores típicos em conformidade com os valores especificados

3.5

fabricante

empresa responsável pela fabricação do material de reparo

3.6

FBE “fusion bonded epoxy”

Revestimento original do tubo em epóxi em pó termicamente curado

3.7

fita a base de cera microcristalina (“Wax based tape”)

fita saturada com uma mistura de ceras micro-cristalinas de hidrocarbonetos, plastificantes e inibidores de corrosão

3.8

fita a base de Petrolato

fita saturada com mistura líquida ou semi-sólida de fração de petróleo de base parafínica

3.9**fornecedor**

empresa fornecedora do material de reparo

3.10**“holiday detector”**

equipamento utilizado para detectar descontinuidades na superfície do revestimento anticorrosivo quando este for submetido a uma determinada diferença de potencial

3.11**laminado de polietileno ou polipropileno irradiado com adesivo “hot melt” (manchão)**

laminado irradiado e reticulado não-termocontrátil, revestido em uma das faces com adesivo “hot melt” que é ativado por calor

3.12**lote**

quantidade de material produzido em fabricação contínua, utilizando matéria prima de mesma fonte e tipo. Essa informação deve ser enviada ao cliente em um documento em separado, apenas uma vez, salvo se houver mudanças na sistemática de definição de lote ou alteração na quantidade típica

3.13**manta termocontrátil**

filme externo de polietileno reticulado por processo de irradiação eletrônica, complementado com adesivo do tipo “hot melt” ou mastique em uma das faces, ou um filme externo de polipropileno por processo de irradiação eletrônica, complementado com adesivo de polipropileno. Em ambos os casos é necessário um “primer” epóxi anticorrosivo (fornecido pelo fabricante da manta) e selo de fechamento ou mata-junta

3.14**mastique elastomérico para preenchimento**

massa elastomérica ativada por calor

3.15**3LPE**

sistema de revestimento original do tubo em tripla camada com polietileno

3.16**3LPP**

sistema de revestimento original do tubo em tripla camada com polipropileno

4 Condições Gerais

4.1 A classificação dos danos e o método de reparo para cada tipo de dano deve ser feita em função de uma análise técnica e econômica inerente a cada situação, priorizando-se a solução mais eficiente e que atenda tecnicamente aos requisitos desta Norma.

4.2 A aplicação do reparo deve ser realizada em conformidade com um Procedimento de Aplicação (PA) elaborado pelo fabricante do respectivo material, conforme Anexo A desta Norma. O PA deve ser qualificado pela PETROBRAS, de acordo com Anexo C desta Norma, antes do início das atividades de execução dos reparos em campo. Nos casos em que o PA do fabricante já tenha sido qualificado pela PETROBRAS (ver C.1.9), o número do PA deve ser informado.

4.3 A PETROBRAS poderá realizar ensaios de campo em dutos e tubulações cujos reparos no revestimento sejam os relacionados no PA, visando aferir a qualidade do seu desempenho. Poderá ser exigida nova qualificação caso os ensaios prescritos no PA utilizado apresentem falhas.

4.4 Antes do início das atividades de execução de reparos em campo, os aplicadores devem ser avaliados pela PETROBRAS, de acordo com o exposto no C.2.

4.5 A qualificação do PA do fabricante e a qualificação do aplicador serão realizadas com acompanhamento de técnicos da PETROBRAS ou profissionais por ela designados, para fiscalização dos serviços.

5 Características Técnicas dos Materiais de Reparo

Os certificados de qualidade dos produtos a serem aplicados devem estar de acordo com os requisitos dos materiais de reparo indicados nesta Seção. Os ensaios de desempenho do produto aplicado apresentados somente devem ser realizados durante a qualificação do PA (Anexos A e C).

5.1 Epóxi Líquido

5.1.1 O produto deve ser aplicado por processo de pintura específico, em conformidade com a PETROBRAS N-13.

5.1.1.1 A espessura deve atender as recomendações do fabricante e ser de no mínimo 750µm em apenas uma única demão.

5.1.2 Características da Película Seca

Os ensaios a serem executados para avaliação do desempenho da película seca são os constantes na Tabela 1.

Tabela 1- Requisitos Exigidos para Película Seca

Propriedades	Unidades	Valores limites	Métodos de ensaio
Aderência à tração (ver Nota 1)	MPa	mín.12	ABNT NBR 15877 - Anexos A.2 e A.3 ou ASTM D 4541 , Método D - Equipamento Tipo IV e Método E – Equipamento Tipo V.
Resistência à névoa salina a 35 °C	h	2 000	ASTM B 117
Resistência a 100 % de umidade relativa a 40°C	h	2 000	ASTM D 2247
Resistência à imersão em água do mar sintética	h	2 000	ASTM D 1141
Descolamento catódico	mm	máx. 10	ASTM G 8
Resistência à abrasão, 1000 ciclos, rebolo CS 17	mg	Até 100 mg	ASTM D 4060
Resistência ao impacto	J	mín. 1,5	ASTM D 2782

5.1.2.1 A tinta deve ser aplicada diretamente sobre a chapa de aço-carbono AISI-1020. A preparação da superfície deve ser feita por meio de jateamento abrasivo ao metal quase branco (mínimo), grau Sa 2 1/2 da norma ISO 8501-1. O perfil de ancoragem deve ser de 50 µm a 100 µm. As dimensões da chapa devem ser de 150 mm x 100 mm e espessura mínima de 4,0 mm.

NOTA Os corpos de prova para o ensaio de abrasão podem ser confeccionados em outro tipo de material, tal como alumínio, e devem ter dimensões de 100 x 100 mm, com furo central de 1/4 de polegada. A espessura da chapa utilizada como substrato deve ser tal que a massa total do corpo de prova não exceda o limite da balança que será utilizada no ensaio. Os corpos de prova para o ensaio de abrasão não necessitam de jateamento abrasivo, uma vez que existe o risco deste processo alterar a geometria da chapa.

5.1.2.2 Para cada ensaio a ser realizado devem ser preparados, no mínimo, três corpos de prova.

5.1.2.3 Recomenda-se que os painéis sejam pintados por meio de pistola. **[Prática Recomendada]**

5.1.2.4 Devem ser rigorosamente observados os intervalos de repintura, tempo de indução e tempo de vida útil da mistura recomendados pelo fabricante da tinta em seu boletim técnico.

5.1.2.5 Apenas para a realização dos ensaios de qualificação em laboratório, a espessura mínima e máxima de revestimento deverá ser de 450 e 630 µm, respectivamente. A espessura por demão aplicada deverá respeitar as informações constantes no boletim técnico da tinta, fornecido pelo próprio fabricante.

NOTA Espessuras de película seca maiores são toleradas caso a espessura mínima por demão recomendada pelo fabricante da tinta seja superior aos valores especificados neste item.

5.1.2.6 As bordas e o verso dos painéis de ensaio devem ser protegidas adequadamente, a fim de evitar o aparecimento prematuro de processo corrosivo nestes locais.

NOTA Desde que seja resistente às condições de ensaio, a tinta a ser utilizada na proteção das bordas e no verso dos corpos de prova pode ser diferente daquela que está sendo avaliada.

5.1.2.7 Os ensaios da Tabela 1 devem ser realizados, no máximo 7 dias após a aplicação da tinta sobre os painéis. Durante este período, os painéis devem ser mantidos à temperatura de 25 (± 2) °C e umidade relativa de 60 (± 5) %.

NOTA Os ensaios podem ser realizados em intervalos inferiores à 7 dias, desde que recomendado ou formalmente autorizado pelo fabricante do revestimento.

5.1.2.8 Para o ensaio de resistência à névoa salina, deve ser feito um único entalhe no centro do corpo de prova, paralelo à sua maior dimensão e a uma distância de 30 mm das bordas superior e inferior. O entalhe deve ter largura entre 0,5 e 2 mm.

5.1.2.9 Ao se observar os painéis, após o término do ensaio de resistência à névoa salina, não deve ser constatada a presença de bolhas ou de pontos de corrosão na superfície, nem a penetração no entalhe superior a 3 mm, após decorridas as 2 000 horas de ensaio.

5.1.2.10 O cálculo do avanço de corrosão deve ser realizado da maneira descrita na norma ISO 4628-8.