



**ABNT – Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 / 28º andar
CEP 20003-900 – Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: PABX (21) 3974-2300
Fax: (21) 2240-8249
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2006,
ABNT–Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 2007

Projeto 02:111.59-001

Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Tubos de polipropileno tipo 3 (PP-R) - Requisitos

Origem: ISO 10508; EN 15874-1:2003

ABNT/CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil

CE-02:111.59 - Comissão de Estudo de Tubos e conexões de polipropileno tipo 3 (PP-R)

02:111.59-001 - Plastics systems for bulding instalation of hot and cold water - pipes of polipropilene type 3 (PP-R) - Requirements

Descriptors: Building sistems. Cold water. Hot water. Pipe. Polipropilene.

Válida a partir de

Palavras-chave: Água fria. Água quente. Polipropileno. Sistema predial. Tubo 17 páginas

Sumário

Prefácio

1 Escopo

2 Referências normativas

3 Definições

4 Requisitos

5 Marcação

6 Inspeção de recebimento

Anexos

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma introduz conceitos de tubulações para sistemas prediais de água quente e fria e métodos de ensaios para uma melhor avaliação dos produtos.

Esta Norma contém os anexos A e B de caráter informativo.

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos específicos para fabricação, aceitação e/ou recebimento de tubos de polipropileno tipo random (PPR) tipo 3 para instalações prediais para transporte de água quente e fria para o consumo humano, instalados por processos térmicos de fusão, com conexões fabricadas de acordo com o projeto de acordo com o projeto de Norma 02:111.59-002, em aplicações sob temperaturas de projeto e classificação de condições de serviço de acordo com a Tabela 1.

As condições de serviço estabelecidas na Tabela 1 devem ser combinadas com as pressões de projeto (P_D) de 0,6 MPa e de 0,8 MPa para uma temperatura de projeto de 70 °C.

Esta Norma fixa os parâmetros dos exames e ensaios de fabricação e recebimento.

Em conjunto com as outras partes, esta Norma é aplicável para tubos e conexões de PP-R, suas juntas e união com componentes de outros plásticos e materiais não plásticos para instalações de água quente e fria.

NOTAS

1. É responsabilidade do comprador ou do projetista a seleção apropriada destes aspectos, levando em conta seus requisitos específicos, regulamentos relevantes, códigos e práticas de instalação.
2. Esta Norma não é aplicável a instalações sob Td, Tmax e Tmal que não estão indicadas na Tabela 1

2 Referências normativas

As normas relacionadas e seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no ato desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento

ABNT NBR 14300

EN ISO 15874-1 Plastic piping systems for hot and cold water installations-Polypropylene (PP) - Part 1: General

EN ISO 15874-2 Plastic piping systems for hot and cold water installations-Polypropylene (PP) - Part2: Pipes

EN ISO 15874-5 Plastic piping systems for hot and cold water installations-Polypropylene (PP) - Part 5:

EN ISO 15874-7 Plastic piping systems for hot and cold water installations-Polypropylene (PP) - Part 7:

EN 578:XXXX Plastics piping systems- Plastics pipes and fittings-Determination of the opacity

EN 743:1996 Plastics piping and ducting systems -Thermoplastics pipe - Determination of the longitudinal reversion

ISO 472:1999 XXXXXXXXX

ISO 1043-1:2001 XXXXXXXXX

ISO 1133:XXXX Plastics Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume - flow rate of thermoplastics

ISO 1167-1:2006 Plastics piping systems - Thermoplastics pipes - Determination of resistance to internal pressure at constant temperature

EN ISO 9080:2003 Plastics piping and ducting systems - Determination of the long - term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation

ISO 9854-1:XXXX Thermoplastics pipes for the transport of fluids - Determination of pendulum impact strength by the Charpy method - Part 1: General test method

ISO 9854-2:XXXX Thermoplastics pipes for the transport of fluids - Determination of pendulum impact strength by the Charpy method - Part 2: Test condition for pipes of various materials

ISO 10508:1996 XXXX

EN 12293:

3 Definições

Para os efeitos desta Norma aplicam-se as seguintes definições. Em complemento às definições indicadas a seguir, aplicam-se os termos e definições das normas ISO 472:1999 e ISO 1043-1:2001.

3.1 Termos e definições geométricas

3.1.1 dimensão nominal (DN): designação numérica da dimensão do componente, a qual é um numero redondo apropriado, aproximadamente igual à dimensão de fabricação em milímetro.

dimensão nominal (DN/DE): dimensão nominal relacionada com o diâmetro externo.

diâmetro externo nominal (dn): Diâmetro especificado, em milímetro, atribuído a dimensão nominal DN/DE.

diâmetro externo (de): Medida do diâmetro externo através da seção transversal em qualquer ponto de um tubo ou extremidade macho de uma conexão, arredondada para o décimo de milímetro mais próximo.

diâmetro externo médio (dem): Medida do comprimento da circunferência externa, de qualquer seção transversal de um tubo ou da extremidade macho de uma conexão, dividida por π (≈ 3.142) arredondada para o décimo de milímetro mais próximo.

diâmetro externo médio mínimo (dem_{min}): Valor mínimo do diâmetro externo médio, como especificado para uma dada dimensão nominal.

diâmetro externo médio máximo ($d_{em_{max}}$): Valor máximo do diâmetro externo médio, como especificado para uma dada dimensão nominal.

diâmetro interno médio da bolsa (dbm): Média aritmética de duas medidas, do diâmetro interno, perpendiculares entre si, no ponto médio do comprimento da bolsa.

espessura nominal de parede (en): Designação numérica da espessura de parede de um componente, que é aproximadamente igual à dimensão de fabricação, em milímetro.

espessura da parede (e): Valor da espessura de parede, medida em qualquer ponto ao redor da circunferência de um componente, arredondado para o décimo de milímetro superior.

espessura mínima da parede (e_{min}): Valor mínimo da espessura ao longo da circunferência de um componente, como especificada.

espessura máxima da parede (e_{max}): Valor máximo da espessura ao longo da circunferência de um componente, como especificada.

ovalização: Diferença entre o diâmetro externo máximo e o mínimo, medidos em uma mesma seção transversal de um tubo ou na extremidade macho de uma conexão, ou a diferença entre o máximo e mínimo diâmetro interno em uma mesma seção transversal de uma bolsa.

tolerância: Variação admissível, de um valor ou quantidade do valor especificado, conforme a diferença expressa entre o valores máximo e mínimo permitidos.

tubo série (S): Número adimensional para designação do tubo conforme ISO 4065.

Nota - De acordo com a EN ISO 15874 o tubo série S é empregado como meio para a seleção do dimensional do tubo para finalidades práticas (ver EN ISO 15874-2)

valor calculado de tubo (S_{calc}): Valor calculado, para um tubo específico, de acordo com a seguinte equação, arredondado para o décimo de milímetro mais próximo .

$$S_{calc} = (dn - en) / 2en$$

onde:

dn é o diâmetro externo nominal, em milímetro;

en é a espessura nominal, expressa em milímetro.

3.2 Termos e definições relacionadas às condições de serviço

3.2.1 água tratada para instalações de aquecimento: Água para instalações de aquecimento que contém componentes e deve ser isenta de produtos que possam provocar efeitos deletérios ao sistema.

pressão de projeto (P_D): Maior pressão relacionada às circunstâncias para o qual o sistema foi projetado e deve ser aplicado.

Nota - A pressão de projeto (P_D) é igual à máxima pressão de projeto (MPD), como definida na EN 806-1.

temperatura de projeto (T_D): Uma temperatura ou combinação de temperaturas de água transportada, relacionada às condições de serviço para as quais o sistema foi projetado.

temperatura máxima de projeto (T_{max}): Maior temperatura de projeto, T_D , que pode ocorrer somente por períodos curtos de duração.

temperatura de mal- funcionamento (T_{mal}): Maior temperatura que pode ser atingida quando os limites de controle são excedidos.

temperatura de água fria (T_{fria}): Temperatura da água transportada até aproximadamente 25 °C.

NOTA - Para propósitos de projeto deve-se empregar a temperatura de 20 °C.

tensão hidrostática (σ): Tensão, expressa em megapascal (MPa), induzida na parede de um tubo, quando uma pressão é aplicada utilizando água como meio. Ela é calculada utilizando a equação a seguir:

$$\sigma = P \cdot [(d_{em} - e_{min}) / 2e_{min}]$$

onde:

P é a pressão aplicada, em megapascal;

d_{em} é o diâmetro externo médio de um tubo, em milímetro;

e_{min} é a espessura mínima de parede, em milímetro.

3.3 Termos e definições relacionados às características do material

3.3.1 coeficiente (C) de serviço total (de projeto): Coeficiente total com um valor maior do que 1 (um), que leva em consideração as condições de serviço, assim como as propriedades dos componentes de um sistema de tubulação, além daqueles representados no limite de confiança inferior, LCL.

3.3.2 composto de polipropileno random (PP-R): Material fabricado com polímero base de polipropileno random (PP-R) que contém os aditivos, pigmentos e estabilizantes necessários à fabricação e aplicação dos tubos e conexões de polipropileno.

3.3.3 limite de confiança inferior (LCL): Quantidade, expressa em megapascal (MPa), que pode ser considerada como uma propriedade do material, representando 97,5% do limite inferior de confiança da média da previsão de resistência hidrostática a longo prazo a uma dada temperatura (T) e um período de tempo (t).

3.3.4 material próprio reprocessável: Material preparado a partir de tubos e conexões não utilizados, incluindo as rebarbas da produção de tubos e conexões que são reprocessados em uma planta de um fabricante, após ter sido previamente processado pelo mesmo fabricante por um determinado processo de fabricação, tal como: moldagem ou extrusão e cujo composto é conhecido.

3.3.5 tensão de projeto (σ_D): Tensão permissível no material do tubo (σ_{pt}) ou no material plástico da conexão (σ_{pc}), expressa em megapascal (MPa), para uma dada aplicação ou um conjunto de condições de serviço.

Nota - Ver anexo A da ISO 15874-2:2003.

3.4 símbolos: Para aplicação desta Norma são adotados os seguintes símbolos:

C	coeficiente total de serviço (projeto);
de	diâmetro externo;
dem	diâmetro externo médio;
dem_{min}	diâmetro externo médio mínimo;
dem_{max}	diâmetro externo médio máximo;
dn	diâmetro externo nominal;
dbm	diâmetro interno médio da bolsa;
e	espessura de parede;
e_{max}	máxima espessura de parede;
e_{min}	mínima espessura de parede;
en	espessura nominal da parede;
P	pressão hidrostática interna;
P_D	pressão de projeto;
S_{calc}	valor calculado do tubo
S_{calc, max}	valor máximo calculado do tubo
t	período de tempo;
T	temperatura;
T_{fria}	temperatura da água fria;
T_D	temperatura de projeto;
T_{mal}	temperatura de mal funcionamento;
T_{max}	temperatura máxima de projeto;
σ	tensão hidrostática;
σ_{fria}	tensão de projeto a 20 °C;
σ_D	tensão de projeto;
σ_{Df}	tensão de projeto do material plástico da conexão;
σ_{Dp}	tensão de projeto do tubo;
σ_F	valor da tensão hidrostática do material plástico da conexão;
σ_P	valor da tensão hidrostática do material plástico dos tubos;
σ_{LCL}	limite de confiança inferior da resistência hidrostática de longo prazo.

3.5 Abreviaturas: Para aplicação desta Norma são adotadas as seguintes abreviaturas:

DN	dimensão nominal;
-----------	-------------------

DN/DE dimensão nominal, relacionada ao diâmetro externo;

LCL limite de confiança inferior;

MPD máxima pressão de projeto;

PP polipropileno;

S série de tubos.

4 Requisitos gerais

4.1 Controle do processo de fabricação

Recomenda-se que o fabricante mantenha atualizado um controle do processo de fabricação, conforme indicado no anexo A, que envolva os fornecedores de matérias-primas, acessórios e demais componentes, capaz de assegurar que os produtos que fabrica estejam de acordo com esta Norma e satisfaçam as expectativas do comprador.

4.2 Aspecto

Os tubos de polipropileno devem apresentar-se isentos de defeitos tais como: estrias, fissuras, trincas e falhas. As superfícies internas de bolsas devem apresentar-se lisas e uniformes.

4.3 Classificação das condições de serviço

Os requisitos de desempenho para tubos fabricados de acordo com esta Norma estão indicados na Tabela 1.

A classe das condições de serviço está relacionada a um campo de aplicação, para um período de 50 anos, e deve ser combinada com a pressão de projeto, P_D , de 0,6 MPa ou de 0,8 MPa, sob uma temperatura de projeto de 70 °C.

Tabela 1 - Classificação das condições de serviço

Classe de aplicação	Temperatura de projeto T_D	Período sob T_D	Temperatura máxima T_{max}	Período sob T_{max}	Temperatura de mal-funcionamento T_{mal}	Período sob T_{mal}	Campo de aplicação
2	70 °C	49 anos	80 °C	1 ano	95 °C	100 h	Fornecimento de água até 70 °C

NOTAS

- A classe de aplicação tem como origem a ISO 10508.

- Toda instalação, onde esse tipo de tubo for aplicado, deve empregar apenas água ou água tratada como fluido.

Todos os sistemas, que satisfazem as condições especificadas na Tabela 1, são adequados para transporte de água fria, por um período de 50 anos, sob as temperatura e pressões máximas admissíveis indicadas na Tabela 2.

Para as condições de serviço (Tabela 1), a pressão de projeto, o diâmetro nominal, a espessura de parede, e_{min} , devem ser escolhidos de tal forma que a série S correspondente ou o valor de S_{calc} deve ser menor ou igual que o valor de $S_{calc,Max}$ dado na Tabela 2.

Os valores máximos calculados dos tubos, $S_{calc, max}$, para a condição de serviço (Tabela 1) e pressão de projeto, P_D , são dados na Tabela 2. A origem do $S_{calc, max}$ é fornecida no anexo B.

Tabela 2 - Pressões máximas admissíveis

Temperatura (°C)	Período de serviço (anos)	Série (S) dos tubos de polipropileno	
		3,2 (PN 20)	2,5 (PN 25)
20	50	2,0 MPa	2,5 MPa
70	50	0,6 MPa	0,8 MPa

4.4 Matéria-prima

4.4.1 Material do tubo

A matéria-prima empregada para fabricação do tubo deve ser um composto de polipropileno copolímero random (PP-R) com curva de regressão.

4.4.2 Avaliação dos valores de σ_{LCL}

A matéria-prima deve ser avaliada de acordo com a EN ISO 9080, ou equivalente, e os ensaios de pressão interna devem ser realizados de acordo com a ISO 1167 para a obtenção dos valores σ_{LCL} . O valor σ_{LPL} determinado deve ser no mínimo tão alto quanto os valores correspondentes da curva de referência fornecida, sobre a faixa completa de tempos indicados na figura 1.

NOTAS

Uma forma equivalente de avaliação é calcular o valor σ_{LCL} para cada temperatura (como, por exemplo: 20 °C, 60 °C e 95 °C) individualmente.

As curvas de referência indicadas na figura 1 na faixa de temperatura de 10° C a 95° C são derivadas das seguintes equações:

- Primeira inclinação da curva (a porção da esquerda das linhas conforme exibido na figura 1) para PP-R:

$$\log t = - 55,725 - (9484,1 \times \log \sigma)/T + 25502,2/T + 6,39 \times \log \sigma \quad (1)$$

- Segunda inclinação (a porção da direita das linhas conforme exibido na figura 1) para PP-R:

$$\log t = - 19,98 + 9507/T - 4,11 \times \log \sigma \quad (2)$$

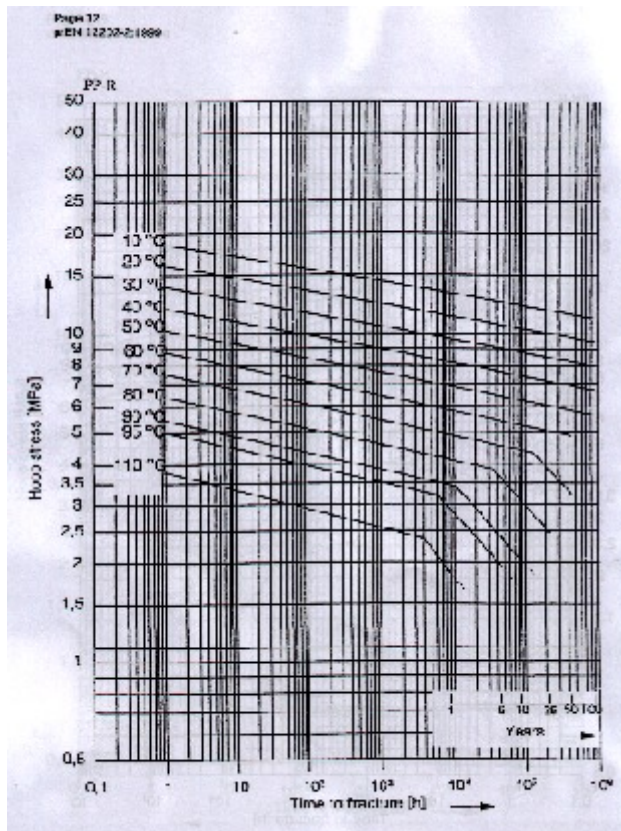


Figura 1 - Curvas de referência para tensão esperada de polipropileno copolímero random (refazer desenho)

4.4.3 Composto

Os tubos fabricados de acordo com esta Norma devem ser produzidos a partir de composto de polipropileno random (PP-R) também conhecido como tipo 3, de acordo com os requisitos estabelecidos na tabela 3.

O composto deve conter de origem todos os aditivos, antioxidantes, estabilizantes e pigmentos.

O composto de polipropileno a ser empregado na fabricação de tubos deve ser fornecido pelo próprio fabricante do polímero base e ser possível a sua rastreabilidade. O fabricante de tubos nada pode acrescentar ao composto.

4.4.4 Cor

Os tubos de polipropileno PP-R devem ser produzidos com um composto de cor verde, permitindo-se nuances devidas às naturais diferenças de cor das matérias-primas. O pigmento deve estar total e adequadamente disperso no composto a ser empregado na fabricação dos tubos. O pigmento e o sistema de aditivação devem minimizar as alterações de cor e das propriedades dos tubos.

4.4.5 Opacidade

Tubos fabricados de acordo com esta Norma devem ser opacos, não devendo transmitir mais do que 0,2% de luz visível, quando ensaiados de acordo com a EN 578 ou ISO 7686.

4.4.6 Aspectos superficiais

Os tubos devem apresentar: cor uniforme, superfícies lisas, limpas e sem sulcos e cavidades, e livres de corpos estranhos, bolhas, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do material e/ou do processo de extrusão.

As extremidades dos tubos devem ser cortadas transversalmente em relação ao seu eixo e apresentarem-se sem rebarbas.

4.4.7 Potabilidade da água para consumo humano

Todos os materiais plásticos e não plásticos empregados em tubulações de PP-R, em contato permanente ou temporário com a água para consumo humano, não devem afetar adversamente a qualidade da água potável.

Qualquer que seja o composto empregado, o produto final deve atender às exigências da portaria 105 da ANVISA.

4.4.8 Material reprocessável

O emprego de material reprocessável, obtido durante a produção ou realização de ensaios de produtos, é permitida em adição a material virgem, desde que sejam tomados os devidos cuidados para a não contaminação.

NOTA - Materiais reprocessáveis de fontes externas e materiais reciclados não devem ser empregados.

Tabela 3 - Características físico-químicas de compostos de polipropileno random (PP-R)

Característica	Requisito	Parâmetros de ensaios	Valor	Método de ensaio
Visual	Isento de defeitos	4.4.4, 4.4.5 e 4.4.6	Homogeneidade	6.2
Estabilidade térmica através de ensaio de pressão hidrostática ^{1) 2)}	Nenhum rompimento durante o ensaio	Procedimento de amostragem Tensão hidrostática circunferencial Temperatura de ensaio Tipo de ensaio Tampa de extremidade Orientação Período de ensaio Número de corpos-de-prova	³⁾ 1,9 MPa 110 °C Água em ar tipo 3 livre ³⁾ 8760 h 1	ISO 1167
Pressão hidrostática interna	Nenhuma falha durante o ensaio	4.6.1 Número de corpos-de-prova	Tabela 5 3 por lote	ISO 1167
Resistência ao impacto ^{1) 2)}	TIR < 10%	Procedimento de amostragem Temperatura de ensaio Número de corpos-de-prova	³⁾ 0 °C 10	ISO 9854
Índice de fluidez do composto	≤ 0,5 g/10 min	Temperatura de ensaio Massa Número de corpos-de-prova	230 °C 2,16 kg 3 por lote	ISO 1133

¹⁾ De acordo com o indicado em A.4.
²⁾ De acordo com o indicado em A.6.
³⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7.

4.5 Dimensões dos tubos de polipropileno random (PP-R)

Os tubos de polipropileno random (PP-R) devem apresentar as dimensões e tolerâncias estabelecidas na Tabela 4.

Para a classe dimensional do tubo, a espessura de parede, e_{min} e e_{calc} , respectivamente, deve ser conforme a Tabela 4, em relação aos valores do tubo de série S e S_{calc} , respectivamente, entretanto, todos os tubos devem ter uma espessura mínima de 2,0 mm.

Tabela 4 - Dimensões de tubos de polipropileno random (PP-R)

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo nominal dn	Diâmetro externo médio mínimo $d_{e,min}$	Diâmetro externo médio máximo $d_{e,max}$	Espessura de parede (e_{min})			
				Série de tubo S2,5		Série de tubo S3,2	
				P_D 0,8 MPa a 70 °C	Tolerância	P_D 0,6 MPa a 70 °C	Tolerância
12	12	12,0	12,3	2,0	+ 0,3	1,8	+ 0,3
16	16	16,0	16,3	2,7	+ 0,4	2,2	+ 0,4
20	20	20,0	20,3	3,4	+ 0,5	2,8	+ 0,4
25	25	25,0	25,3	4,2	+ 0,6	3,5	+ 0,5
32	32	32,0	32,3	5,4	+ 0,7	4,4	+ 0,6
40	40	40,0	40,4	6,7	+ 0,8	5,5	+ 0,7
50	50	50,0	50,5	8,3	+ 1,0	6,9	+ 0,8
63	63	63,0	63,6	10,5	+ 1,2	8,6	+ 1,0
75	75	75,0	75,7	12,5	+ 1,4	10,3	+ 1,2
90	90	90,0	90,9	15,0	+ 1,6	12,3	+ 1,4
110	110	110,0	111,0	18,3	+ 2,0	15,1	+ 1,7
125	125	125,0	126,2	20,8	+ 2,2	17,1	+ 1,9
140	140	140,0	141,3	23,3	+ 2,4 (2,6)	19,2	+ 2,1
160	160	160,0	161,5	26,6	+ 2,6 (2,9)	21,9	+ 2,3

4.6 Características de tubos de polipropileno random PP-R para aplicações de classe 2

4.6.1 Características mecânicas de tubos de polipropileno random (PP-R)

Quando ensaiados de acordo com os parâmetros de ensaios indicados na Tabela 5, os tubos devem resistir à tensão hidrostática circunferencial sem romper.

Este ensaio, considerado ensaio de tipo, deve ser realizado durante o desenvolvimento do produto, quando o fabricante iniciar a produção de tubos de polipropileno de acordo com esta Norma, ou quando houver mudança de fabricante de composto, ou mudança de aditivos ou ampliação da linha de produtos.

Tabela 5 - Características mecânicas de tubos de polipropileno random (PP-R)

Característica	Requisito	Parâmetros para ensaios				Método de ensaio
		Tensão hidrostática circunferencial MPa	Temperatura de ensaio °C	Período de ensaio h	Número de corpos-de-prova	
Resistência a pressão hidrostática interna	Nenhuma falha durante o período de ensaio	16,0	20	1	3	ISO 1167
		4,3	95	22	3	
		3,8	95	165	3	
		3,5	95	1000	3	

NOTAS
 1. Tampão de extremidade: tipo a).
 2. Orientação do corpo-de-prova: livre.
 3. Tipo de ensaio: água em água

4.6.2 Características físico-químicas de tubos de polipropileno random (PP-R)

Quando ensaiados de acordo com os métodos de ensaio estabelecidos na Tabela 6, os tubos devem apresentar-se de acordo com os requisitos indicados.

Tabela 6 - Características físico-químicas de tubos de polipropileno random (PP-R)

Característica	Requisito	Parâmetros de ensaios	Valor	Método de ensaio
Estabilidade dimensional	≤ 2%	Temperatura de ensaio	135 °C	Método B da EN 743 (ensaio de forno)
		Duração do ensaio para: e ≤ 8 mm 8 mm < e ≤ 16 mm e > 16 mm Número de corpos-de-prova	1 h 2 h 4 h 3	
Estabilidade térmica	> 80 min	Temperatura	200 °C	NBR 14300
		Número de corpos-de-prova	3	
Tensão hidrostática	Rompimento na curva ou acima dela	Temperatura de ensaio	95 °C	Método B da EN 743 (ensaio de forno)
		Período de ensaio	2 500 h	
Resistência ao impacto	TIR < 10%	Procedimento de amostragem	¹⁾	ISO 9854
		Temperatura de ensaio Número de corpos-de-prova	0 °C 10	
Índice de fluidez do tubo	30% de diferença máxima em relação ao composto	Temperatura de ensaio	230 °C	ISO 1133
		Massa Número de corpos-de-prova	2,16 kg 3	

¹⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7

4.7 Junta para finalidade do sistema

As características da junta (união) para finalidade de sistema, em instalações prediais de água quente e fria, para consumo humano, sob pressão e temperatura de acordo com a tabela 1, devem ser apropriadas para a aplicação de tubos de PP-R tipo 3.

Em conjunto com outras partes desta Norma é aplicável a tubos de PP-R tipo 3, com conexões, suas juntas e união com outros materiais plásticos e não plásticos indicados para instalações de água quente e fria.

4.8 Requisitos de desempenho

Tubos fabricados de acordo com esta Norma, unidos com conexões fabricadas de acordo com o projeto de Norma 02:111.59-002, bem como os componentes e respectivas juntas devem apresentar-se em conformidade com os requisitos indicados na EN ISO 15874-5.

4.8.1 Ensaio de resistência à pressão hidrostática interna

Quando ensaiados de acordo com a ISO 1167, com os parâmetros de ensaios estabelecidos na Tabela 7, os conjuntos montados com tubos de classe 2 não devem romper.

A pressão de ensaio P , para determinar o tempo de falha e temperatura de ensaio, devem ser determinados pela seguinte equação:

$$P = Pd \cdot \frac{\sigma_P}{\sigma_{DT}}$$

Onde:

P é a pressão hidrostática, que deve ser aplicada ao conjunto montado durante o período de ensaio, expressa em megapascal;
 σ_P é o valor da tensão de projeto do material da tubulação, como determinado para a classe e aplicação 2 indicado na Tabela 7, expresso em megapascal,

σ_{DT} é o valor da tensão hidrostática do material da tubulação, correspondente ao tempo de ocorrência de falha durante o ensaio, dos pontos dados na Tabela 7, expresso em megapascal,.

P_D é a pressão de projeto para 0,6 MPa ou 0,8 MPa, conforme a aplicação.

Tabela 7 - Requisitos para o ensaio de resistência à pressão hidrostática interna

Parâmetros de ensaio	Classe de aplicação 2
Temperatura máxima de projeto (T_{max}), em °C	80
Tensão de projeto do material do tubo (σ_P), em megapascal	2,13
Temperatura de ensaio (T_{ensaio}), em °C	95
Período de ensaio (t), em h	1 000
Tensão do material do tubo (σ_{DT}), em megapascal	3,5
Pressão hidrostática interna, para uma pressão de projeto do tubo (P_D) de:	
0,6 MPa	9,9
0,8 MPa	13,1
Número de corpos-de-prova	3

4.8.2 Ensaio de resistência aos ciclos térmicos

O ensaio de verificação da resistência aos ciclos térmicos deve ser efetuado de acordo com a EN 12293 e parâmetros indicados na Tabela 8, para os tubos, as conexões e conjuntos montados, conforme o caso.

Tabela 8 - Requisitos para o ensaio de resistência aos ciclos térmicos

Parâmetros de ensaio	Classe de aplicação 2
Temperatura máxima de projeto (T_{max}), em °C	80
Maior temperatura de ensaio, em °C	90
Menor temperatura de ensaio, em °C	20
Ensaio de pressão hidrostática interna, em megapascal	P_D
Número de ciclos	5 000
Pressão hidrostática interna, para uma pressão de projeto do tubo (P_D) de:	
0,6 MPa	9,9
0,8 MPa	13,1
Número de corpos-de-prova	1 conjunto de conexões de acordo com a configuração indicada na EN 12293
NOTA - Cada ciclo compreende (15 + 1) min, na maior temperatura e (15 + 1) min na menor temperatura e a duração total de um ciclo é de (30 + 2) min	

A tensão de tração (σ_T), utilizada para calcular a pré-tensão exigida na EN 12293 é de 2,4 MPa.

A tensão de tração deve ser calculada através da seguinte equação:

$$\sigma_T = \alpha \times \Delta T \times E$$

onde:

σ_T é a tensão de tração, expressa em megapascal;

α é o coeficiente de expansão térmica, expresso inversamente em Kelvin (1/K);

ΔT é a diferença de temperatura, expressa em Kelvin;

E é o módulo de elasticidade, expresso em megapascal.

Neste padrão, os seguintes valores são aplicados:

$$\alpha = 1,5 \times 10^{-4} \times K^{-1}$$

$$\Delta T = 20 \text{ K}$$

$$E = 800 \text{ Mpa}$$

5 Marcação

A marcação deve ser impressa ou gravada diretamente sobre o tubo, a cada metro ao longo de seu comprimento, de tal forma que, em condições normais de estocagem, manuseio e instalação, permaneçam legíveis e indelévels.

Se for utilizado algum processo de impressão, a coloração da marcação deve ser distinta da coloração básica do tubo.

Qualquer que seja o tipo de marcação empregado, o mesmo não deve propiciar o início de rachaduras ou outros defeitos que influenciem adversamente na desempenho dos tubos.

5.1 Marcação mínima

Os tubos devem apresentar no mínimo as seguintes marcações:

- a) número desta norma;
- b) nome ou marca de identificação do fabricante;
- c) diâmetro externo e espessura de parede;
- d) a sigla PP-R;
- e) temperatura de projeto (70 °C) combinada com a pressão de projeto (0,6 MPa ou 0,8 Mpa, conforme o caso);
- f) código de rastreabilidade que atenda o indicado na nota a seguir:

NOTA - Para comprovar a rastreabilidade devem ser indicados no mínimo os seguintes dados:

- 1) período, ano e mês de produção em números ou código;
- 2) um nome ou código do local de produção, se o fabricante produz em locais distintos;
- 3) código correspondente do fabricante do composto.

6 Inspeção de recebimento

A inspeção de recebimento de tubos de polipropileno limita-se ao produto acabado, devendo ser processada somente para compras superiores a dezesseis (16) tubos (barras) de um mesmo diâmetro nominal. Para o caso de fornecimento de quantidades inferiores, mediante acordo prévio entre fabricante e comprador, pode ser efetuada inspeção de recebimento de acordo com o previsto nas tabelas 9, 10 e 11 ou podem ser aceitos os relatórios e certificados emitidos pelo controle de qualidade do fabricante.

A inspeção de recebimento deve ser efetuada em fábrica, podendo ser realizada em outro local previamente escolhido mediante acordo prévio entre fabricante e comprador, desde que o local escolhido reúna todos os recursos e condições para a realização dos exames e ensaios previstos nesta Norma.

O fabricante deve colocar à disposição do comprador ou de seu representante os equipamentos e pessoal especializado, para realização dos exames e ensaios conforme sua rotina normal de controle de qualidade.

O comprador ou seu representante deve ser avisado com antecedência mínima de 10 dias antes da data em que devem ter início as operações de inspeção.

Caso o comprador ou seu representante não compareça na data estipulada para efetuar a inspeção de recebimento, o fabricante deve proceder aos exames e ensaios estabelecidos nesta Norma e emitir o relatório de liberação dos lotes aprovados, o qual deve ser encaminhado junto com o material correspondente.

6.1 Formação de amostra

O fabricante deve formar lotes de tubos (barras) de polipropileno de acordo com a Tabela 9, para a realização do exame visual.

A amostra, representativa do lote, deve ser retirada aleatoriamente pelo comprador ou pelo seu representante ou, no caso da ausência destes, pelo pessoal de controle de qualidade do fabricante.

Tabela 9 - Plano de amostragem para exame visual

Tamanho do lote (barras)	Tamanho da amostra (barras)	Unidades defeituosas	
		Aceitação (Ac)	Rejeição (Re)
16 a 50	8	0	1
50 a 91	13	0	1
91 a 150	20	1	2
151 a 500	32	2	3
501 a 1 200	50	3	4
1 201 a 3 200	80	5	6
3 201 a 10 000	125	8	9

O fabricante deve formar lotes de tubos (barras) de polipropileno de acordo com a Tabela 10, para a realização do exame dimensional.

A amostra da Tabela 10, retirada aleatoriamente da amostra da Tabela 9, deve ser formada por um lote de tubos aprovados no exame visual, para a realização do exame dimensional.

Tabela 10 - Plano de amostragem para exame dimensional

Tamanho do lote (barras)	Tamanho da amostra (barras)		Unidades defeituosas			
	Primeira amostragem	Segunda amostragem	Primeira amostragem		Segunda amostragem	
			Ac ₁	Re ₁	Ac ₂	Re ₂
16 a 150	3	3	0	1	-	-
151 a 500	5	5	0	2	1	2
501 a 3.200	8	8	0	3	3	4
3 201 a 10 000	13	13	1	4	4	5

O fabricante deve formar lotes de tubos (barras) de polipropileno de acordo com a Tabela 11, para a realização dos ensaios.

Tabela 11 - Plano de amostragem para ensaios

Tamanho do lote (barras)	Tamanho da amostra (barras)		Unidades defeituosas			
	Primeira amostragem	Segunda amostragem	Primeira amostragem		Segunda amostragem	
			Ac ₁	Re ₁	Ac ₂	Re ₂
16 a 150	3	3	0	2	1	2
151 a 500	5	5	0	3	3	4
501 a 3.200	8	8	1	4	4	5
3.201 a 10.000	13	13	2	5	6	7

6.2 Exame visual

O comprador ou seu representante deve verificar se as condições exigidas em 4.2, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8 e na seção 5 são atendidas pelos tubos da amostra extraída conforme 6.1.

6.3 Exame dimensional

Após a aprovação no exame visual, o comprador ou seu representante deve verificar se as condições estabelecidas em 4.5 são atendidas pelos tubos da amostra extraída conforme 6.1.

6.4 Inspeção por ensaios

Após a aprovação no exame dimensional, o comprador ou seu representante deve verificar se as condições estabelecidas em 6.4.1 a 6.4.8 são atendidas pelos tubos da amostra extraída conforme 6.1.

6.4.1 Ensaio de resistência à tensão hidrostática circunferencial

Todos os lotes apresentados para inspeção de recebimento, aprovados nos exames visual e dimensional, devem ser submetidos ao ensaio de resistência à tensão hidrostática circunferencial de acordo com 4.6.1.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.2 Ensaio de verificação da estabilidade dimensional

Todos os lotes aprovados no ensaio de resistência à tensão hidrostática circunferencial devem ser submetidos ao ensaio de reversão longitudinal de acordo com 4.6.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.3 Ensaio de verificação da estabilidade térmica

Todos os lotes aprovados no ensaio de verificação da reversão longitudinal devem ser submetidos ao ensaio de verificação da estabilidade térmica de acordo com 4.6.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.4 Ensaio de verificação da resistência ao impacto

Todos os lotes aprovados no ensaio de verificação da estabilidade térmica devem ser submetidos ao ensaio de verificação da resistência ao impacto de acordo com 4.6.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.5 Ensaio de verificação do índice de fluidez do composto

Todos os lotes aprovados no ensaio de verificação da resistência ao impacto devem ser submetidos ao ensaio de verificação do índice de fluidez do composto de acordo com 4.6.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.6 Ensaio de verificação do índice de fluidez do tubo

Todos os lotes aprovados no ensaio de verificação do índice de fluidez do composto devem ser submetidos ao ensaio de verificação índice de fluidez do tubo de acordo com 4.6.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.7 Ensaio de verificação da resistência à pressão hidrostática interna

Todos os lotes aprovados no ensaio de verificação índice de fluidez do tubo devem ser submetidos ao ensaio de desempenho de verificação da resistência à pressão hidrostática interna de acordo com 4.8.1.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.4.8 Ensaio de verificação da resistência aos ciclos térmicos

Todos os lotes aprovados no ensaio resistência à pressão hidrostática interna devem ser submetidos ao ensaio de desempenho de verificação da resistência aos ciclos térmicos de acordo com 4.8.2.

Quando o fabricante não comprovar a realização deste ensaio, o comprador pode exigir a realização dele.

6.5 Aceitação e rejeição

6.5.1 Condições de aceitação ou rejeição do exame visual

A quantidade de tubos de polipropileno examinados deve ser igual ao tamanho da amostra dado pelo plano da Tabela 9.

Se o número de tubos de polipropileno defeituosos encontrados na amostra for menor ou igual do que o número de aceitação (Ac), o lote deve ser considerado aceito neste exame.

Se o número de tubos de polipropileno defeituosos for igual ou maior do que o número de rejeição (Re), o lote deve ser rejeitado.

6.5.2 Condições de aceitação ou rejeição do exame dimensional

Após a aprovação nos exame visual, deve ser efetuado o exame dimensional realizado conforme 6.3 nos lotes de tubos de polipropileno, utilizando-se o plano de amostragem da Tabela 10.

6.5.2.1 Primeira amostragem

Se o número de tubos de polipropileno da amostra que apresentarem não conformidades for menor ou igual que o primeiro número de aceitação (Ac_1), o lote deve ser considerado aceito.

Se o número de tubos de polipropileno da amostra que apresentarem não conformidades for igual ou maior que o primeiro número de rejeição (Re_1), o lote deve ser rejeitado.

Quando o número de tubos de polipropileno, que apresentarem não conformidades na primeira amostragem, for maior que o primeiro número de aceitação (Ac_1) e menor que o primeiro número de rejeição (Re_1), uma segunda amostragem com o tamanho dado pelo plano deve ser retirada da amostra aprovada conforme 6.2, não sendo realizada a inspeção dos ensaios até a obtenção dos resultados da segunda amostragem do exame dimensional.

6.5.2.2 Segunda amostragem

As quantidades de tubos não conformes encontradas na primeira e segunda amostragem devem ser acumuladas.

Se a quantidade acumulada for menor ou igual que o segundo número de aceitação (Ac_2), o lote deve ser aceito.

Se a quantidade acumulada for igual ou maior que o segundo número de rejeição (Re_2), o lote deve ser rejeitado.

6.5.3 Condições de aceitação ou rejeição da inspeção por ensaios

6.5.3.1 Primeira amostragem

Após a aprovação no exame dimensional, devem ser verificados os resultados da inspeção por ensaios, somando-se o número de tubos de polipropileno que apresentarem não conformidades no conjunto de ensaios realizados conforme 6.4, utilizando-se o plano de amostragem da Tabela 11.

A quantidade de tubos inspecionados em cada um dos ensaios deve ser igual ao tamanho da amostra dado pelo plano da Tabela 11.

Se o número de tubos de polipropileno da amostra que apresentarem não conformidades for menor ou igual que o primeiro número de aceitação (Ac_1), o lote deve ser considerado aceito.

Se o número de tubos de polipropileno da amostra que apresentarem não conformidades for igual ou maior que o primeiro número de rejeição (Re_1), o lote deve ser rejeitado.

Quando, em algum ensaio, o número de tubos de polipropileno que apresentarem não conformidades na primeira amostragem, for maior que o primeiro número de aceitação (Ac_1) e menor que o primeiro número de rejeição (Re_1), uma segunda amostragem com o tamanho dado pelo plano deve ser retirada da amostra aprovada conforme 6.3; não sendo realizada a inspeção dos demais ensaios até a obtenção de resultados satisfatórios da segunda amostragem do respectivo ensaio.

6.5.3.2 Segunda amostragem

As quantidades de tubos não conformes encontrados na primeira e segunda amostragem devem ser acumuladas.

Se a quantidade acumulada for igual ou menor que o segundo número de aceitação (Ac_2), o lote deve ser aceito.

Se a quantidade acumulada for igual ou maior que o segundo número de rejeição (Re_2), o lote deve ser rejeitado.

6.6 Relatório de ensaios

Para cada lote de tubos a ser entregue deve ser fornecido um relatório de resultados de ensaios contendo no mínimo o seguinte:

- a) diâmetro nominal (DN) do tubo;
- b) número da semana do ano e ano de fabricação;
- c) quantidade do lote fornecido ao comprador, em metros; e
- d) declaração de que o lote apresentado atende aos requisitos desta Norma.

Anexo A (informativo)
Controle do processo de fabricação

A.1 Verificação do controle do processo de fabricação

A.1.1 Os fabricantes devem colocar à disposição do inspetor os documentos de seu controle do processo de fabricação, tais como os procedimentos e relatórios, cuja exibição deve ser objeto de acordo prévio.

A.1.2 O comprador ou seu representante deve avaliar o controle do processo de fabricação e os recursos técnicos para a produção do composto e dos tubos de polipropileno PP-R tipo 3, de acordo com os requisitos estabelecidos nas seções 4, 5 e 6.

A.2 Exames e ensaios de composto de polipropileno

O fabricante de composto de polipropileno PP-R tipo 3 deve realizar os exames e ensaios indicados na seção 4 de acordo com a tabela A.1 ou A.2, conforme o caso, de tal forma que as amostras ensaiadas atendam aos requisitos desta Norma.

A.2.1 Exames e ensaios durante a qualificação do composto de polipropileno PP-R tipo 3

Os exames e ensaios indicados na tabela A.1 devem ser efetuados durante a fase de homologação do composto de polipropileno PP-R tipo 3, ou em caso de mudança do composto como indicado em A.6, conforme o caso.

Tabela A.1 - Exames e ensaios de qualificação de composto de polipropileno PP-R tipo 3

Exames e ensaios	Requisito	Parâmetros de exame e ensaios	Valor	Número de corpos-de-prova	Método
Visual	Sem contaminação	-	Homogeneidade	100 %	CQF ⁴⁾
Cor	Uniforme	4.4.4 e 4.4.6	Verde (padrão do fabricante)	3	CQF ⁴⁾
Opacidade	Devem ser opacos	4.4.5	0,2% de luz visível	3	ISO 7686
Dispersão de pigmentos	Uniformidade	XXX	≤ grau 3	6	ABNT NBR ISO 18553
Curva de regressão ¹⁾	Não apresentar ruptura abaixo da curva padrão	4.4.1 e 4.4.2	Igual ou acima da curva da figura 1	-	EN ISO 9080
Efeito sobre a água	Isento de contaminação	4.4.7	-	3	Portaria 105 da ANVISA
Índice de fluidez	≤ 0,5 g/10 min	Temperatura Massa	230 °C 2,16 kg	3	ISO 1133
Temperatura de fusão	Fundir abaixo da temperatura máxima	Temperatura	<145 °C	1	ISO 11357-6
Estabilidade Térmica (OIT)	Nenhuma falha durante o período de ensaio	Período de ensaio Temperatura	> 80 min 200 °C	3	ABNT NBR 14300
Pressão hidrostática interna ²⁾	Nenhuma falha durante o período de ensaio	4.6.1	Tabela 5	3 p/cada composto	ISO 1167
Tensão hidrostática ²⁾	Não romper abaixo da curva	Temperatura Período de ensaio	95 °C 2 500 h	3 p/cada composto	Método B da EN 743 (ensaio de forno)
Estabilidade térmica através do ensaio de pressão hidrostática ²⁾	Nenhum rompimento durante o ensaio	Tensão hidrostática circunferencial Temperatura de ensaio Tipo de ensaio Tipo de tampão de extremidade Orientação Período de ensaio	1,9 MPa 110 °C Água em ar Tipo a Livre ³⁾ 8760 h	1 p/cada composto ³⁾	ISO 1167

¹⁾ Deve ser efetuado durante o desenvolvimento do composto (I)

²⁾ Ensaio a ser realizado após qualquer alteração no composto conforme indicado em A.8 (M1 e M2).

³⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7.

⁴⁾ Conforme procedimentos de qualidade do fabricante.

NOTAS:

1. I: Ensaios tipo iniciais efetuados em caso de um novo composto ou sistema.

2. M1: Mudança de polímero.
3. M2: Mudança de pacote de aditivo(s)
4. Se o fabricante avaliou as propriedades de tensão hidrostática da EN ISO 15874-2, o fabricante dos tubos deve apenas verificar a conformidade com as curvas de referência, para a resistência hidrostática dada na figura 1. O menor nível de tensão será dado no tempo de falha de aproximadamente 2 500 h. Todos os pontos de falha devem estar na curva de referência conforme figura 1 ou acima dela.
5. Com objetivo de avaliar o efeito da mudança devida a alteração do pacote de aditivos (M2) nas propriedades das tensões hidrostáticas especificadas na EN ISO 15874-2, 3 amostras devem ser ensaiadas a dois níveis de tensões a 95 °C. O nível mais baixo determinará o tempo de falha a aproximadamente 2 500 h. Todos os pontos de falha devem estar na curva de referência conforme figura 1 ou acima dela.

A.2.2 Exames e ensaios durante a fabricação do composto de polipropileno PPR tipo 3

Os exames e ensaios indicados na tabela A.2 devem ser efetuados durante a fabricação de compostos de polipropileno PP-R tipo 3.

Tabela A.2 - Exames e ensaios durante a fabricação de composto de polipropileno PPR tipo 3

Exames e ensaios	Requisito	Parâmetros de exame e ensaios	Valor	Periodicidade e nº de corpos-de-prova	Método
Visual	Isento de contaminação	-	Homogeneidade	100 %	CQF ²⁾
Cor	Uniforme	4.4.4 e 4.4.6	-	3 p/lote	CQF ²⁾
Opacidade	Devem ser opacos	4.4.5	0,2% de luz visível	3 p/lote	ISO 7686
Dispersão de pigmentos	Uniformidade	XXX	≤ grau 3	6 p/lote	ABNT NBR ISO 18553
Pressão hidrostática interna	Nenhuma falha durante o ensaio	Período	1 h	3 p/lote	ISO 1167
		Temperatura	20 °C		
		Período	165 h	3 p/lote	
		Temperatura	95 °C		
		Tensão	3,8 MPa		
Índice de fluidez	≤ 0,5 g/10 min	Temperatura de ensaio	230 °C	3 p/lote	ISO 1133
			Massa		
¹⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7.					
²⁾ Conforme procedimentos de qualidade do fabricante					

A.3 Exames e ensaios de tubos de polipropileno

O fabricante de tubos de polipropileno deve realizar os exames e ensaios indicados na seção 4 de acordo com as tabelas A.3 ou A.4, conforme o caso, de tal forma que as amostras ensaiadas atendam aos requisitos desta Norma.

A.3.1 Exames e ensaios durante a qualificação de tubos de polipropileno PPR tipo 3

Os exames e ensaios indicados na tabela A.3 devem ser efetuados durante a fase de qualificação de tubos de polipropileno PP-R tipo 3, ou em caso de mudança do composto de acordo com o indicado em A.6, conforme o caso.

Tabela A.3 - Exames e ensaios de qualificação de tubos de polipropileno PP-R tipo 3

Exames e ensaios	Requisito	Parâmetros de exame e ensaios	Valor	Nº de corpos-de-prova	Método
Visual	Uniformidade	4.2, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6 e 5	-	100 %	6.2
Dimensional	De acordo com as tolerâncias indicadas	Tabela 4	-	100 %	4.5
Estabilidade Térmica (OIT)	XXXXX	Período mínimo Temperatura	> 80 min 200 °C	3	ABNT NBR 14300
Pressão hidrostática interna	Nenhuma falha durante o ensaio	1h	Tabela 5	3 p/tensão	4.6.1 e ISO 1167
		22h		3 p/tensão	
		165h		3 p/tensão	
		1000h		semanal	
				3 p/tensão XXX	
Estabilidade dimensional	≤ 2%	Temperatura Período de ensaio: e ≤ 8 mm 8 mm < e ≤ 16 mm e > 16 mm	135 °C	3	Método B da EN 743 (ensaio de forno)
			1 h		
			2 h		
			4 h		

Resistência ao impacto	TIR < 10%	Procedimento de amostragem Temperatura	²⁾ 0 °C	10 em uma espessura nominal p/grupo de diâmetro nominal ^{1) 2)}	ISO 9854
Índice de fluidez	30% de diferença máxima em relação ao valor do composto	Temperatura Massa	230 °C 2,16 kg	3 amostras / semana	ISO 1133
Efeito sobre a água	Regulamentação do Ministério da Saúde	-	4.4.7	1 / composto ^{1) 2)}	Portaria 105 da ANVISA
¹⁾ Ensaio a ser realizado após qualquer alteração no composto conforme indicado em A.8 (M1, M2 e E). ²⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7.					

NOTA:

E: Ampliação da linha de produtos

A.3.2 Exames e ensaios durante a fabricação de tubos de polipropileno PPR tipo 3

Os exames e ensaios indicados na tabela A.4 devem ser efetuados durante a fabricação de tubos de polipropileno PPR tipo 3, ou em caso de mudança do composto de acordo com o indicado em A.6, conforme o caso.

Tabela A.4 - Exames e ensaios durante a fabricação de tubos de polipropileno

Exames e ensaios	Requisito	Parâmetros de exame e ensaios	Valor	Nº de corpos-de-prova	Método
Visual	Uniformidade	4.2, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6 e 5	-	100 %	6.2
Dimensional	De acordo com as tolerâncias indicadas	Tabela 4	-	100 %	4.5
Dispersão de pigmentos	Uniformidade	4.4.4 e 4.4.6	≤ grau 3	6 por lote	ABNT NBR ISO 18553
Opacidade	Devem ser opacos	4.4.5	0,2% de luz visível	3 por lote	EN 578 ou ISO 7686
Estabilidade Térmica (OIT)	XXXX	Período de ensaio Temperatura	> 80 min 200 °C	3 por lote	ABNT NBR 14300
Pressão hidrostática interna	Nenhuma falha durante o ensaio	4.6.1	Tabela 5	3 p/lote p/tensão	ISO 1167
Estabilidade dimensional	≤ 2%	Temperatura Período de ensaio: e ≤ 8 mm 8 mm < e ≤ 16 mm e > 16 mm	135 °C 1 h 2 h 4 h	3 por lote	Método B da EN 743 (ensaio de forno)
Resistência ao impacto	TIR < 10%	Procedimento de amostragem Temperatura	²⁾ 0 °C	10 por lote	ISO 9854
Índice de fluidez	30% de diferença máxima em relação ao valor do composto	Temperatura Massa	230 °C 2,16 kg	3 por lote	ISO 1133
¹⁾ Ensaio a ser realizado após qualquer alteração no composto conforme indicado em A.8. ²⁾ O procedimento de amostragem não é indicado. Como orientação ver CEN ISO/TS 15874-7.					

A.4 Grupos de tamanhos nominais

Para avaliação dos produtos pode ser aplicado o conceito de grupos, conforme indicado em A.4.1 e A.4.2..

A.4.1 Grupos de pressões nominais

Dois grupos de pressão de projeto, previstos nesta Norma, estão indicados na Tabela A.3.

Tabela A.5 - Grupos de pressões nominais

Grupo de pressão de projeto	Pressão de projeto (P _D) MPa
1	0,6
2	0,8

A.4.2 Grupos de diâmetros nominais

Dois grupos de diâmetros nominais estão indicados na Tabela A.3, os quais podem ser agrupados para propósitos de ensaios, como previsto na ISO /TS 15874-7.

Tabela A.6 - Grupos de diâmetros nominais

Grupo de diâmetro nominal	Pressão de projeto (P _D) MPa
1	10 ≤ DN ≤ 63
2	63 < DN ≤ 160

A.5 Ensaios de desempenho

O fabricante de tubos polipropileno deve realizar os exames e ensaios de desempenho em conjuntos montados de acordo com o estabelecido na seção 4, de tal forma que as amostras ensaiadas atendam aos requisitos desta Norma. Sempre que solicitado, após acordo prévio com o comprador, o fabricante deve apresentar os relatórios dos ensaios.

Tabela A.7 - Ensaios de desempenho

Exames e ensaios	Requisito	Parâmetros de exame e ensaios	Valor	Periodicidade e nº de corpos-de-prova	Método
Resistência à pressão hidrostática interna	Não apresentar vazamento	4.7.1	Tabela 7	3 por lote	ISO 1167
Ensaio de ciclo térmico	Não apresentar vazamento sob pressão de projeto	4.7.2	Tabela 8	3 por lote	EN 12293

A.6 Ensaios tipo

Os ensaios considerados como ensaios tipo, efetuados uma vez por composto ou por produto, devem realizados sempre que for desenvolvido ou formulado um novo composto e a cada mudança de composto. Tais ensaios demonstram que o produto atende a todos os requisitos estabelecidos nesta Norma.

Em complemento, ensaios tipo relevantes devem ser executados sempre que houver uma mudança no projeto, no material e/ou nos métodos de produção, ou ajustamento na rotina do processo e/ou ampliação na linha de produtos.

Para finalidade de definição de material aplica-se a tabela A.8. As características e os valores para X (ver tabela A.8) devem ser especificados pelo fabricante em seu controle da qualidade.

Se qualquer característica é alterada ou qualquer nível excede as faixas, essa variação na formulação constitui uma mudança no material e as características dadas na linha M1 ou M2 da tabela A.8, como aplicável, o material deve ser reensaiado.

NOTA - A mudança de fornecedor do material ou estabilizante não necessariamente constitui numa mudança de material ou composto. Se uma certificação de terceira parte for envolvida, o reensaio deve ser acordado entre o corpo certificador e fabricante.

Tabela A.8 - Condições que estabelecem mudança de material

Tipo de mudança do material	Características, valor X e faixa
- Mudança de polímero (M1)	- Mudança de fornecedor; - Mudança de polimerização; ou - Mudança das propriedades químicas de comonomeros.
- Mudança do pacote de aditivos (por exemplo: pigmentos, antioxidantes) (M2)	- mudança maior que X ± 30 % de cada aditivo; ou - mudança de propriedade química ou natureza dos aditivos.

Para definição da mudança de projeto, as seguintes características são relevantes:

- dimensões;
- geometria dos componentes;
- sistema de união;

No controle do processo do fabricante, a geometria, as dimensões e as tolerâncias aplicáveis devem no mínimo estar de acordo e em complemento com os requisitos dados nas partes relevantes da EN ISO 15874, conforme o caso.

Se uma ou mais características excedem às especificações estabelecidas, as características relevantes dadas na tabela A.8, como aplicável, o material deve ser reensaiado. Se uma certificação de terceira parte for envolvida, o reensaio deve ser acordado entre o corpo certificador e fabricante.

Anexo B (informativo)

Derivação do valor calculado ($S_{calc,max}$)

B.1 Generalidades

Este anexo detalha os princípios empregados em relação ao cálculo do valor de $S_{calc,max}$ e, desta forma, as correspondentes espessuras mínimas de parede, e_{min} , de tubos relacionados à classe de condição de serviço (classe de aplicação) estabelecida na Tabela 1 e a pressão de projeto aplicável, P_D .

B.2 Tensão de projeto

A tensão de projeto, σ_P , para uma classe particular de condição de serviço (classe de aplicação) é calculada utilizando a regra Miner de acordo com a EN ISO 13760, levando em conta os requisitos da classe 2 da Tabela 1 e os coeficientes gerais de serviço indicados na Tabela B.1.

Tabela B.1 - Coeficientes gerais de serviço (projeto) para tubulações de PP-R

Temperatura °C	Coefficiente (C)
T_{oper}	1,5
T_{max}	1,3
T_{mal}	1,0
T_{fria}	1,4

A tensão de projeto resultante, σ_P , é calculada em relação à classe 2 e é fornecida na Tabela B.2.

Tabela B.2 - Tensão de projeto para tubulações de PP-R

Classe de aplicação	Tensão de projeto (σ_P) MPa
2	2,13
20 °C por 50 anos	6,93

B.3 Derivação do valor calculado máximo S_{calc} ($S_{calc,max}$)

O valor de $S_{calc,max}$ é o menor dos valores entre aqueles calculados de acordo com as seguintes expressões:

$$\sigma_{DT} / P_D$$

onde:

σ_{DT} é a tensão de projeto tomada da Tabela B.2, expressa em megapascals (MPa);

P_D é a pressão de projeto de (0,6 ou 0,8) MPa; ou

$$\sigma_{fria} / P_p$$

onde:

σ_{fria} é a tensão de projeto a 20 °C relativa a uma vida útil de 50 anos, expressa em megapascals (MPa);

P_D é a pressão de projeto de 1,0 MPa.

O valor de $S_{calc,max}$ relativo à classe 2 está indicado na Tabela B.3.

Tabela B.3 - Valor calculado ($S_{calc,max}$)

Pressão de projeto (P_D) MPa	Classe de aplicação 2
	$S_{calc,max}^{-1}$ MPa
0,6	3,6
0,8	2,7

B.4 Utilização do valor calculado $S_{calc,max}$ para determinação da espessura da parede

A série S e o valor calculado (S_{calc}) são escolhidos para a classe de aplicação 2 e tensão de projeto da Tabela1, de forma que S ou S_{calc} não sejam maiores do que $S_{calc, max}$ na Tabela B.3..