

Revestimento de Junta de Campo para Duto Enterrado

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 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."

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.

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as os requisitos mínimos aplicáveis para o revestimento anticorrosivo externo de juntas de campo soldadas de dutos de aço enterrados e de trechos de dutos instalados pelo método de furo direcional, utilizando mantas termocontráteis, revestimentos em epóxi líquido ou FBE.

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

1.3 O aplicador de revestimento de junta de campo soldada deve ser previamente treinado como proposto no Anexo B pelo fornecedor do material de revestimento em conformidade com o Procedimento de Aplicação (Anexo A).

1.4 Esta Norma se aplica a revestimento de juntas de campo soldadas utilizando-se de um dos seguintes sistemas:

- a) manta termocontrátil: para dutos revestidos em 3LPE, 3LPP, FBE ou revestimentos betuminosos;
- b) epóxi líquido ou FBE: para dutos revestidos em epóxi líquido ou FBE;

1.5 O revestimento em questão também é aplicável à junta de campo de dutos lançados pelo processo de furo direcional.

1.6 Não é permitido, exceto quando na execução de reparos, a aplicação de manta sobre manta ou o processo tipo “escama de peixe”.

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-2238](#) - Reparo de Revestimento Anticorrosivo Externo de Dutos e Tubulações Enterrados em Operação;

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 15742](#) - Tintas e Vernizes - Avaliação de 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 [D56](#) - Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester;

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

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

ASTM [D1000](#) - Standard Test Method 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 [D1475](#) - Standard Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products;

ASTM [D2240](#) - Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness;

ASTM [D2732](#) - Standard Test Method for Unrestrained Linear Thermal Shrinkage of Plastic Film and Sheeting;

ASTM [D4060](#) - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by The Taber Abraser;

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](#) - Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials;

ASTM [G8](#) - Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings;

ASTM [G14](#) - Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test);

CAN / [CSA Z 245.20:2010](#) - External Fusion Bond Epoxy Coating for Steel Pipe;

DIN [30670](#) - Polyethylene Coatings of Steel Pipes and Fittings; Requirements and Testing.

ISO [8501-1](#) - Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products-Visual Assessment of Surface Cleanliness - Part 1: Rust Grades and of Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates After Overall Removal of Previous Coatings;

ISO [11357-6](#) - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 6: Determination of oxidation induction time (isothermal OIT) and oxidation induction temperature (dynamic OIT);

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.

3 Termos e Definições

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

3.1

aplicador

profissional responsável pela aplicação do revestimento

3.2

certificado de conformidade

documento expedido pelo fabricante ou aplicador, referente a cada material fornecido, onde são relatados os ensaios requeridos nesta Norma, com os respectivos valores típicos em conformidade com os valores limites

3.3

certificado de qualidade

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

3.4

fabricante

empresa fabricante das matérias-primas

3.5

FBE

“Fusion Bonded Epoxy”

Epóxi termicamente curado

3.6

fornecedor

empresa fornecedora do revestimento

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

lote

quantidade típica de produção de um determinado material ou produto, definida pelo seu fabricante, que deve informar a metodologia utilizada para a sua definição. 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

3.9**manta termocontrátil**

consiste de um 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 reticulado por processo de irradiação eletrônica, complementado com adesivo de polipropileno. Em ambos os casos é necessário um “primer” epóxi anticorrosivo e selo de fechamento ou mata-junta

3.10**PA**

Procedimento de Aplicação

3.11**3L PE**

“Three-layer Polyethylene”

Polietileno em três camadas

3.12**3L PP**

“Three-layer Polypropylene”

Polipropileno em três camadas

4 Condições Gerais

4.1 A aplicação do revestimento deve ser realizada em conformidade com um Procedimento de Aplicação (PA) elaborado pelo fornecedor do respectivo material, conforme o Anexo A desta Norma. O PA deve ser qualificado pela PETROBRAS, de acordo com o Anexo B desta Norma, antes do início das atividades de execução do sistema de revestimento em campo.

4.2 Antes do início das atividades de execução do sistema de revestimento em campo, os aplicadores da montadora do duto devem ser avaliados pela PETROBRAS, de acordo com o exposto em B.2.

4.3 A qualificação do revestimento deve ser realizada pelo fornecedor do sistema de revestimento e pelo aplicador.

4.4 Deve ser selecionado o tipo de revestimento anticorrosivo para as juntas soldadas de campo, conforme indicado no 1.4 a) e b).

4.5 As mantas termocontráteis devem ser identificadas por meio de marcação permanente e legível, mesmo após a contração, contendo código do fornecedor e lote de fabricação.

4.6 Para os sistemas de revestimento com manta termocontrátil destinados a dutos lançados pelo método de furo direcional devem ser obedecidas as alíneas a seguir:

- a) deve contemplar um ou mais componentes com características de resistência à abrasão e ao esforço de cisalhamento na formação (rochas e solos);

- b) deve contemplar uma manta de sacrifício, ou seja, todas as juntas soldadas devem ter revestimento anticorrosivo com manta de sacrifício na extremidade cuja função é dar proteção mecânica adicional à extremidade de ataque durante o puxamento do duto. A manta de sacrifício deve ser estruturada com tecido de fibra de vidro ou outros materiais que promovam a proteção mecânica requerida.
- c) deve considerar o perfil estratigráfico da formação (rochas e solos) para determinação do tipo de manta a ser aplicada na perfuração e sua aplicação deve ser definida conforme indicado na Tabela 1:

Tabela 1 - Tipos de Solos e Mantas Termocontráteis

Argilas e siltes	Areias e rochas
Manta com ou sem estrutura em tecido de fibra de vidro ou Sistema Aditivado para Alta Resistência a Abrasão e ao Cisalhamento	Manta com estrutura em tecido de fibra de vidro ou Sistema Aditivado para Alta Resistência a Abrasão e ao Cisalhamento (Ver NOTA 1) para dutos revestidos com 3LPE ou epóxi e manta de polipropileno para dutos revestidos com 3LPP ou epóxi
NOTA 1: Alternativamente pode ser utilizada manta com “backing” em polipropileno termocontrátil	
NOTA 2 Se ao longo da trajetória e perfil do furo ocorrer, em alguma parte, a utilização da manta com estrutura em tecido de fibra de vidro ou Sistema Aditivado para Alta Resistência a Abrasão e ao Cisalhamento, é mandatória a utilização em todas as juntas soldadas.	

5 Características Técnicas dos Materiais

5.1 Manta Termocontrátil para Junta s de Campo de Dutos Revestidos com 3LPE ou Epóxi

5.1.1 Duto Enterrado

5.1.1.1 “Primer”

Opção 1: Epóxi líquido bi componente, com 100 % de sólidos por volume, fornecido pelo fornecedor da manta, conforme requisitos da Tabela 2 e admitir temperatura de projeto de até 80 °C. A validade do produto não exposto diretamente aos raios solares deve ser de, no mínimo, 2 anos e deve ser informado pelo fabricante no Certificado de Qualidade. O produto final, que se obtém após a mistura dos 2 componentes do “primer,” deve apresentar consistência uniforme e fácil aplicabilidade. A espessura da película seca deve ser de, no mínimo, 150 µm.

Opção 2: Epóxi em pó termicamente curado (FBE). As propriedades do primer devem atender aos requisitos da Tabela 3. A espessura da película seca deve ser de, no mínimo, 150 µm.

Tabela 2 - Propriedades do “Primer” Epóxi Líquido

Propriedades (ver Nota 1)	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Componente			
Massa específica (base)	g/cm ³	(ver Nota 1)	ASTM D1475
Massa específica (agente de cura)			
Ponto de fulgor (base) (ver Notas 1 e 2)	°C	min. 93	ASTM D92
Ponto de fulgor (agente de cura) (ver Notas 1 e 2)	°C	mín. 35 (para 3LPE) mín. 92 (para 3LPP)	ASTM D92
Mistura			
Teor de sólidos por volume	%	100	(ver Nota 1)
Razão de mistura por volume	Deve ser informado pelo fabricante		
Vida útil da mistura a 23 °C ± 2 °C (ver Notas 1 e 3)	min	min. 20	ABNT NBR 15742
NOTA 1 A ser informado, pelo fornecedor, no Certificado de Qualidade do material. NOTA 2 Caso o ponto de fulgor não possa ser ensaiado pelo método de copo aberto (ASTM D92), deve ser ensaiado pelo método de copo fechado (ASTM D56). NOTA 3 O requisito informado pelo fabricante no Certificado de Qualidade do material pode ser obtido utilizando-se um método alternativo, também informado pelo fornecedor.			

Tabela 3 - Propriedades do “Primer” Epóxi em Pó Termicamente Curado (FBE)

Propriedades (ver Nota 1)		Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Massa específica		g/cm ³	(ver Nota 2)	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.6
Granulometria	Retenção na peneira de 60 mesh (250 µm)	%	Máx. 0,2	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.5 ou Análise de dispersão a laser
	Retenção na peneira de Análise de dispersão a laser 100 mesh (150 µm)		Máx. 4,0	
Tempo de gel a (205 ± 3) °C		s	(ver Nota 3)	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.2

Tabela 3 - Propriedades do “Primer” Epóxi em Pó Termicamente Curado (FBE)
(Continuação)

Propriedades (ver Nota 1)		Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Tempo de cura a $(232 \pm 3) ^\circ\text{C}$		S	ver Nota 3	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.1
Temperatura de transição vítrea <i>onset</i>	Tg ₁	$^\circ\text{C}$	ver Nota 3	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.7
	Tg ₂	$^\circ\text{C}$	Mín. 95	
Teor de umidade		% em massa	Máx. 0,6	CAN/CSA Z245.20:2010 Subseção 12.4
NOTA 1 Deve ser pelo fabricante, em certificado de conformidade, para cada material. NOTA 2 Deve ser informado pelo fabricante no certificado de qualidade e de conformidade do material. NOTA 3 É aceita uma variação de 20% com relação ao valor informado no certificado de conformidade.				

5.1.1.2 Adesivo “Hot Melt”

O adesivo apropriado para temperatura de projeto de até $60 ^\circ\text{C}$ como para até $80 ^\circ\text{C}$, para sistemas não estruturados com tecido de fibra de vidro, deve atender aos requisitos das Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 - Propriedades do Adesivo “Hot Melt” (Até $60 ^\circ\text{C}$)

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Resistência ao cisalhamento a $23 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ (ver Nota 1)	N/mm ²	mín. 1	ASTM D1002
Resistência ao cisalhamento a $60 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ (ver Nota 2)		mín. 0,05	ASTM E28
Ponto de amolecimento (anel e bola) (ver Nota 1)	$^\circ\text{C}$	mín. 90	ASTM E28
Nota 1 A ser informado, pelo fornecedor, no Certificado de Qualidade do material. Nota 2 Deve ser obedecido um tempo de condicionamento de, pelo menos, 1 hora.			

Tabela 5 - Propriedades do Adesivo “Hot Melt” (Até $80 ^\circ\text{C}$)

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Resistência ao cisalhamento a $23 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ (ver Nota 1)	N/mm ²	mín. 3	ASTM D1002
Resistência ao cisalhamento a $80 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ (ver Nota 2)		mín. 0,06	
Ponto de amolecimento (anel e bola) (ver Nota 1)	$^\circ\text{C}$	mín. 110	ASTM E28
NOTA 1 A ser informado, pelo fornecedor, no Certificado de Qualidade do material. NOTA 2 Deve ser obedecido um tempo de condicionamento de, pelo menos, 1 hora.			

5.1.1.3 Filme Externo de Polietileno Reticulado

O filme externo de polietileno reticulado não estruturado com tecido de fibra de vidro, tanto para temperatura de projeto do duto de até 60 °C como para até 80 °C deve atender aos requisitos da Tabela 6.

Tabela 6 - Propriedades do Filme Externo de Polietileno Reticulado Não Estruturado

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Tensão de escoamento a 23 °C ± 2 °C (ver Notas 1, 2 e 3)	MPa	mín. 15	ASTM D638
Alongamento na ruptura a 23 °C ± 2 °C (ver Notas 1, 2 e 3)	%	mín. 400	ASTM D638
Rigidez dielétrica a 23 °C ± 2 °C (ver Nota 1)	kV/mm	mín. 12	ASTM D149
Resistividade volumétrica a 23 °C ± 2 °C (ver Nota 1)	Ω.cm	mín. 10 ¹⁴	ASTM D257
Alongamento na ruptura a 23 °C ± 2 °C após envelhecimento por calor	-	E ₁₀₀ /E ₇₀ mín 0,75 E ₁₀₀ /E ₀ mín 0,75	ISO 21809-3 (Anexo M)
Livre contração longitudinal	%	mín. 20	ASTM D2732
Absorção de água (24 h @ 23 °C ± 2 °C) (ver Nota 1)	%	máx. 0,14	ASTM D570
Transmissão de vapor (38 °C ± 2 °C @ 90 % UR) (ver Nota 1)	g/h/m ²	máx. 0,052	ASTM E96 Método água
Dureza (t = 1 s) , Shore D	-	mín 45	ASTM D2240
NOTA 1 A manta deve ser previamente submetida à livre contração. NOTA 2 A ser informado, pelo fornecedor, no Certificado de Qualidade do material. NOTA 3 Corpo de prova tipo IV, com velocidade de tracionamento de 50 mm/min.			

5.1.1.4 Requisitos do Revestimento Aplicado

Os requisitos do revestimento aplicado devem atender às Tabelas 7 e 8

Tabela 7- Requisitos do Revestimento Aplicado para Manta de Polietileno Reticulado (Até 60 °C)

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Descolamento catódico a 28 d @ 60 °C ± 2 °C	mm	máx. 10	ISO 21809-3 (Anexo G)
Descolamento catódico a 28 d @ 23 °C ± 2 °C	mm	máx. 5	ISO 21809-3 (Anexo G)
Aderência ao substrato e ao revestimento original, a 23 °C ± 2 °C @ 10 mm/min	N/mm	mín. 4	ISO 21809-3 (Anexo H1)
Aderência ao substrato e ao revestimento original, a 60 °C ± 2 °C @ 10 mm/min	N/mm	mín. 0,2	ISO 21809-3 (Anexo H1)
Resistência à penetração, a 60 °C ± 2 °C	mm	espessura residual mín: 0,6	ISO 21809-3 (Anexo E)
Aderência ao substrato e ao revestimento original após imersão em água quente por 100 d @ 60 °C ± 2 °C	-	P ₁₀₀ /P ₀ ≥ 0,75 sem enrugamento, empolamento, delaminação etc.	ISO 21809-3 (Anexos I e H)
Impacto a 23 °C ± 2 °C	J/mm	mín 5	ISO 21809-3 (Anexo D)

Tabela 8 - Requisitos do Revestimento Aplicado para Manta de Polietileno Reticulado (Até 80 °C)

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Descolamento catódico a 28 d @ 80 °C ± 2 °C	mm	máx. 10	ISO 21809-3 (Anexo G)
Descolamento catódico a 28 d @ 23 °C ± 2 °C	mm	máx. 5	ISO 21809-3 (Anexo G)
Aderência ao substrato e ao revestimento original, a 23 °C ± 2 °C @ 10 mm/min	N/mm	min. 5	ISO 21809-3 (Anexo H1)
Aderência ao substrato e ao revestimento original, a 80 °C ± 2 °C @ 10 mm/min	N/mm	min. 0,3	ISO 21809-3 (Anexo H1)
Resistência à penetração, a 80 °C ± 2 °C	mm	espessura residual mín: 0,6	ISO 21809-3 (Anexo E)
Aderência ao substrato e ao revestimento original após imersão em água quente por 100 d @ 80 °C ± 2 °C	-	$P_{100}/P_0 \geq 0,75$ sem enrugamento, empolamento, delaminação etc.	ISO 21809-3 (Anexos I e H)
Impacto a 23 °C ± 2 °C	J/mm	mín. 7	ISO 21809-3 (Anexo D)

5.1.1.5 Dimensões da Manta Polietileno Reticulado

As dimensões da manta de polietileno reticulado devem atender à Tabela 9.

Tabela 9 - Dimensões da Manta de Polietileno Reticulado

Propriedades	Unidades	Requisito	Métodos de ensaio
Espessura do filme externo de polietileno (ver Nota)	mm	mín. 0,75	ASTM D1000
Espessura do adesivo (ver Nota)	mm	mín. 0,90	ASTM D1000
NOTA A ser informado, pelo fornecedor, no Certificado de Qualidade do material.			

5.1.2 Furo Direcional

5.1.2.1 “Primer”

Deve atender aos requisitos da Tabela 2 e da Tabela 3.

5.1.2.2 Adesivo “Hot Melt”

Os adesivos apropriados para temperaturas de projeto do duto de até 60 °C e de até 80 °C, aplicados em sistemas de polietileno não estruturados com tecido de fibra de vidro destinados a furo direcional, devem atender aos requisitos das Tabelas 4 e 5, respectivamente. O adesivo apropriado para temperatura de projeto do duto até 60 °C, aplicado em sistemas estruturados com tecido de fibra de vidro destinados a furo direcional, deve atender aos requisitos da Tabela 10. O adesivo apropriado para temperatura de projeto do duto até 60 °C, aplicado em sistemas com filme de polipropileno destinados a furo direcional, deve atender aos requisitos da Tabela 3.