Norma Portuguesa

NP
EN ISO 15875-2
2005

Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria
Polietileno reticulado (PE-X)
Parte 2: Tubos
(ISO 15875-2:2003)

Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide
Polyéthylène réticulé (PE-X)
Partie 2: Tubes
(ISO 15875-2:2003)

Plastics piping systems for hot and cold water installations
Crosslinked polyethylene (PE-X)
Part 2: Pipes
(ISO 15875-2:2003)

ICS
23.040.01; 91.140.60

DESCRITORES
Sistemas de tubagem; tubos de plástico; polietileno; abastecimento de água em edifícios; sistemas de abastecimento de água fria; sistemas de abastecimento de água quente; símbolos; propriedades mecânicas dos materiais; propriedades físicas dos materiais; propriedades químicas; geometria; dimensões; tolerâncias dimensionais; marcação; definições; bibliografia

CORRESPONDÊNCIA
Versão portuguesa da EN ISO 15875-2:2003

HOMOLOGAÇÃO
Termo de Homologação N.º 150/2005, de 2005-08-16

ELABORAÇÃO
CT 58 (APIP)

EDIÇÃO
Fevereiro de 2006

CÓDIGO DE PREÇO
X006

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da Qualidade

Rua António Gião, 2
PT – 2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. (+ 351) 21 294 81 00 *E-mail: ipq@mail.ipq.pt*
Fax. (+ 351) 21 294 81 01 *URL: www.ipq.pt*

em branco

NORMA EUROPEIA

EUROPÄISCHE NORM

NORME EUROPÉENNE

EUROPEAN STANDARD

EN ISO 15875-2

Dezembro 2003

ICS: 23.040.01; 91.140.60

Versão portuguesa

Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria
Polietileno reticulado (PE-X)
Parte 2: Tubos
(ISO 15875-2:2003)

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Warm-und Kaltwasserinstallation
Vernetztes Polyethylen (PE-X)
Teil 2: Rohre
(ISO 15875-2:2003)

Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide
Polyéthylène réticulé (PE-X)
Partie 2: Tubes
(ISO 15875-2:2003)

Plastics piping systems for hot and cold water installations
Crosslinked polyethylene (PE-X)
Part 2: Tubes
(ISO 15875-2:2003)

A presente Norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN ISO 15875-2:2003, e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade.
Esta Norma Europeia foi ratificada pelo CEN em 2003-03-14.
Os membros do CEN são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC que define as condições de adopção desta Norma Europeia, como norma nacional, sem qualquer modificação.
Podem ser obtidas listas actualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central ou de qualquer dos membros do CEN.
A presente Norma Europeia existe nas três versões oficiais (alemão, francês e inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CEN, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.
Os membros do CEN são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

CEN

Comité Europeu de Normalização
Europäisches Komitee für Normung
Comité Européen de Normalisation
European Committee for Standardization

Secretariado Central: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelas

© 2003 Direitos de reprodução reservados aos membros do CEN

Ref. nº EN ISO 15875-2:2003 Pt

Índice

Página

Preâmbulo **6**

Introdução **8**

1 Objectivo e campo de aplicação **9**

2 Referências normativas **9**

3 Termos e definições, símbolos e abreviauras **10**

4 Material **10**

4.1 Material do tubo 10

4.2 Avaliação dos valores de σ_{LCL} 10

4.3 Influência na água destinada a consumo humano 13

5 Características gerais **13**

5.1 Aspecto 13

5.2 Opacidade 13

6 Características geométricas **13**

6.1 Generalidades 13

6.2 Dimensões dos tubos 14

7 Características mecânicas **16**

8 Características físicas e químicas **17**

9 Requisitos de desempenho **18**

10 Marcação **18**

10.1 Generalidades 18

10.2 Marcação mínima requerida 18

Anexo A (informativo) **Determinação dos valores de $S_{cal,\,max}$** **20**

A.1 Generalidades **20**

A.2 Tensão de cálculo **20**

A.3 Determinação do valor máximo de S_{calc} ($S_{cal,\,max}$) **21**

A.4 Utilização de $S_{cal, max}$ na determinação da espessura de parede 21

Bibliografia 22

Preâmbulo

A presente Norma Europeia foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 155 "Sistemas de tubagens e condutas de plástico", cujo secretariado é assegurado pelo CEN, em colaboração com o Comité Técnico ISO/TC 138 "Plastics pipes, fittings and valves for the transport of fluids.".

Esta Norma Europeia deve receber o estatuto de Norma Nacional, ou por publicação de um texto idêntico em língua portuguesa, ou por adopção, o mais tardar até Junho de 2004, e qualquer Norma Nacional divergente deve ser anulada até Dezembro de 2005.

NOTA 1: *Esta Norma foi submetida pelo CEN a inquérito como prEN 12318-2:1996.*

A presente Norma constitui uma Parte duma Norma de Sistema para sistemas de tubagens de plástico dum determinado material para uma aplicação específica. Existem algumas Normas de Sistema.

As Normas de Sistema são baseadas no resultado do trabalho realizado pelo ISO/TC 138 "Plastics pipes, fittings and valves for the transport of fluids", que é um Comité Técnico da Organização Internacional de Normalização (ISO).

São apoiadas por diferentes normas sobre métodos de ensaio às quais são feitas referências nas Normas de Sistema.

As Normas de Sistema estão harmonizadas com as normas gerais relativas aos requisitos funcionais e com as práticas de instalação recomendadas.

A EN ISO 15875:2003, sob o título geral "Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria – Polietileno reticulado (PE-X), consiste nas seguintes Partes[1]:

- Parte 1: Generalidades;
- Parte 2: Tubos (a presente Norma);
- Parte 3: Acessórios;
- Parte 5: Aptidão ao uso dos sistema;
- Parte 7: Guia para a verificação da conformidade (a ser publicado como CEN ISO/TS 15875-7).

Esta Parte da EN ISO 15875 inclui Bibliografia.

- Anexo A (Informativo): Determinação de $S_{cal,\ max}$;

- Bibliografia.

À data da publicação desta Norma, as Normas de Sistema para sistemas de tubagens noutros materiais plásticos utilizados para a mesma aplicação são as seguintes:

EN ISO 15874:2003,	*Plastics piping systems for hot and cold water installations – Polypropylene (PP) (ISO 15874:2003);*
EN ISO 15876:2003,	*Plastics piping systems for hot and cold water installations – Polybutylene (PB) (ISO 15876:2003);*
EN ISO 15877:2003,	*Plastics piping systems for hot and cold water installations – Chlorinated poly(vinyl chloride) (PVC-C) (ISO 15877:2003)*

[1] Esta Norma de Sistema não inclui a Parte 4: Equipamento auxiliar, nem a Parte 6: Guia para a instalação. Para o equipamento auxiliar podem aplicar-se normas distintas. Um guia para a instalação de sistemas de tubagens de plástico fabricados em diferentes materiais e destinados a instalações de água quente e fria é dado pela ENV 12108 [1].

Para tubos e acessórios que estejam conformes as Normas Nacionais relevantes antes de 1 de Novembro de 2003, se demonstrado pelo fabricante ou por um Organismo de Certificação, a Norma Nacional pode continuar a ser aplicada até 30 de Novembro de 2005.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC são obrigados a implementar esta Norma Europeia os Organismos Nacionais de Normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

Introdução

A Norma de Sistema da qual esta é a Parte 2, especifica os requisitos de um sistema de tubagem de polietileno reticulado (PE-X), destinado a instalações de água quente e fria.

No que respeita a potenciais efeitos negativos na qualidade da água destinada a consumo humano, causados pelo produto coberto pela EN ISO 15875:

- Esta Norma não fornece informação sobre as possíveis restrições de utilização do produto em cada um dos Estados-Membros da UE ou EFTA;
- Deverá registar-se, que enquanto se aguarda a adopção de um critério de verificação europeu, permanecem em vigor, os regulamentos nacionais existentes relativos à utilização e características deste produto.

Os requisitos e os métodos de ensaio para os componentes do sistema de tubagem estão especificados nas Partes 1 e 3 da EN ISO 15875:2003. As características de aptidão ao uso (principalmente das uniões) estão tratadas na Parte 5. A Parte 7 (CEN ISO/TS 15875-7) constitui um guia para a verificação da conformidade.

Esta Parte da EN ISO 15875 especifica os aspectos gerais dos sistemas de tubagens de plástico.

1 Objectivo e campo de aplicação

Esta Parte da EN ISO 15875 especifica as características dos tubos de polietileno reticulado (PE-X) para sistemas de tubagens destinados a instalações de água quente e fria, no interior de edifícios, para o transporte de água para consumo humano ou não (sistemas domésticos), e para sistemas de aquecimento sob pressões de serviço e temperaturas adequadas à classe de aplicação (veja-se Quadro 1 da EN ISO 15875-1:2003).

A presente Norma cobre uma gama de condições de serviço (classes de aplicação), de pressões de serviço e classes de dimensões do tubo. Esta Norma não se aplica a valores de T_D, T_{max} e T_{mal} que excedam os indicados no Quadro 1 da Parte 1 desta Norma.

NOTA 1: *É da responsabilidade do comprador ou do projectista fazer as selecções apropriadas destes aspectos, tendo em conta os requisitos específicos e os regulamentos nacionais relevantes e os códigos ou práticas de instalação.*

Especifica também os parâmetros de ensaio para os métodos de ensaio referidos nesta Norma.

Em conjunto com as outras Partes da EN ISO 15875 (veja-se Preâmbulo) aplica-se aos tubos e aos acessórios de PE-X, às suas uniões, bem como às uniões com outros componentes de outros materiais, plásticos ou não, destinados a instalações de água quente e fria.

Aplica-se a tubos com ou sem camada(s) barreira.

NOTA 2: *No caso de tubos plásticos com uma fina camada barreira, por exemplo, para impedir ou diminuir a difusão de gases e a transmissão de luz através da parede do tubo, os requisitos da tensão de projecto são totalmente satisfeitos pelo polímero base (PE – X).*

2 Referências normativas

Esta Norma Europeia incorpora por referências datadas ou não datadas, disposições de outras publicações. Estas referências normativas são citadas nos locais apropriados do texto e as publicações estão a seguir enumeradas. Para as referências datadas as emendas ou revisões posteriores de uma qualquer destas publicações não se aplicam a esta Norma a menos que nela sejam incorporadas por emenda ou revisão. Para as referências não datadas é válida a última edição da publicação à qual é feita referência (incluindo emendas):

EN 578	*Plastics piping systems - Plastics pipes and fittings – Determination of the opacity*
EN 579	*Plastics piping systems – Crosslinked polyethylene (PE-X) pipes – Determination of degree of crosslinked by solvent extraction*
EN 743:1994	*Plastics piping and ducting systems – Thermoplastics pipes – Determination of the longitudinal reversion*
EN 921:1994	*Plastics piping systems – Thermoplastics pipes – Determination of the resistance to internal pressure at constant temperature*
EN ISO 15875-1:2003	*Plastics piping systems for hot and cold water installations – Crosslinked polyethylene (PE-X) – Part 1: General (ISO 15875-1:2003)*
EN ISO 15875-5	*Plastics piping systems for hot and cold water installations – Crosslinked polyethylene (PE-X) – Part 5: Fitness for purpose of the system (ISO 15875-5:2003)*

EN ISO 3126	*Plastics piping systems – Plastics piping components – Determination of dimensions (ISO 3126:2003)*
EN ISO 9080	*Plastics piping and ducting systems – Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation (ISO 9080:2003)*

3 Termos e definições, símbolos e abreviauras

Para os objectivos da presente Norma, aplicam-se os termos e definições, símbolos e abreviaturas dados na EN ISO 15875-1:2003.

4 Material

4.1 Material do tubo

O material a partir do qual os tubos são fabricados deve ser de polietileno (PE) o qual é reticulado durante ou depois do fabrico do tubo.

O material pode ser reticulado por qualquer processo (peróxido, silano, irradiação e azo) que modifica a estrutura química de forma a que as cadeias de polímero sejam ligadas umas às outras numa rede tridimensional através de ligações químicas.

NOTA: *A nova estrutura faz com que não seja possível fundir ou dissolver o polímero sem destruir a sua estrutura. Também é possível determinar o nível de reticulação medindo o grau de reticulação.*

4.2 Avaliação dos valores de σ_{LCL}

O material do tubo deve ser avaliado de acordo com a EN ISO 9080, ou qualquer norma equivalente que inclua os ensaios de pressão interior realizados de acordo com a EN 921:1994, para determinar os valores de σ_{LCL}. O valor de σ_{LCL} assim determinado deve ser igual ou superior a todos os valores correspondentes das curvas de referência dadas na Figura 1, sobre a gama completa de tempos.

NOTA 1: *Um método de avaliação equivalente consiste em determinar separadamente o valor de σ_{LCL} para cada temperatura (por exemplo 20 ºC, 60 ºC e 95 ºC) individual.*

NOTA 2: *As curvas de referência da Figura 1 nas gamas de temperaturas de 10 ºC a 95 ºC são determinadas pela seguinte equação:*

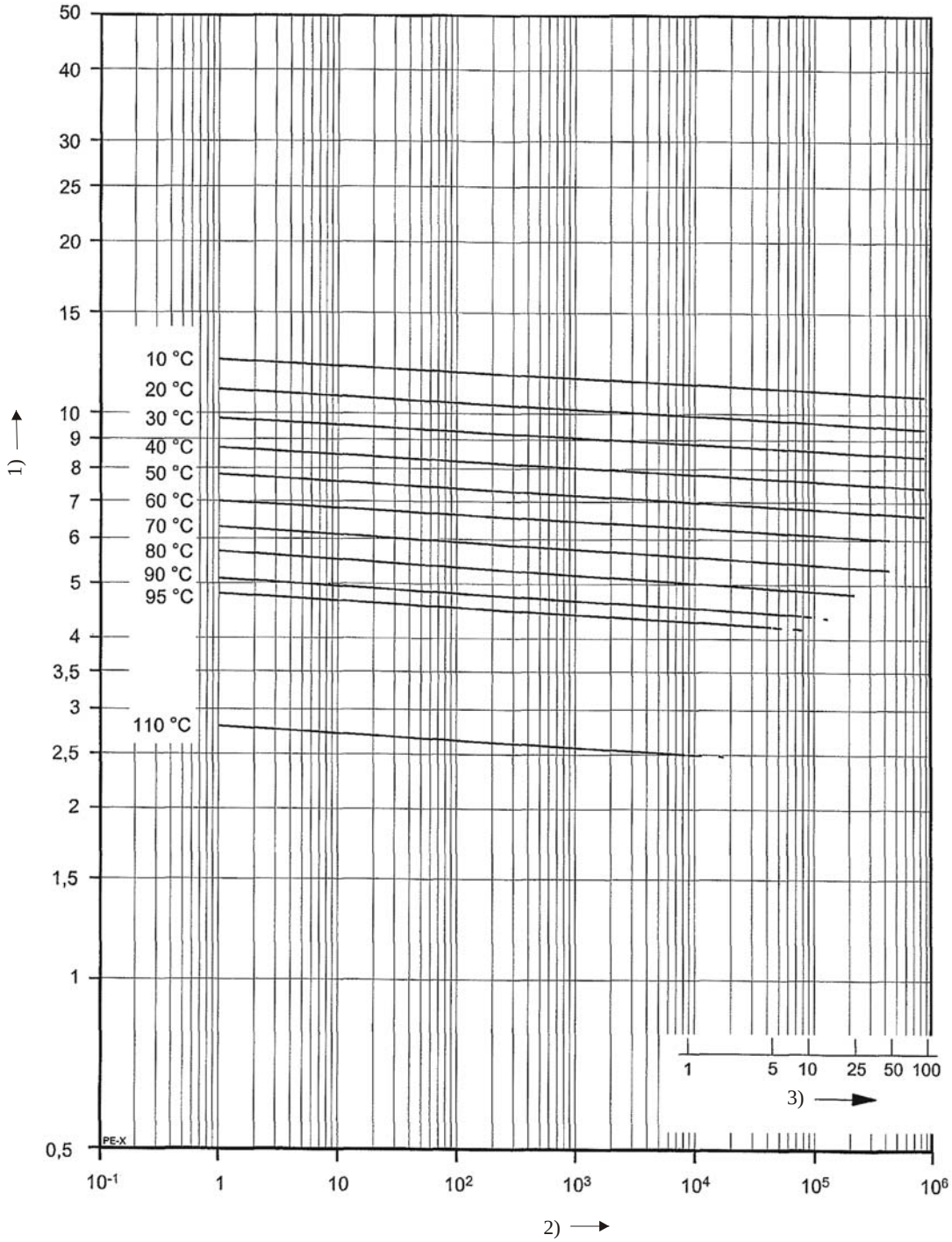
$$\log t = -105{,}8618 - \frac{18506{,}15 \log \sigma}{T} + \frac{57895{,}49}{T} - 24{,}7997 \log \sigma$$

Para demonstrar a conformidade com as curvas de referência, deverão ser ensaiadas as amostras de tubos às temperaturas que se seguem e a diferentes tensões hidrostáticas circunferenciais de tal forma que a cada temperatura dada ocorram pelo menos três falhas em cada um dos intervalos de tempo seguintes:

- *Temperaturas 20; 60 – 70; 95; º C;*
- *Intervalos de tempo 10 – 100 h; 100 – 1000 h; 1000 – 8760 h e acima de 8760 h.*

Para os ensaios que duram mais do que 8760 h, desde que a falha ocorra a uma tensão e um tempo de pelo menos sobre ou acima da linha de referência, todo o período posterior pode ser considerado como período de falha. Os ensaios deverão ser realizados de acordo com a EN 921:1994.

A conformidade com as curvas de referência deverá ser demonstrada, traçando no diagrama os resultados experimentais individuais. Pelo menos 97,5 % destes resultados deverão situar-se sobre ou acima da linha de referência.



Legenda:

1) Tensão hidrostática, em MPa
2) Período antes da rotura, em h
3) Anos

Figura 1 – Curvas de referência da tensão hidrostática prevista do polietileno reticulado

4.3 Influência na água destinada a consumo humano

O material deve estar conforme a EN ISO 15875-1:2003.

5 Características gerais

5.1 Aspecto

Quando examinadas sem ampliação, as superfícies interiores e exteriores dos tubos devem estar lisas, limpas e isentas de estrias, cavidades e outros defeitos susceptíveis de impedir a conformidade com a presente Norma. São permitidas ligeiras variações da cor. As extremidades do tubo devem ser cortadas adequada e perpendicularmente ao eixo do tubo.

5.2 Opacidade

Os tubos de polietileno reticulado declarados opacos não devem transmitir mais do que 0,2 % da luz visível, medida de acordo com a EN 578.

6 Características geométricas

6.1 Generalidades

6.1.1 As dimensões devem ser medidas de acordo com a EN ISO 3126.

6.1.2 O valor máximo calculado do tubo, $S_{calc,max}$, para a classe aplicável às condições de serviço e pressão de serviço, p_D, deve estar conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Valores de $S_{cal,\ max}$

p_D	**Classe de aplicação**			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
bar[a]	**Valores[a] de $S_{cal,\ max}$**			
4	7,6 [b]	7,6 [b]	7,6 [b]	7,6 [b]
6	6,4	5,9	6,6	5,4
8	4,8	4,4	5,0	4,0
10	3,8	3,5	4,0	3,2

[a] Os valores foram arredondados à primeira casa decimal.
[b] Sendo os requisitos de 20 ºC, 10 bar, 50 anos, água fria, os mais elevados, determinam este valor (veja-se secção 4 da EN ISO 15875-1:2003).

NOTA: *A determinação de $S_{cal,\ max}$ é dada no Anexo A. O método descrito tem em conta as propriedades do PE-X em condições de serviço para as classes dadas no Quadro 1 da EN ISO 15875-1:2003.*

6.1.3 Os valores do diâmetro exterior e/ou da espessura de parede aplicam-se aos tubos de polietileno reticulado e não consideram a espessura duma eventual camada barreira.

6.2 Dimensões dos tubos

6.2.1 Diâmetros exteriores

Para a classe de dimensões aplicável, o diâmetro exterior médio, d_{em}, dum tubo deve estar conforme os Quadros 2, 3, 4 ou 5, conforme aplicável.

6.2.2 Espessuras de parede e tolerâncias

Para qualquer classe, a pressão de serviço, a dimensão nominal e a espessura de parede mínima, e_{min}, devem ser seleccionadas de forma a que as séries S ou os valores de S_{cal} correspondentes sejam inferiores ou iguais aos valores de $S_{cal,\ max}$ dados no Quadro 1.

Para a classe de dimensões aplicável, as espessuras de parede, e_{min} e e_n respectivamente, devem estar conformes os Quadros 2, 3, 4 ou 5, conforme aplicável, em relação às séries de tubos S e valores de S_{cal} respectivamente. Contudo, os tubos a unir por soldadura devem ter uma espessura de parede de 1,9 mm, no mínimo.

A tolerância na espessura de parede, e, deve estar de acordo com o Quadro 6.

Quadro 2 – Dimensões dos tubos da classe A (dimensões conforme a ISO 4065:1996 [2] e aplicáveis para todas as classes de condições de serviço)

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal DN/OD	**Diâmetro nominal exterior**	**Diâmetro exterior médio**		**Séries de tubos**			
				S 6,3	**S 5**	**S 4**	**S 3,2**
				Espessura de parede			
	d_n	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	e_{min} e e_n			
12	12	12,0	12,3	—	1,3 [a]	1,4	1,7
16	16	16,0	16,3	1,3	1,5	1,8	2,2
20	20	20,0	20,3	1,5	1,9	2,3	2,8
25	25	25,0	25,3	1,9	2,3	2,8	3,5
32	32	32,0	32,3	2,4	2,9	3,6	4,4
40	40	40,0	40,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	50	50,0	50,5	3,7	4,6	5,6	6,9
63	63	63,0	63,6	4,7	5,8	7,1	8,6
75	75	75,0	75,7	5,6	6,8	8,4	10,3
90	90	90,0	90,9	6,7	8,2	10,1	12,3
110	110	110,0	110,0	8,1	10,0	12,3	15,1
125	125	125,0	126,2	9,2	11,4	14,0	17,1
140	140	140,0	141,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	160	160,0	161,5	11,8	14,6	17,9	21,9

[a] É permitida uma espessura de parede não preferencial de 1,1 mm para $d_n = 12$.

Quadro 3 – Dimensões dos tubos da classe B1 (dimensões baseadas nas dimensões dos tubos de cobre para todas as classes de condições de serviço)

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal DN/OD	**Diâmetro nominal exterior** d_n	**Diâmetro exterior médio**		**Espessura de parede**		S_{cal}
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	e_n	e_{min}	
10	10	9,9	10,2	1,5	1,5	2,8
				1,8	1,7	2,4
12	12	11,9	12,2	1,5	1,5	3,4
				2,0	1,9	2,6
15	15	14,9	15,2	1,5	1,5	4,4
				2,5	2,4	2,6
18	18	17,9	18,2	1,7	1,7	4,8
				2,5	2,4	3,2
22	22	21,9	22,2	2,0	2,0	5,0
				3,0	2,9	3,3
28	28	27,9	28,2	2,6	2,6	4,9
				4,0	3,9	3,1

Quadro 4 – Dimensões dos tubos da classe B2 (dimensões baseadas nas dimensões dos tubos de cobre para todas as classes de condições de serviço)

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal DN/OD	**Diâmetro nominal exterior** d_n	**Diâmetro exterior médio**		**Espessura de parede**	S_{cal}
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	e_{min} e e_n	
14,7	14,7	14,63	14,74	1,6	4,1
21	21	20,98	21,09	2,05	4,6
27,4	27,4	27,33	27,44	2,6	4,8
34	34	34,08	34,19	3,15	4,9

Quadro 5 – Dimensões dos tubos da classe *C* (dimensões de tubos não preferenciais utilizados por exemplo para sistemas de aquecimento)

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal DN/OD	**Diâmetro nominal exterior** d_n	**Diâmetro exterior médio** $d_{em,min}$	$d_{em,max}$	**Espessura de parede** e_{min} e e_n	S_{cal}
12	12	12,0	12,3	2,0	2,5
14	14	14,0	14,3	2,0	3,0
15	15	15,0	15,3	2,0	3,2
16	16	16,0	16,3	2,0	3,5
17	17	17,0	17,3	2,0	3,8
18	18	18,0	18,3	2,0	4,0
20	20	20,0	20,3	2,0	4,5

Quadro 6 – Tolerâncias na espessura de parede

Dimensões em milímetros

Espessura de parede mínima e_{min} >	≤	**Tolerância[a] X**	**Espessura de parede mínima** e_{min} >	≤	**Tolerância[a] X**
1,0	2,0	0,3	11,0	12,0	1,3
2,0	3,0	0,4	12,0	13,0	1,4
3,0	4,0	0,5	13,0	14,0	1,5
4,0	5,0	0,6	14,0	15,0	1,6
5,0	6,0	0,7	15,0	16,0	1,7
6,0	7,0	0,8	16,0	17,0	1,8
7,0	8,0	0,9	17,0	18,0	1,9
8,0	9,0	1,0	18,0	19,0	2,0
9,0	10,0	1,1	19,0	20,0	2,1
10,0	11,0	1,2	20,0	21,0	2,2
			21,0	22,0	2,3

[a] A tolerância é expressa na forma $^{+x}_{o}$ mm, sendo "x"o valor da tolerância dado. Grau de tolerâncias conforme o Grau V da ISO 11922-1:1997 [3].

7 Características mecânicas

Quando ensaiados de acordo com os métodos de ensaio como especificado no Quadro 7 utilizando os parâmetros aí indicados, o tubo deve resistir à tensão hidrostática sem rebentar. No caso de tubos com camada(s) barreira(s) o ensaio deve ser realizado em provetes sem camada(s) barreira(s).

Quadro 7 – Características mecânicas dos tubos

Característica	**Requisito**	**Parâmetros de ensaio para os ensaios individuais**				**Método de ensaio**
Resistência à pressão interna	Sem falha durante o ensaio	**Tensão hidrostática** MPa	Temperatura de ensaio ºC	Duração do ensaio h	**Número de provetes**	EN 921:1994
		12,0 [a]	20	1	3	
		4,8	95	1	3	
		4,7	95	22	3	
		4,6	95	165	3	
		4,4	95	1000	3	
		Parâmetros de ensaio para todos os ensaios				
		Procedimento de amostragem		[b]		
		Terminal		Tipo a)		
		Orientação do provete		Não especificado		
		Tipo de ensaio		Água em água		

[a] A tensão de ensaio é superior ao valor mínimo dado pela curva porque a resistência a curto prazo a 20 ºC é, na realidade, mais elevada à indicada pela curva.
[b] O procedimento de amostragem é livre. Como guia veja-se CEN ISO/TS 15875-7[4].

8 Características físicas e químicas

Quando ensaiados de acordo com os métodos de ensaio especificados no Quadro 8 usando os parâmetros aí indicados, o tubo deve estar conforme os requisitos dados neste quadro.

Quadro 8 – Características físicas e químicas dos tubos

Característica	**Requisito**	**Parâmetro de ensaio**		**Método de ensaio**
		Parâmetro	**Valor**	
Deformação longitudinal	≤ 3 %	Temperatura de ensaio Duração de ensaio para: $e_n \leq 8$ mm 8 mm < $e_n \leq 16$ mm $e_n > 16$ mm Número de provetes	120 ºC 1 h 2 h 4 h 3	Método B da EN 743:1994 (ensaio em estufa)
Estabilidade térmica para o ensaio de pressão hidrostática	Sem rebentamento durante o ensaio	Procedimento de amostragem Terminal Orientação Tipo de Ensaio Tensão hidrostática Temperatura de ensaio Duração do ensaio Número de provetes	[a] Tipo a) Não especificado Água em ar 2,5 MPa 110 ºC 8760 h 1	EN 921:1994

(continua)

(continuação)

Característica	Requisito	Parâmetro de ensaio	Método de ensaio
Taxa de reticulação - peróxido - silano - irradiação - azo	 ≥ 70 % ≥ 65 % ≥ 60 % ≥ 60 %	Deve estar conforme a EN 579	EN 579
[a] O procedimento de amostragem é livre. Como guia veja-se CEN ISO/TS 15875-7 [4] .			

9 Requisitos de desempenho

Quando os tubos de acordo com esta Norma são ligados entre si ou a outros componentes conforme a EN ISO 15875-3[5] , os tubos e as uniões devem estar conformes a EN ISO 15875-5.

10 Marcação

10.1 Generalidades

10.1.1 Os elementos da marcação devem ser impressos ou gravados directamente no tubo, pelo menos uma vez por metro, de forma que após armazenamento, manuseamento e instalação (por exemplo, de acordo com a ENV 12108[1]) se mantenha legível.

NOTA: *O fabricante não é responsável se a marcação se torna ilegível, devido a acções efectuadas durante a instalação e utilização como pintura, raspagem, cobertura dos componentes ou pelo uso de detergentes, excepto se forem aceites ou especificados pelo fabricante.*

10.1.2 A marcação não deve iniciar fissuras ou outro tipo de defeitos que influenciem negativamente o desempenho do tubo.

10.1.3 Se for utilizada a impressão, a cor da informação impressa deve ser diferente da cor base do tubo.

10.1.4 O tamanho da marcação deve ser tal que a mesma seja legível sem ampliação.

10.2 Marcação mínima requerida

A marcação mínima requerida para os tubos deve estar de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 – Marcação mínima requerida

Elementos	**Marca ou símbolo**
- Número da Norma	EN ISO 15875
- Identificação do fabricante e/ou marca comercial	Nome ou símbolo
- Diâmetro exterior nominal e espessura de parede nominal	Por exemplo, 16 × 2,2
- Classe de dimensão dos tubos	Por exemplo, A
- Material	[a]
- Classe de aplicação associada à pressão de serviço	Por exemplo, Classe 2/10 bar
- Opacidade	Opaco [b]
- Informação do fabricante	[c]

[a] Para material reticulado por:
peróxido : PE-Xa
silano : PE-Xb
irradiação : PE-Xc
azo : PE-Xd
[b] Se declarado pelo fabricante.
[c] De forma a assegurar a rastreabilidade, devem ser fornecidos os seguintes elementos:
a) O período de fabrico, mês e ano, em algarismos ou em código;
b) Um nome ou um código para o local de fabrico, se o fabricante produzir em locais diferentes.

NOTA: *Chama-se a atenção para a possível necessidade de incluir a marcação CE quando exigido por lei.*

Anexo A

(informativo)

Determinação dos valores de $S_{cal,\ max}$

A.1 Generalidades

Este Anexo descreve em detalhe os princípios de cálculo dos valores de $S_{cal,\ max}$, e a partir daí, da espessura de parede mínima, e_{min}, de tubos, relativa às classes de condições de serviço (classes de aplicação) dadas no Quadro 1 da EN ISO 15875-1:2003 e a pressão de serviço, p_D, aplicável.

A.2 Tensão de cálculo

A tensão de cálculo, σ_D, para uma classe de aplicação específica é calculada pela equação (1) (veja-se Nota 2 de 4.2) usando a regra de Miner de acordo com a EN ISO 13760[6] e tendo em conta os requisitos da classe aplicável dados na EN ISO 15874-1:2003, Quadro 1 e os coeficientes de serviço indicados no Quadro A.1.

Quadro A. 1 – Coeficientes globais de serviço (cálculo)

Temperatura **ºC**	**Coeficientes globais de serviço (de cálculo)** ***C***
T_D	1,5
T_{max}	1,3
T_{mal}	1,0
T_{frio}	1,25

A tensão de cálculo resultante, σ_D, foi calculada em função de cada classe e está indicada no Quadro A.2.

Quadro A. 2 – Tensão de cálculo

Classe de aplicação	**Tensão de cálculo[a] σ_D** MPa
1	3,85
2	3,54
4	4,00
5	3,24
20 ºC/50 anos	7,60
[a] Os valores indicados estão arredondados à segunda casa decimal (por exemplo a 0,01 MPa por excesso).	

A.3 Determinação do valor máximo de S_{cal} ($S_{cal,\ max}$)

$S_{cal,\ max}$ é o menor valor dos seguintes:

$$\frac{\sigma_{DP}}{p_D}$$

ou

Sendo:

σ_{DP} a tensão de projecto do material do tubo indicado no Quadro A.2, em megapascais (MPa);

p_D pressão de serviço de 4 bar, 6 bar, 8 bar ou 10 bar, conforme aplicável, expressa em megapascais (MPa);

$$\frac{\sigma_{frio}}{p_D}$$

ou

Sendo:

σ_{frio} a tensão de projecto a 20 ºC relativa a uma vida útil de 50 anos;

p_D a pressão de serviço de 10 bar, expressa em megapascais (MPa).

Os valores de $S_{cal,\ max}$ relativos a cada classe de condições de serviço (veja-se EN ISO 15875-1:2003) estão indicados no Quadros A.3 (igual ao Quadro 1).

Quadro A. 3 – Valores de $S_{cal,\ max}$

p_D	**Classe de aplicação**			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
bar[a]	**Valores[a] de $S_{cal,\ max}$**			
4	7,6 [b]	7,6 [b]	7,6 [b]	7,6 [b]
6	6,4	5,9	6,6	5,4
8	4,8	4,4	5,0	4,0
10	3,8	3,5	4,0	3,2

[a] Os valores foram arredondados à primeira casa decimal.

[b] Sendo os requisitos de 20 ºC, 10 bar, 50 anos, água fria, os mais elevados, determinam este valor (veja-se secção 4 da EN ISO 15875-1:2003).

A.4 Utilização de $S_{cal,\ max}$ na determinação da espessura de parede

As séries S e os valores de S_{cal} devem ser seleccionados para cada classe de aplicação e para cada pressão de serviço nos Quadros 2, 3, 4 ou 5, conforme aplicável, de tal forma que S ou S_{cal}, seja inferior a $S_{cal,\ max}$ do Quadro A.3, (veja-se também 6.2).

Bibliografia

[1] ENV 12108:2001, *Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption*

[2] ISO 4065:1996, *Thermoplastics pipes – Universal wall thickness table*

[3] ISO 11922-1:1997, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Dimensions and tolerances – Part 1: Metric series*

[4] CEN ISO/TS 15875-7 *Plastics piping systems for hot and cold water installations – Crosslinked polyethylene (PE-X) – Part 7: Guidance for assessment of conformity*

[4] EN ISO 15875-3 *Plastics piping systems for hot and cold water installations – Crosslinked polyethylene (PE-X) – Part 3: Fittings (ISO 15875:2003)*

[5] EN ISO 13760 *Plastics pipes for the conveyance of fluids under pressure – Miner's rule – Calculation method for cumulative damage (ISO 13760:1998)*