

Inspeção e Reparo em Revestimento Anticorrosivo Externo de Tubos Durante a Construção e Montagem de Dutos Terrestres

Procedimento

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 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.....	5
2	Referências Normativas	5
3	Termos e Definições.....	7
4	Condições Gerais	8
5	Inspeção	9
5.1	Inspeção de Recebimento no Parque de Armazenamento da Obra	9
5.2	Inspeção Durante a Montagem do Duto	10
6	Características Técnicas dos Materiais de Reparo.....	10
6.1	Reparos em Revestimento com 3LPE.....	10
6.1.1	Barra de Polietileno para Preenchimento	10
6.1.2	Sistema em Mastique Elastomérico ou Adesivo Hot Melt para Preenchimento em Conjunto com Laminado de Polietileno (Manchão)	11
6.1.3	Mantas Termocontráteis	13
6.2	Reparos em Revestimento com PP3L.....	13
6.2.1	Barra de Polipropileno para Preenchimento (PP3L).....	13
6.2.2	Adesivo de Polipropileno para Preenchimento em Conjunto com Laminado de Polipropileno (Manchão)	14
6.2.3	Mantas Termocontráteis	16
6.3	Reparo em revestimento em FBE e em Epóxi Líquido.....	16
7	Recebimento, Armazenamento, Manuseio e Transporte dos Materiais de Reparo	18
7.1	Recebimento	18
7.2	Armazenamento	19
7.3	Manuseio e Transporte	19
8	Classificação dos Danos e Guia de Seleção do Reparo de Tubos Revestidos em 3L PE e 3L PP. 19	
9	Classificação dos Danos e Guia de Seleção do Reparo Com Epóxi Líquido dos Tubos Revestidos em Epóxi (em pó ou líquido).....	22
10	Aplicação dos Reparos.....	23
11	Condições Específicas de Aplicação	23
11.1	Barra de Preenchimento de Polietileno ou Polipropileno	23
11.2	Mastique Elastomérico ou Adesivo “Hot Melt” para Preenchimento em Conjunto com Laminado de Polietileno (Manchão).....	23

11.3 Adesivo de Polipropileno para Preenchimento em Conjunto com Laminado de Polipropileno (Manchão)	24
11.4 Manta Termocontrátil	24
11.5 Epóxi Líquido.....	24
12 Inspeção e Ensaios	25
12.1 Medição de Espessura.....	25
12.2 Visual.....	25
12.3 Ensaio de Descontinuidade	25
Anexo A - Procedimento de Aplicação (PA).....	26
Anexo B - Plano de Inspeção e Testes (PIT).....	27
Anexo C - Qualificação.....	28
C.1 Qualificação do Reparo	28
C.2 Qualificação dos Aplicadores	29
Anexo D - Ensaio de Aderência - Método do Dinamômetro - Laminado de Polietileno ou de Polipropileno Irradiado com Adesivo (Manchão) - Ensaio na Região de Sobreposição com o Revestimento do Tubo	30
Anexo E - Ensaio de Aderência na Manta Termocontrátil	32

Figuras

Figura D.1 - Ensaio de Aderência no Manchão - Método do Dinamômetro	31
Figura E.1 - Ensaio de Aderência na Manta Termocontrátil	33

Tabelas

Tabela 1 - Parâmetros para o Ensaio de Descontinuidade	10
Tabela 2 - Propriedades da Barra de Polietileno para Preenchimento.....	11
Tabela 3 - Requisitos do Reparo Aplicado com Barra de Preenchimento.....	11
Tabela 4 - Propriedades do Mastique Elastomérico e Do Adesivo Hot Melt Para Preenchimento	12
Tabela 5 - Propriedades do Adesivo "Hot Melt" do Manchão	12
Tabela 6 - Propriedades do Filme Externo de Polietileno do Manchão com ou Sem Fibra de Vidro... ..	12
Tabela 7 - Requisitos do Reparo Aplicado com Laminado de Polietileno Irradiado Complementado com Adesivo "Hot Melt".....	13
Tabela 8 - Propriedades da Barra de Polipropileno para Preenchimento	13



Tabela 9 - Propriedades do Adesivo de Polipropileno para Preenchimento	14
Tabela 10 - Propriedades do Adesivo de Polipropileno	14
Tabela 11 - Propriedades do Filme Externo de Polipropileno do Manchão.....	15
Tabela 12 - Requisitos do Reparo Aplicado com Laminado de Polipropileno Irradiado Complementado Com Adesivo de Polipropileno	16
Tabela 13 - Requisitos Exigidos para Película Seca	17
Tabela 14 - Classificação dos Danos e Métodos de Reparo para Revestimentos em 3L PE e 3L PP	20
Tabela C.1 - Qualificação dos Aplicadores	29

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de reparos em danos no revestimento durante a construção e montagem em tubos revestidos com polietileno (3LPE), polipropileno (3LPP), epóxi em pó (FBE) ou epóxi líquido, destinados a dutos após a realização das seguintes inspeções de campo:

- a) recebimento dos tubos no parque de armazenamento da obra;
- b) construção e montagem do duto.

NOTA Esta Norma não se aplica para execução de reparos de defeitos de aplicação do revestimento na planta do revestidor.

1.2 Os fornecedores 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 Os reparos contemplados por esta Norma compreendem os seguintes materiais:

- a) adesivo de polipropileno de preenchimento em conjunto com laminado de polipropileno irradiado complementado com adesivo de polipropileno (Manchão) para 3LPP;
- b) barra de polietileno ou polipropileno para preenchimento;
- c) epóxi líquido;
- d) manta termocontrátil;
- e) mastique elastomérico de preenchimento em conjunto com laminado de polietileno irradiado complementado com adesivo "Hot Melt" (Manchão) para 3LPE.

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

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

1.5 Tais materiais e o guia de seleção para reparo de cada um deles estão descritos nas Seções 6, 8 e 9, respectivamente, da presente Norma.

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

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

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

ABNT [NBR 15158](#) - Limpeza de Superfície de Aço por Compostos Químicos;

ABNT [NBR 15221-1](#) - Tubos de Aço - Revestimento Anticorrosivo Externo - Parte 1: Polietileno em Três Camadas;

ABNT [NBR 15221-2](#) - Tubos de Aço - Revestimento Anticorrosivo Externo - Parte 2: Polipropileno em Três Camadas;

ABNT [NBR 15221-3](#) - Tubos de Aço - Revestimento Anticorrosivo Externo - Tubos de Aço - Revestimento Anticorrosivo Externo - Parte 3: Epóxi em pó Termicamente Curado;

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

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

ISO [1141](#) - Fibre Ropes - Polyester - 3-, 4-, 8- and 12-Strand Ropes;

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 of Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates After Overall Removal of Previous Coatings;

ISO [21809-1](#) - Petroleum and Natural gas Industries - External Coatings for Buried or Submerged Pipelines used in Pipeline Transportation Systems – Part 1: Polyolefin Coatings;

AFNOR [NF A49-711](#) - Steel Tubes. External Coating With Three Polypropylene Layers Coating. Application by Extrusion;

ASTM [B 117](#) - Standard Practice for Operating Salt Spray (fog) Apparatus;

ASTM [D 149](#) - Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies;

ASTM [D 257](#) - Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials;

ASTM [D 570](#) - Standard Test Method for Water Absorption of Plastics;

ASTM [D 638](#) - Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics;

ASTM [D 790](#) - Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials;

ASTM [D 1000](#) - Standard Test Method for Pressure - Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used For Electrical and Electronic Applications;

ASTM [D 1002](#) - Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal);

ASTM [D 1525](#) - Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics;

ASTM [D 2240](#) - Standard Method Test for Rubber Property - Durometer Hardness;

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

ASTM [D 2671](#) - Standard Test Method for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use;

ASTM [D 2794](#) - Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact);

ASTM [D 4060](#) - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser;

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

ASTM [E 28](#) - Standard Test Methods for Softening Point of Resins by Ring-and-Ball Apparatus;

ASTM [E 96](#) - Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials;

ASTM [G 8](#) - Test Method for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings;

DIN [30672](#) - Wrappings of Corrosion Protection Tapes and Heat Shrinkable Material for Pipelines for Continuous Operating Temperatures of Up to 50 °C;

NACE [N°2/SSPC-SP10](#) - Joint Surface Preparation Standard Near-White Metal Blast Cleaning.

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**dano**

avaria no revestimento decorrente de condições inadequadas de transporte, manuseio e armazenamento do tubo.

3.6**fabricante**

empresa responsável pela fabricação do material de reparo

3.7**“holiday detector”**

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

3.8**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

3.9**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

3.10**mastique elastomérico para preenchimento**

massa elastomérica ativada por calor

3.11**manta termocontrátil**

filme externo de polietileno reticulado por processo de irradiação eletrônica, complementado com adesivo do tipo “hot melt” 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

4 Condições Gerais

4.1 A inspeção de recebimento no parque de armazenamento da obra e durante a montagem do duto, deve ser realizada de acordo com um Procedimento de Inspeção (PI) elaborado pela montadora do duto para cada um desses 2 itens, conforme a Seção 5 desta Norma e previamente aprovado pela PETROBRAS. O PI deve definir o Plano de Amostragem de inspeção.

4.2 A aplicação do reparo deve ser realizada em conformidade com um Procedimento de Aplicação (PA) elaborado pelo fabricante do respectivo material, conforme o Anexo A desta Norma. O PA deve ser qualificado pela PETROBRAS, de acordo com o 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.1.6), o número de PA deve ser informado na fase de apresentação das propostas técnicas.

4.3 Antes do início das atividades de execução dos reparos em campo, os aplicadores da montadora do duto devem ser avaliados pela PETROBRAS, de acordo com o exposto em C.2.

4.4 A qualificação do PA e os ensaios citados no Anexo C desta norma devem ser realizados pelo fabricante do material de reparo e pelo aplicador de reparo da montadora do duto, às expensas de cada um e com acompanhamento de técnicos da PETROBRAS ou profissionais por ela designados.

5 Inspeção

5.1 Inspeção de Recebimento no Parque de Armazenamento da Obra

5.1.1 Deve ser verificado se o revestimento está de acordo com os documentos de compra e especificação de projeto, anotando-se a identificação dos tubos, de forma a permitir sua rastreabilidade até o certificado de análise do material.

5.1.2 O revestimento deve ser inspecionado em conformidade com o PI e atendendo aos requisitos definidos em 5.1.4 desta Norma, logo após o seu recebimento, observando-se o seguinte:

- a) os aparelhos e instrumentos utilizados nos ensaios devem ser devidamente identificados e ajustados à sua sensibilidade;
- b) todos os danos detectados devem ser assinalados, na superfície do revestimento, através de marcas de tinta, giz de cera ou similar;
- c) os tubos a serem inspecionados devem ser apoiados em suportes apropriados, de maneira tal que permitam o acesso a 100 % da sua superfície. Se possível, a área destinada à inspeção deve ser coberta;
- d) os resultados da inspeção devem ser registrados.

5.1.3 Os danos encontrados devem ser enquadrados conforme as Seções 8 ou 9 e os respectivos reparos executados de acordo com as orientações da presente Norma.

5.1.4 A inspeção deve constar dos seguintes itens:

- a) inspeção visual do revestimento:
 - deve ser feita em toda a superfície de todos os tubos revestidos;
 - deve ser feita avaliação dos eventuais danos existentes com base nos critérios definidos nas seções 8 e 9 desta norma.
 - deve ser feita avaliação de danos e/ou início do processo de corrosão na região dos colarinhos;
- b) ensaio de descontinuidade do revestimento:
 - a inspeção de descontinuidade deve ser feita em toda a superfície conforme Plano de Amostragem definido no PI;
 - cada tubo deve ser inspecionado utilizando-se equipamento ("holiday detector") , conforme procedimentos operacionais definidos na ABNT [NBR 16172](#) e atendendo aos parâmetros definidos na Tabela 1,

Tabela 1 - Parâmetros para o Ensaio de Descontinuidade

Revestimento	Tensão de ensaio	Tipo
3LPE e 3LPP	12 kV/mm (≤ 25 kV)	Corrente pulsante, via seca
FBE monocamada	$2,25 \pm 0,2$ Kv	Corrente contínua, de onda completa retificada e via seca
FBE dupla camada	$4,0 \pm 0,2$ Kv	Corrente contínua, de onda completa retificada e via seca
Epóxi líquido	Conforme ABNT NBR 16172	Conforme ABNT NBR 16172

5.1.5 A estocagem dos tubos revestidos com 3LPE, 3LPP ou FBE deve atender ao item 6.3 da ABNT [NBR 15221](#) partes 1, 2 ou 3, respectivamente. Os tubos revestidos com epóxi líquido devem ser estocados conforme determinação da ABNT [NBR 15221-3](#), item 6.3.

5.2 Inspeção Durante a Montagem do Duto

5.2.1 Deve ser realizada conforme descrito no PI, imediatamente antes do lançamento do duto na vala.

NOTA Antes do lançamento do tubo na vala, deve ser realizada inspeção na vala para verificação de possíveis interferências que possam vir a causar danos ao tubo revestido.

5.2.2 Deve atender o exposto em 5.1, ressalvando-se que só há necessidade de realizar-se a inspeção visual do revestimento.

NOTA Se forem observados danos no revestimento, deve-se avaliar a necessidade de realização do ensaio de descontinuidade.

5.2.3 Após o lançamento deve ser realizada inspeção visual para identificação de possíveis danos no tubo revestido.

6 Características Técnicas dos Materiais de Reparo

6.1 Reparos em Revestimento com 3LPE

6.1.1 Barra de Polietileno para Preenchimento

6.1.1.1 Consiste de um bastão de adesivo à base de polietileno que é ativado por calor. É recomendado para pequenos reparos no revestimento, conforme descrito na Tabela 14.

6.1.1.2 A barra de polietileno para preenchimento para temperatura de projeto até 80 °C deve atender aos requisitos das Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Propriedades da Barra de Polietileno para Preenchimento

Propriedades	Unidades	Valores limites	Métodos de ensaio
Resistência ao cisalhamento (23 °C ± 2 °C) (ver Nota 2)	N/cm ²	mín. 235	ASTM D 1002
Rigidez dielétrica (23 °C ± 2 °C)	kV/mm	mín. 10	ASTM D 149
Resistência à tração (23 °C ± 2 °C)	MPa	mín. 5	ASTM D 638
Alongamento na ruptura (23 °C ± 2 °C)	%	mín. 350	ASTM D 638
Ponto de amolecimento (ver Nota 2)	°C	mín. 100	ASTM E 28
Dureza (23 °C ± 2 °C)	Shore D	mín. 30	ASTM D 2240
Dimensões:			
- Comprimento (ver Notas 1 e 2)	mm	-	ASTM D 1000
- Diâmetro (ver Notas 1 e 2)	mm	-	ASTM D 1000
NOTA 1 Conforme padrão do fabricante do material.			
NOTA 2 A ser informado, pelo fabricante, no Certificado de Análise do material.			

Tabela 3 - Requisitos do Reparo Aplicado com Barra de Preenchimento

Propriedades	Unidades	Valores limites	Métodos de ensaio
Visual	-	passa / não passa	(ver Nota 1)
Descontinuidade do reparo	kV	12 kV/mm (≤ 25kV)	NBR 16172
Impacto (27 ± °C) (ver Nota 2)	J	mín. 15	ISO 21809-1 (Anexo E)
NOTA 1 Deve apresentar superfície uniforme, sem fissuras e perfurações.			
NOTA 2 Devem ser executados, no mínimo, 2 pontos de impacto, distanciados 30 mm entre si.			

6.1.2 Sistema em Mastique Elastomérico ou Adesivo Hot Melt para Preenchimento em Conjunto com Laminado de Polietileno (Manchão)

6.1.2.1 O revestimento é constituído pela aplicação de mastique elastomérico ou adesivo hot melt para preenchimento em conjunto com laminado de polietileno.

6.1.2.2 É recomendado para preenchimento de espaços e recomposição de espessuras, sendo utilizado em conjunto com manchão conforme descrito na Tabela 14.

6.1.2.3 Mastique elastomérico ou adesivo hot melt para preenchimento em conjunto com laminado de polietileno (manchão) deve ser utilizado em dutos revestidos em polietileno tripla camada para temperatura máxima de 80 °C. Devem atender às Tabelas 4 a 7.

6.1.2.4 A espessura total do laminado de polietileno deve ser de, no mínimo, 1 mm.