



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA GERAL

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário - Vigário Geral
Rio de Janeiro - RJ - CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3545-4600

Maio/2014

NORMA DNIT 094/2014 - EM

Tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) e poliolefinicos (PE e PP) para drenagem em rodovia – Especificação de material

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.002319/2013-41

Origem: Revisão da norma DNIT 094/2006-EM

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na Reunião de 16/05/2014.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-Chave:

Tubo condutor dreno - Drenagem

Total de páginas

10

Resumo

Este documento apresenta os requisitos a serem adotados no fornecimento de tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) e poliolefinicos (PE e PP), para obras de drenagem de rodovias. São também apresentados os requisitos concernentes a controle da qualidade dos materiais, condições de conformidade e não conformidade e os critérios para aceitação e rejeição.

Abstract

This document describes the method to be employed in the supply of PRFV, PE and PP pipes for underground drains. It includes the requirements for the materials, the quality control, the conditions for conformity and non-conformity and the criteria for acceptance and rejection.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1
3 Definições	2
4 Condições gerais	3
5 Condições específicas	4
6 Inspeção de recebimento	8
7 Condições de conformidade e não conformidade	9
Índice geral.....	10

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, para servir como documento base para aceitação de tubos de PRFV, PE e PP a

serem empregados na execução de dispositivos de drenagem rodoviária, cuja execução tenha sido indicada no projeto de engenharia.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO e cancela e substitui a Norma DNIT 094/2006-EM.

1 Objetivo

Esta Norma estabelece os requisitos e sistemas de classificação para os tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), de polietileno (PE) e de polipropileno (PP), com diâmetros nominais entre 300 e 3.600 mm e seus tipos de união para uso em redes enterradas de sistemas de drenagem de águas pluviais em rodovia.

Os tubos de PE e PP especificados de acordo com essa norma devem ser destinados somente à aplicação em captação e condução por gravidade, onde a pressão predominante na superfície do líquido seja a pressão atmosférica.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas aplicam-se somente as edições citadas; para referências não datadas aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (inclusive emendas).

a) AASHTO M294-13. Standard Specification for Corrugated Polyethylene Pipe, 300 to 1500mm (12 to 60in.) Diameter.

b) AASHTO M 330-13 Standard Specification for Polypropylene Pipe, 300 to 1500 mm (12 to 60in.) Diameter.

c) ISO 9969. Thermoplastics pipes - Determination of ring stiffness.

d) ISO 21138-1. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 1: Material specifications and performance criteria for pipes, fittings and system.

e) ISO 21138-3. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 3: Pipes and fittings with non-smooth external surface, Type B.

f) NBR 5426. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

g) NBR 7665. Sistemas para adução e distribuição de água - Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica - Requisitos.

f) NBR 7969. Tubo de PRFV - Verificação da resistência axial por pressão hidrostática interna - Método de ensaio.

g) NBR 7970. Tubo de PRFV - Verificação da resistência circunferencial por pressão hidrostática interna - Método de ensaio.

h) NBR 10571. Tubo de poliéster reforçado com fibras de vidro - Verificação do desempenho de juntas elásticas - Método de ensaio.

i) NBR 10848. Assentamento de tubulação de poliéster reforçado com fibras de vidro - Procedimento.

j) NBR 15536-2. Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV). Parte 2: Tubos e juntas para coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e água pluviais.

k) NBR 15536-3. Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV). Parte 3: Conexões.

l) NBR 15536-4. Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e plástico pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV). Parte 4: Anéis de borracha.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições a seguir.

3.1 Fabricante

Entidade que fabrica os produtos e os fornece ao comprador diretamente ou através de um fornecedor credenciado.

3.2 Fornecedor

Entidade que atua como distribuidor de produtos para o fabricante, podendo o próprio fabricante atuar como fornecedor de seus produtos.

3.3 Diâmetro nominal (DN)

Número que serve para classificar, em dimensão, o elemento de tubulação (tubo, junta, conexão e acessório). Quando esse número corresponder ao diâmetro interno do tubo, em milímetros, o produto é classificado como DN/DI, e quando esse número corresponder ao

diâmetro externo do tubo, em milímetros, o produto é classificado como DN/DE.

O diâmetro nominal (DN) não deve ser objeto de medição, nem ser utilizado para fins de cálculo.

3.4 Inspetor

Profissional, representante da Fiscalização, designado para a supervisão dos serviços e acompanhamento dos ensaios de controle da qualidade, para assegurar que os produtos cumpram com os requisitos desta norma.

3.5 Resina (R)

Polímero insaturado de alto peso molecular, que se apresenta no estado sólido quando não diluída em estireno.

3.6 Junta rígida (JR)

Sistema de união utilizada em tubos, com a capacidade de suportar a ação da pressão interna mediante os esforços de tensão longitudinal e radial.

3.7 Junta elástica (JE)

Sistema de união utilizada em tubos, com a capacidade de suportar as tensões internas de ação radial e transferir os esforços de tensão longitudinal para a tubulação.

3.8 Resina poliéster (UP) - termofixa

Polímero etilênico insaturado com dois ou mais grupos ésteres, diluído em um solvente reativo com insaturações vinílicas. O polímero é curado através de interligações obtidas por meio de um mecanismo de cura iniciado por radicais livres, assim como catalisadores peróxidos e calor.

3.9 Resina epóxi (RE) - termofixa

Polímero que contem dois ou mais anéis triangulares, cada um consistente de um átomo de oxigênio e dois carbonos. O polímero é curado por interligações com um endurecedor tipo amina ou tipo anidro, com ou sem calor, catalisador ou ambos.

3.10 Resina éster-vinílica (VER) - termofixa

Polímero resultante de modificações químicas na estrutura inicial de epóxi, adicionando-se duplas ligações vinílicas ao agrupamento éster.

3.11 Tubo de PRFV

Tubo constituído de um alinhamento de resina termoplástica ou termofixa, dotado de uma estrutura externa reforçada com fibras de vidro impregnadas com resina termofixa curada. A estrutura composta pode conter agregados, elementos granulares, escamas de vidro, agentes tixotrópicos e pigmentos ou corantes. O tubo de PRFV deve atender em seu fabrico e aplicação às prescrições da norma NBR 15536-2:2007.

3.12 Tubo de PE

Tubo constituído de polímero base de polietileno, formado por mais de uma parede, sendo a parede interna lisa e a parede externa corrugada ou lisa, podendo ser perfurado ou não.

3.13 Tubo de PP

Tubo constituído de polímero base de polipropileno formado por mais de uma parede, sendo a parede interna lisa e a parede externa corrugada ou lisa, podendo ser perfurado ou não.

4 Condições gerais

4.1 Sistema de classificação de tubos

4.1.1 Rigidez Anelar dos tubos (Nominal Ring Stiffness - SN)

A Rigidez Anelar (SN) dos tubos de PRFV, PE e PP, também referida como Classe de Rigidez (CR), deve estar de acordo com os valores especificados na subseção 5.9.

Define-se Rigidez Anelar teórica, como:

$$SN (CR) = EI / D^3$$

Onde:

SN (CR) = Rigidez Anelar (Classe de Rigidez), em KPa.

E = Módulo de elasticidade do material, em KPa.

I = Momento de inércia da seção transversal do tubo, por unidade de comprimento, expresso em m⁴ /m ou m³:

D = diâmetro médio do tubo, em metros.

Para tubos de parede maciça (sólida), o momento de inércia é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$I = e^3 / 12$$

Onde:

e = espessura da parede do tubo, em metros;

Para tubos de parede estruturada (não maciça), o momento de inércia deve ser fornecido pelo fabricante, com base no perfil da seção transversal do tubo.

A Classe de Rigidez é definida levando-se ainda em conta as condições de assentamento e trabalho da tubulação, conforme especificado pela norma NBR 10848:1988.

4.1.2 Classe de Pressão Hidrostática para tubos PRFV

As classes de pressões hidrostáticas padrão para tubos de PRFV, expressa em MPa, são: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5 e 3,2. O uso desta norma pode estender sua aplicação a outras classes de pressão. A classe de pressão (Pc) referida é a máxima pressão hidrostática suportada pelo tubo na ausência de outras solicitações.

Para especificação da classe de pressão o projetista deve levar em consideração duas restrições:

a) $P_c \geq P_t$

b) $P_c \geq [(P_t + P_s)/1,4]$

Onde:

P_t = pressão de trabalho, em MPa;

P_s = sobrepressão, em MPa.

4.2 Materiais dos tubos

As matérias primas utilizadas (resinas, reforços, corantes, cargas e outros materiais), quando se combinam para formar uma estrutura composta, devem permitir a produção de tubulações que atendam aos requisitos desta norma.

A composição das matérias primas utilizadas na produção de tubos que são empregados no transporte de águas pluviais, devem estar em conformidade com as exigências da legislação vigente e não podem alterar as características básicas do líquido transportado.

No caso dos tubos PRFV com liner termoplástico, o composto do liner deve ser de policloreto de vinila (PVC), na cor branca e atender aos requisitos especificados pela norma NBR 7665:2007, para aspecto visual, efeito sobre água, temperatura de amolecimento vicat, densidade, estabilidade dimensional, teor de cinzas e resistência ao impacto. A evidência quanto ao atendimento a esses requisitos deve ser apresentada pelo fabricante do liner, que deverá, quando exigido, apresentar os registros quanto a esses requisitos.

As guarnições, lubrificantes e adesivos devem atender ou estar em conformidade com as exigências definidas nesta norma.

Tubos com características diferentes de rigidez anelar (classe de rigidez), classe de pressão hidrostática e/ou comprimento de fornecimento especificadas nesta norma deverão ser objeto de acordo prévio entre o fabricante/fornecedor, o construtor, e a Fiscalização, e estar de acordo com os demais requisitos especificados por esta norma.

4.3 União dos tubos

A escolha de um sistema de união ou juntas dependerá de sua aplicação em situação específica, podendo ser dividida em três grupos:

a) no primeiro grupo os sistemas de união são desenvolvidos para tubos enterrados, contando com o atrito integral do solo para garantir a estanqueidade e flexibilidade. Este tipo de união é denominado junta elástica deslizante;

b) no segundo grupo os sistemas de união, denominados por juntas rígidas, são projetados para oferecer resistência às solicitações longitudinais do tubo, além da estanqueidade;

c) no terceiro grupo encontram-se os sistemas de união mistos, do tipo ponta e bolsa com vedação de borracha, porém com restrições ao deslocamento longitudinal do tubo, também denominado junta elástica travada.

As juntas elásticas das tubulações devem ser montadas segundo as normas NBR 15536-3:2007, para tubos PRFV, e ISO 21138-1:2007, para tubos PE e PP, e recomendações do fabricante.

Quaisquer que sejam os sistemas de união utilizados, eles devem garantir a estanqueidade ao fluido, ao longo da vida útil da tubulação, segundo as condições de operação. Os tipos de união mais usuais estão descritos nas subseções 4.3.1 a 4.3.4.

4.3.1 Anel de borracha

O anel de borracha é um elemento flexível, especialmente projetado para garantir a estanqueidade do sistema de união por junta elástica ao longo de toda a vida útil da tubulação, garantindo que o anel não seja deslocado do seu alojamento durante o processo de montagem e que não seja ultrapassado o limite de deformação permissível de longa duração na condição mais desfavorável.

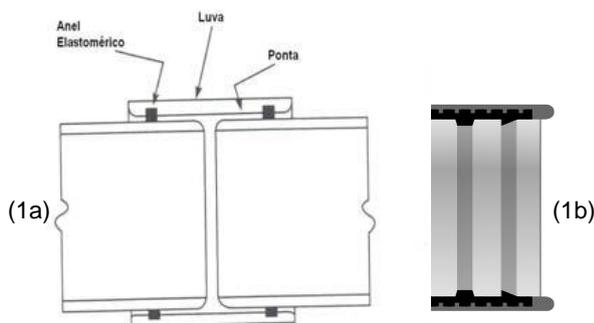
Os anéis de borracha devem ser produzidos com elastômero compatível com o fluido a ser transportado e devem ter gravados a identificação do fabricante e o DN, garantida a compatibilidade entre o anel e o tubo.

Os anéis de borracha devem estar em conformidade com os requisitos especificados nas normas NBR 15536-4:2007 e ISO 21138-3:2007.

4.3.2 Junta elástica para tubos PRFV - tipo Reka

Este sistema, mostrado na Figura 1, é composto por uma luva de acoplamento tipo junta elástica, dotada de dois anéis de vedação nas extremidades da luva (Figura 1a) ou anel integrado (Figura 1b). Em cada uma das extremidades das barras de tubos a serem unidos é acoplado um lado da luva Reka. Depois de montada, a luva passa a funcionar como uma bolsa.

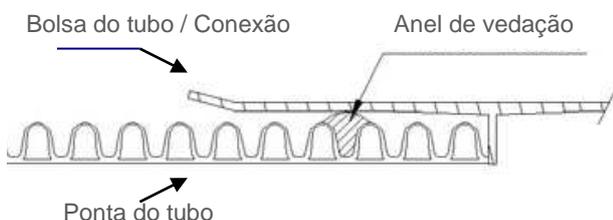
Figura 1 - Junta elástica de montagem ou tipo Reka



4.3.3 Junta elástica para tubos PE e PP - ponta / bolsa

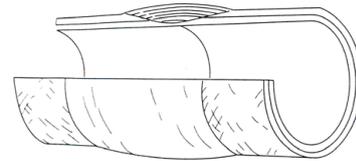
Este sistema, mostrado na Figura 2, é composto por junta elástica (JE) constituída pela ponta de um tubo, uma bolsa (podendo ser proveniente do próprio tubo ou de uma conexão) e anel de vedação, alojado entre nervuras, montado de forma deslizante.

Figura 2 - Junta elástica para tubos PE e PP



4.3.4 União de topo PRFV com laminado de recobrimento (JR-LT)

Figura 3 - União de topo laminada



4.4 Conexões

As conexões de PRFV, PE e PP devem ser fabricadas com diâmetros nominais e respectivas tolerâncias, conforme especificado nas normas da ABNT e ISO.

5 Condições específicas

5.1 Caracterização do produto

No caso de tubulações PRFV, o fabricante deve fornecer um memorial descritivo da tubulação a ser fornecida, onde deve constar, no mínimo, os seguintes parâmetros: espessura do tubo, espessura de parede do reforço interno e externo, espessura da barreira química e liner, número de camadas, teor de fibra de vidro, teor e tipo de resina, orientação das fibras de vidro (ângulo de enrolamento), comprimento de montagem, tipo de junta a ser empregada e recomendações de montagem. Quando disponível, também deverá constar neste memorial descritivo a resistência à pressão hidrostática interna de longa duração (HDB) e deformação por compressão radial (ovalização) de longa duração (Sb), com base nas exigências estabelecidas nas normas NBR 7969:1983 e NBR 7970:1983.

No caso de tubulações PE e PP, o fabricante deve fornecer um memorial descritivo da tubulação a ser fornecida, onde deve constar, no mínimo, os seguintes parâmetros: espessura da parede interna do tubo, rigidez anelar nominal do tubo (SN), comprimento de montagem, tipo de junta a ser empregada e recomendações de montagem.

5.2 Aspectos visuais

Os tubos e conexões devem se apresentar livres de defeitos como: rebarbas, delaminações, bolhas, incrustações, furos, fissuras e trincas, que devido à sua natureza, grau ou extensão afetem o desempenho do produto ou possam prejudicar sua conformidade aos requisitos das seções 4 e 5. No caso de tubos PRFV, também não são admitidos defeitos como: ressaltos, cavidades, pites ou áreas ou pontos secos de resina,

As extremidades de ponta dos tubos PRFV devem ser chanfradas com ângulo de $(30 \pm 2)^\circ$, conforme ilustrado na Figura 4. Deve ser realizado um acabamento superficial com resina na região chanfrada e a extremidade inferior do chanfro deve estar acima da extremidade superior do liner (o liner não deve ser cortado na execução do chanfro).

Figura 4 - Chanfro de $(30 \pm 2)^\circ$ 

Após acordo prévio entre o fabricante, o construtor e a Fiscalização, os tubos e as conexões podem ser reparados, a fim de remover imperfeições de superfície e defeitos localizados que não afetem a espessura da parede, desde que os tubos, uniões e conexões reparados atinjam a conformidade com todos os requisitos desta norma.

5.3 Marcação

O fabricante deve adotar uma identificação a ser aplicada no tubo que seja legível e indelével, para atender às práticas de manuseio e instalação. Esta norma determina as informações mínimas de identificação que deve conter o tubo:

- diâmetro nominal interno (DN/DI) ou externo (DN/DE);
- classe de pressão, em MPa (para tubos PRFV, quando aplicável);
- classe de rigidez (CR), em N/m², ou rigidez anelar nominal (SN), em KPa;
- código de rastreabilidade do produto;
- identificação do fabricante;
- número da norma;
- finalidade de utilização.

5.4 Dimensões dos tubos

5.4.1 Diâmetros

Os tubos PE e PP devem ser fabricados com diâmetros nominais (DN) citados na tabela 5 e com as respectivas tolerâncias indicadas nas normas ISO 21138-3, AASHTO M 294-13 ou AASHTO M 330-13. Outros diâmetros nominais para tubos PE e PP podem ser especificados, desde que o tubo atenda aos demais requisitos especificados nesta norma.

Os tubos PRFV devem ser fabricados com diâmetros nominais e respectivas tolerâncias, conforme especificado na norma NBR 15536-2:2007.

5.4.2 Comprimentos

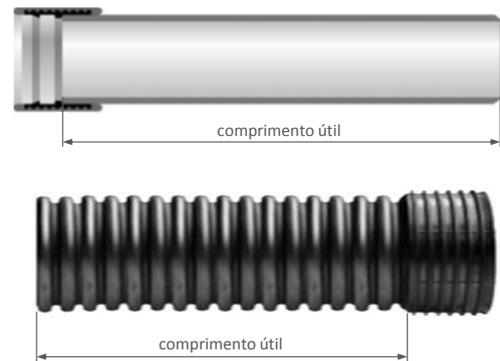
O comprimento total de barra de tubo deve ser de no mínimo 6 metros. Outros comprimentos totais, como 3, 9 e 12 metros, podem ser fornecidos desde que acordados previamente entre fabricante e o construtor.

O comprimento útil (de montagem) e sua tolerância devem ser fornecidos pelo fabricante do tubo. A verificação do comprimento útil é apresentada na figura 5.

5.4.3 Espessura de parede

A espessura média de parede do tubo não deve ser menor que a espessura nominal indicada pelo fabricante e a espessura mínima, em qualquer ponto, não deve ser inferior a 95% da espessura nominal.

Figura 5 - Exemplo de verificação de comprimento útil



5.4.4 Ovalização dos tubos PRFV

A ovalização do tubo deve ser inferior ou igual aos valores apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Tolerâncias para ovalização dos tubos PRFV

Diâmetro nominal	Tolerância para ovalização
300 < DN ≤ 600	± 3,0 mm
DN > 600	± 0,5 %

5.5 Verificação da estanqueidade (somente aplicável para juntas estanques)

A junta de tubulação PRFV não deve apresentar rupturas, furos, vazamentos ou exsudações, quando ensaiados à temperatura ambiente. Nesses ensaios deve ser mantida uma pressão igual a duas vezes a classe de pressão durante 30 segundos.

A junta de tubulações PE e PP não deve apresentar vazamentos, quando ensaiadas de acordo com os parâmetros das normas ISO referenciadas.

5.6 Deformação por compressão circunferencial de longa duração para tubos PRFV

O ensaio de resistência à compressão circunferencial (ovalização) deve ser feito às expensas do construtor ou do fabricante e de acordo com as normas da ABNT.

5.7 Resistência à tração circunferencial para tubos PRFV

No ensaio de tração circunferencial o corpo de prova deve atingir ou exceder o mínimo esforço circunferencial requerido por unidade de comprimento calculado pelas equações Eq1 e Eq2, adotando-se o maior dos valores.

Se utilizado o método A, a velocidade do ensaio deve ser de $(12,0 \pm 0,5)$ mm/min.

$$\text{Eq1: } F = S_i/S_r \times (P \times r)$$

$$\text{Eq2: } F = 4,0 \times (P \times r)$$

Onde:

F = mínima força circunferencial requerida por unidade de comprimento, em KN/m².

Si = tensão circunferencial inicial de ruptura, em KN/m².

Sr = tensão circunferencial na classe de pressão, em KN/m².

P = classe de pressão especificada, em KN/m².

r = raio médio do tubo, em metros, em que:

$$r = (De - e) / 2$$

Os valores de Si e Sr devem ser estabelecidos por meio do ensaio de pressão hidrostática de longa duração. O valor de Si deve ser obtido de regressão para o nível inferior de confiança de 95%.

O valor de Sr é determinado pela tensão circunferencial calculada para a classe de pressão do tubo.

5.8 Resistência à tração axial para tubos PRFV

O ensaio de resistência à tração axial deve ser feito às expensas do construtor ou do fabricante, de acordo com as prescrições da norma NBR 7969:1983, devendo apresentar alongamento médio mínimo de 0,25 % na ruptura e a força axial por unidade de comprimento circunferencial na ruptura deve atingir ou exceder os valores de resistência à tração axial apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores mínimos de resistência à tração axial (KN/m de circunferência) de tubos PRFV

Diâmetro Nominal (DN)	Mínima força de compressão axial KN/m de circunferência
300 a 800	102
850	111
900	122
1 000	137
1 200	161
1 400	182
1 600	210
1 800	238
2 000	260
2 200	280
2 400	322
2 600	340
2 800	360
3 000	400
3 200	420
3 400	440
3 600	480

5.9 Determinação da classe de rigidez (CR) ou rigidez anelar nominal (SN)

5.9.1 Classe de rigidez de tubos PRFV

A Classe de Rigidez (CR) deve ser determinada pela medição da rigidez na deformação diametral de 5% do diâmetro médio do corpo de prova, respeitando-se os valores especificados nas Tabelas 3 e 4. A classe de rigidez do tubo será o máximo valor especificado na Tabela 3 e que seja inferior ao mínimo valor atingido pela amostra, quando ensaiada. O uso desta norma pode ter sua aplicação estendida a outras classes de rigidez.

Tabela 3 - Classe de rigidez dos tubos PRFV

Diâmetro Nominal	Classe de Rigidez (CR) (N/m ²)					
	1250	2500	3750	5000	7500	10000
300 a 3600						

Determinada a classe de rigidez, os corpos de prova devem suportar os níveis de deformação diametral apresentados na Tabela 4 sem apresentar falhas, como especificado para cada nível:

a) Nível A - os corpos de prova não devem apresentar evidências visuais, a olho nu, de fissuras, fendas ou ruptura das superfícies interna e externa;

b) Nível B - os corpos de prova não devem apresentar evidências visuais, a olho nu, de dano estrutural da parede, tais como: separação interlaminar, ruptura do reforço de fibra de vidro e fratura ou colapso da parede do tubo.

Tabela 4 - Deformações diametraais dos níveis A e B, em percentagem

Nível de deflexão	Classe de Rigidez (N/m ²)					
	1250	2500	3750	5000	7500	10000
A	18	15	13	12	10	9
B	30	25	21	20	17	15

5.9.2 Rigidez anelar nominal de tubos PE e PP

A rigidez anelar nominal ou classe de rigidez dos tubos PE e PP deve ser determinada de acordo com o método de ensaio da norma ISO 9969:2007, respeitando-se os valores especificados na Tabela 5. A classe de rigidez do tubo será o máximo valor especificado e que seja inferior ao mínimo valor atingido pela amostra quando ensaiada.

Tabela 5 - Rigidez anelar nominal ou classe de rigidez dos tubos PE e PP

Diâmetro Nominal	Rigidez Anelar Nominal (SN) (KPa)
300	SN 4, SN 8 ou SN 16
350	
375	
400	
450	
500	
600	SN 2, SN 4 ou SN 8
750	
800	
900	
1000	
1050	
1200	
1500	
1600	
1800	
2000	
2200	
2400	
2500	
2800	
3000	
3500	

5.10 Ensaio de resistência à compressão axial para tubos PRFV

O ensaio deve ser realizado nas situações previstas na subseção 5.11, podendo-se utilizar o método A ou o Método B, considerando que:

a) O método A pode ser utilizado para quaisquer diâmetros. Nesse método os corpos de prova devem atingir ou exceder a mínima força de compressão axial especificada na Tabela 6 e atender ao requisito de tração axial especificado na subseção 5.8;

b) O método B pode ser utilizado para tubos com diâmetros nominais até 700 mm, sendo que os corpos de prova devem suportar, sem ruptura, a ação simultânea da carga de viga listada na Tabela 7.

Tabela 6 - Requisitos para resistência à compressão - Método A (mínima força de compressão axial)

Diâmetro Nominal	Classe de pressão (MPa)								
	≤ 0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,2
300	95	115	130	140	145	150	170	190	220
350	100	125	140	155	160	170	190	215	250
400	105	130	145	160	170	185	210	240	285
450	110	140	160	175	185	205	230	265	315
500	115	150	170	190	200	220	250	290	345
600	125	165	195	220	235	255	295	345	415
700	135	180	215	250	265	290	340	395	475
800	150	200	240	280	295	325	380	450	545
900	165	215	265	310	325	355	425	505	620
1000	185	230	285	340	360	390	465	555	685
1200	205	260	320	380	410	460	-	-	-
1400	225	290	355	420	460	530	-	-	-
1600	250	320	390	460	510	600	-	-	-
1800	275	350	425	500	560	670	-	-	-
2000	300	380	460	540	610	740	-	-	-
2200	325	410	495	580	660	810	-	-	-
2400	350	440	530	620	710	880	-	-	-
2600	375	470	565	660	-	-	-	-	-
2800	400	505	605	705	-	-	-	-	-
3 000	430	540	645	750	-	-	-	-	-
3 200	460	575	685	795	-	-	-	-	-
3 400	490	610	725	840	-	-	-	-	-
3 600	520	645	765	885	-	-	-	-	-

Tabela 7 - Requisitos para resistência de viga - Método B

Diâmetro Nominal	Carga de viga (P) (KN)
300	7,1
350	9,8
400	13,3
450	17,8
500	19,6
600	28,5
700	35,6

5.11 Ensaios de qualificação de projeto

Os ensaios de resistência a compressão axial e verificação da estanqueidade da junta são ensaios de qualificação do projeto dos tubos. Os ensaios de qualificação devem ser realizados uma única vez para os novos projetos e devem ser revalidados quando houver mudança significativa no projeto do produto. Considera-se que ocorre uma mudança significativa quando a resistência à tração axial, determinada conforme subseção 5.8, sofrer um decréscimo maior que 15%.

O ensaio de verificação da estanqueidade da junta deverá ser revalidado no caso de quaisquer alterações nas dimensões do sistema de junta dos tubos de PRFV, PE ou PP. Os ensaios de verificação do desempenho de juntas elásticas para tubos PRFV deve ser realizados em conformidade com a norma NBR 10571:1988.

O construtor também deve realizar os ensaios de resistência à pressão hidrostática interna de longa duração e deformação por compressão circunferencial de longa duração na qualificação do projeto dos tubos de PRFV.

6 Inspeção de recebimento

6.1 Considerações gerais

A inspeção de recebimento do produto acabado deve ser feita na fábrica para os exames visuais, dimensionais e para o ensaio de verificação da estanqueidade dos tubos, podendo, entretanto, ser realizada em outro local que reúna os recursos indicados para realização da inspeção para os demais ensaios, conforme acordo

prévio entre construtor, fabricante e o inspetor, tomando-se por base a norma NBR 5426:1985.

Nas inspeções realizadas, o fabricante deve colocar à disposição da Fiscalização os laboratórios, equipamentos e pessoal especializado para a execução dos ensaios/exames de inspeção. Neste caso, todos os equipamentos utilizados deverão estar devidamente calibrados, devendo estar disponíveis os respectivos certificados de calibração e estar em conformidade com os equipamentos exigidos por esta norma, em função dos ensaios/exames a serem realizados. No caso dos tubos com liner de PVC o fabricante deve manter e colocar à disposição os registros dos ensaios dos tubos de PVC utilizados com o liner, conforme especificado.

A Fiscalização deve ser avisada com uma antecedência mínima de 10 (dez) dias, da data na qual devem ter início as operações de recebimento.

6.2 Definição da unidade de produto

A inspeção de recebimento dos tubos de PRFV, PE e PP limita-se ao produto acabado, devendo ser efetuada em fornecimentos de mesmo diâmetro nominal, mesma classe de pressão e mesma classe de rigidez, produzidos em série, sob mesmas condições.

A unidade de compra dos tubos de PRFV, PP e PE é o metro (m) e a unidade para fins de amostragem é a barra (quantitativo). A metragem de cada amostra deve ser suficiente para permitir a realização dos ensaios previstos na inspeção de recebimento.

6.3 Amostragem

De cada lote formado devem ser retiradas as amostras de forma representativa, sendo a escolha por parte do inspetor aleatória e não intencional.

6.3.1 Exames visual e dimensional

a) De cada lote são separadas amostras para exame dimensional, de marcação e visual, com a amostragem estabelecida na Tabela 8.

b) A inspeção de lotes com tamanho inferior a 16 unidades deve ser objeto de acordo prévio entre construtor, fabricante e o inspetor.

Tabela 8 - Plano de amostragem para exame visual e dimensional

Tamanho do lote (barras)	Tamanho da amostra		Número de unidades defeituosas			
	1ª amostragem	2ª amostragem	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Ac-1	Re-1	Ac-2	Re-2
16 a 25	5	-	0	1	-	-
26 a 90	8	8	0	2	1	2
91 a 150	13	13	0	3	3	4
151 a 280	20	20	1	4	4	5
281 a 500	32	32	2	5	6	7
501 a 1200	50	50	3	7	8	9
1201 a 3200	80	80	5	9	12	13
3201 a 10000	125	125	7	11	18	19

6.3.2 Ensaios destrutivos

a) Os tubos aprovados nos exames visual e dimensional devem ser submetidos aos ensaios de classe de rigidez/rigidez anelar nominal, estanqueidade, tração axial circunferencial, conforme plano de amostragem estabelecido na Tabela 9;

b) A inspeção de lotes com tamanho inferior a 16 unidades deve ser objeto de acordo prévio entre construtor,

fabricante/fornecedor e a Fiscalização. A critério do inspetor o ensaio de estanqueidade pode ser efetuado em apenas 3 amostras, independente do tamanho do lote.

Tabela 9 - Plano de amostragem para ensaios destrutivos

Tamanho do lote (barras)	Tamanho da amostra		Unidades defeituosas			
	1ª amostragem	2ª amostragem	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Ac-1	Re-1	Ac-2	Re-2
16 a 150	3	-	0	1	-	-
151 a 3200	8	8	0	2	1	2
3201 a 10000	13	13	0	3	3	4

NOTA: Outro plano de amostragem pode ser adotado em comum acordo entre construtor, fabricante e Fiscalização.

6.4 Aceitação e rejeição dos lotes

Na inspeção de recebimento, a aceitação ou a rejeição dos lotes inspecionados deve ser conforme o que segue. Se uma barra apresentar um defeito, para fins de aceitação e rejeição deve ser considerada uma unidade defeituosa.

6.4.1 Inspeção – Plano de amostragem simples

a) Na amostragem simples, aplicada aos ensaios destrutivos, o lote deve ser considerado aceito se o número de amostras defeituosas (aquelas que contêm uma ou mais não conformidades) for igual ou inferior ao número de aceitação;

b) O lote deve ser rejeitado se o número de amostras defeituosas for igual ou superior ao número de rejeição.

6.4.2 Inspeção – Plano de amostragem dupla

a) Na amostragem dupla, aplicada aos exames dimensionais e visuais, se o número de unidades defeituosas encontrado na primeira amostragem for igual ou menor do que o primeiro número de aceitação, o lote deve ser considerado aceito;

b) Se o número de unidades defeituosas for igual ou maior do que o primeiro número de rejeição, o lote deve ser rejeitado;

c) Ainda na primeira amostragem, se o número encontrado for maior do que o primeiro número de aceitação e menor do que o primeiro número de rejeição, uma segunda amostragem de tamanho indicado pelo plano de amostragem deve ser retirada;

d) As quantidades de unidades defeituosas encontradas na primeira e na segunda amostragem devem ser acumuladas;

e) Se a quantidade acumulada de unidades defeituosas for igual ou menor que o segundo número de aceitação, o lote deve ser aceito;

f) Se a quantidade acumulada de unidades defeituosas for igual ou maior do que o segundo número de rejeição, o lote deve ser rejeitado.

6.5 Relatório de resultado de inspeção

Para cada lote inspecionado, deve ser elaborado um relatório que deve conter, no mínimo, o seguinte:

a) identificação completa do lote;

b) quantidade de tubos fornecidos;

c) unidade de produto adotada;

d) tamanho do lote calculado;

e) declaração sobre a situação do lote em relação às especificações desta norma.

7 Condições de conformidade e não conformidade

Os tubos de PRFV, PE ou PP podem ser considerados em conformidade com esta Norma se, depois de inspecionados conforme seção 6, apresentarem resultados que satisfaçam a todos os requisitos estabelecidos nas seções 4 e 5; caso o material não atenda aos requisitos estabelecidos deve ser rejeitado.

Índice Geral

Abstract		1	Junta elástica para tubos PRFV - tipo Reka	4.3.2	4
Aceitação e rejeição dos lotes	6.4	9	Junta rígida (JR)	3.6	2
Amostragem	6.3	8	Marcação	5.3	5
Anel de borracha	4.3.1	4	Materiais dos tubos	4.2	3
Aspectos visuais	5.2	4	Objetivo	1	1
Caracterização do produto	5.1	4	Ovalização dos tubos PRFV	5.4.4	5
Classe de Pressão Hidrostática para tubos PRFV	4.1.2	3	Prefácio		1
Classe de rigidez de tubos PRFV	5.9.1	6	Referências normativas	2	1
Comprimentos	5.42	5	Relatório de resultado de inspeção	6.5	9
Condições de conformidade e não conformidade	7	9	Resina (R)	3.5	2
Condições específicas	5	4	Resina epóxi (RE) - termofixa	3.9	2
Condições gerais	4	3	Resina éster-vinílica (VER) - termofixa	3.10	2
Conexões	4.4	4	Resina poliéster (UP) - termofixa	3.8	2
Considerações gerais	6.1	8	Resistência à tração axial para tubos PRFV	5.8	6
Definição da unidade de produto	6.2	8	Resistência à tração circunferencial para tubos PRFV	5.7	5
Definições	3	2	Resumo		1
Deformação por compressão circunferencial de longa duração para tubos PRFV	5.6	5	Rigidez Anelar dos tubos (Nominal Ring Stiffness - SN)	4.1.1	3
Determinação da classe de rigidez (CR) ou rigidez anelar nominal (SN)	5.9	6	Rigidez anelar nominal de tubos PE e PP	5.9.2	6
Diâmetro nominal (DN)	3.3	2	Sistema de classificação de tubos	4.1	3
Diâmetros	5.4.1	5	Sumário		1
Dimensões dos tubos	5.4	5	Tabela 1 - Tolerâncias para ovalização dos tubos PRFV		5
Ensaio de resistência à compressão axial para tubos PRFV	5.10	7	Tabela 2 - Valores mínimos de resistência à tração axial (KN/m de circunferência) de tubos PRFV		6
Ensaio de qualificação de projeto	5.11	8	Tabela 3 - Classe de rigidez dos tubos PRFV		6
Ensaio destrutivo	6.3.2	9	Tabela 4 - Deformações diametrais dos níveis A e B, em percentagem		6
Espessura de parede	5.4.3	5	Tabela 5 - Rigidez anelar nominal ou classe de rigidez dos tubos PE e PP		7
Exames visual e dimensional	6.3.1	8	Tabela 6 - Requisitos para resistência à compressão - Método A (mínima força de compressão axial)		7
Fabricante	3.1	2	Tabela 7 - Requisitos para resistência de viga - Método B		8
Figura 1 - Junta elástica de montagem ou tipo Reka		4	Tabela 8 - Plano de amostragem para exame visual e dimensional		8
Figura 2 - Junta elástica para tubos PE e PP		4	Tabela 9 - Plano de amostragem para ensaios destrutivos		9
Figura 3 - União de topo laminada		4	6.4 Aceitação e rejeição dos lotes		
Figura 4 - Chanfro de $(30 \pm 2)^\circ$		5	Tubo de PE	3.12	2
Figura 5 - Exemplo de verificação de comprimento útil		5	Tubo de PP	3.13	3
Fornecedor	3.2	2	Tubo de PRFV	3.11	2
Índice Geral		10	União de topo PRFV com laminado de recobrimento (JR-LT)	4.3.4	4
Inspeção – Plano de amostragem dupla	6.4.2	9	União dos tubos	4.3	3
Inspeção – Plano de amostragem simples	6.4.1	9	Verificação da estanqueidade (somente aplicável para juntas estanques)	5.5	5
Inspeção de recebimento	6	8			
Inspetor	3.4	2			
Junta elástica (JE)	3.7	2			
Junta elástica para tubos PE e PP - ponta / bolsa	4.3.3	4			