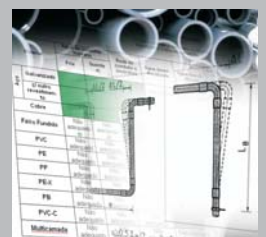


Especificações técnicas para Tubagem em instalações de águas de edifícios hospitalares



ET 07/2009 V. 2013

ACSS Administração Central
do Sistema de Saúde, IP

Especificações técnicas para tubagem em instalações de águas de edifícios hospitalares – ET 07/2009

Ficha técnica

Número	ET 07/2009
Data de aprovação	NOV 2009
Data de publicação	NOV 2009
Data da última revisão	ABRIL 2013
Revisão obrigatória	ABRIL 2015

Equipa técnica

Autor	UIE/ACSS
Coordenação	Lino Faria Cláudia Santos
Edição	UIE/ACSS

Palavras-chave

Aço Galvanizado; Aço Inoxidável; Água; Canalizações; Cobre; Corrosão; Ensaios; Ferro Fundido; Monitorização; Polibutileno; Policloreto; Polietileno; Polipropileno; Redes de Águas; Soldadura; Tubagem; Tubagem multicamada; Tubos.

Resumo

O presente documento estabelece as condições de utilização de materiais nos sistemas de distribuição de águas, em edifícios hospitalares.

Base legal

Esta publicação é efetuada nos termos e para os efeitos da alínea r), do artigo 5º da Portaria nº 155/2012 de 22 de maio, tendo em atenção as atribuições da ACSS, IP previstas no artigo 3º do DL nº 25/2012 de 15 de fevereiro.

ISSN: 1646-821X

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, salvo com autorização por escrito do editor, de parte ou totalidade desta obra.

ÍNDICE

SECÇÃO I - TUBAGEM DE AÇO INOXIDÁVEL (AI)	1
1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	1
1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS	1
1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	1
1.3. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AO COMPORTAMENTO AO FOGO	3
2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	3
3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	3
4. SOLDADURA DE TUBOS EM AÇO INOXIDÁVEL	4
4.1. OBJETIVO	4
4.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS	4
4.2.1. Material a soldar	4
4.2.2. Material de adição	4
4.2.3. Gás de proteção	4
4.2.4. Gás de purga	4
4.2.5. Eléctrodo	4
4.3. PROCESSOS DE SOLDADURA	4
4.4. PROCEDIMENTOS DE SOLDADURA	4
4.5. QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL SOLDADOR	5
4.6. ENSAIOS DE RECEÇÃO PARA CONTROLO DA QUALIDADE DAS SOLDADURAS	5
5. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	7
5.1. VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO	7
5.2. FATORES DE NATUREZA QUÍMICA E TEMPERATURA DA ÁGUA	7
5.3. FATORES DO PONTO DE VISTA OPERATIVO	8
5.4. PROCESSO DE CORROSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL	8
5.5. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO	8
5.6. MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	8
6. REGRAS DE INSTALAÇÃO	8
6.1. OBJETIVO	8
6.2. MÉTODOS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	9
6.2.1. Tipos de trabalhos a executar	9
6.2.2. Disposições gerais	9
6.2.3. Instalação da tubagem	9
6.2.4. Montagem de órgãos das redes	10
6.2.5. Isolamento térmico da tubagem	10
6.2.6. Execução de juntas de dilatação	11
6.2.7. Uniões do tipo “ <i>press-fitting</i> ”	11
6.2.8. Uniões por soldadura	11
6.3. IDENTIFICAÇÃO DA TUBAGEM	11
7. COMPORTAMENTO AO FOGO	11
7.1. CLASSIFICAÇÃO DE REACÇÃO AO FOGO	11
7.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	12
7.3. RECOMENDAÇÕES	12

8.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	12
9.	REQUISITOS DE QUALIDADE	12
9.1.	ENCOMENDA	12
9.2.	RECEÇÃO	12
9.3.	INSTALAÇÃO	13
9.3.1.	Ensaio e experiências em obra	13
9.3.2.	Ensaio hidráulico	13
9.3.3.	Ensaio de circulação a quente	13
9.3.4.	Ensaio de circulação e lançamento das instalações	13
9.3.5.	Ensaio final para verificação da qualidade da soldadura	13
9.3.6.	Cadastro das obras executadas	13
9.3.7.	Condições de recepção das instalações	14
	SECÇÃO II - TUBAGEM DE AÇO (AC)	15
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	15
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS	15
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	16
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	16
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	16
3.	REVESTIMENTO DOS TUBOS	17
4.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	19
5.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	19
5.1.	VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E TEMPERATURA DA ÁGUA	19
5.2.	FATORES DE NATUREZA QUÍMICA	19
6.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	20
6.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	20
6.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	21
6.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	21
6.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	21
6.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	21
6.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	22
6.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	23
7.	COMPORTAMENTO AO FOGO	23
7.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	23
7.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	23
7.3.	RECOMENDAÇÕES	23
8.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	23
9.	REQUISITOS DE QUALIDADE	23
9.1.	ENCOMENDA	23
9.2.	RECEÇÃO	24
9.3.	ARMAZENAMENTO	24
9.4.	INSTALAÇÃO	24

SECÇÃO III - TUBAGEM DE FERRO FUNDIDO (FF)	25
1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	25
1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS	25
1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	25
1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	25
2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	25
3. REVESTIMENTO DOS TUBOS	27
4. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	28
5. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	28
6. REGRAS DE INSTALAÇÃO	28
6.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	28
6.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	28
6.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	28
6.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	28
6.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	28
6.6. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	28
7. COMPORTAMENTO AO FOGO	29
7.1. CLASSIFICAÇÃO DE REACÇÃO AO FOGO	29
7.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	29
7.3. RECOMENDAÇÕES	29
8. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	29
9. REQUISITOS DE QUALIDADE	29
9.1. RECEÇÃO	29
SECÇÃO IV - TUBAGEM DE COBRE (CU)	31
1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	31
1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS	31
1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	31
1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	31
1.4. REFERENCIAL NORMATIVO ADICIONAL	32
2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	32
3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	33
4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	35
4.1. VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO DA ÁGUA	35
4.2. FACTORES DE NATUREZA QUÍMICA	35
5. REGRAS DE INSTALAÇÃO	36
5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	36
5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	36
5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	37
5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	37
5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	37
5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO	37
5.7. RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS	37
5.8. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	38

6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	38
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	38
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	38
6.3.	RECOMENDAÇÕES	38
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	38
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	39
8.1.	AQUISIÇÃO	39
8.2.	RECEÇÃO	39
8.3.	INSTALAÇÃO	39
SECÇÃO V - TUBAGEM DE POLICLORETO DE VINILO (PVC-U)		41
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	41
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E A ACESSÓRIOS	41
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	41
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	41
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	41
3.	TIPOS DE JUNTAS E DE ACESSÓRIOS	42
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	42
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	42
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	43
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	43
5.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	43
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	44
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	44
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	44
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	44
5.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	44
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	44
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	44
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	45
6.3.	RECOMENDAÇÕES	45
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	45
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	45
8.1.	RECEÇÃO	45
8.2.	INSTALAÇÃO	45
SECÇÃO VI - TUBAGEM DE POLIETILENO (PE)		47
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	47
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E A ACESSÓRIOS	47
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	47
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	47
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	47
3.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	48
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	48

4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	48
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	49
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	49
5.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	49
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	50
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	50
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	50
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	50
5.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	50
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	50
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	50
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	50
6.3.	RECOMENDAÇÕES	50
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	50
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	50
 SECÇÃO VII - TUBAGEM DE POLIPROPILENO (PP)		51
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	51
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS	51
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	51
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	51
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	51
3.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	53
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	53
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	53
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	54
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	55
5.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	55
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	56
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	56
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	56
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	56
5.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	56
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	56
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	56
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	56
6.3.	RECOMENDAÇÕES	56
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	57
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	57
9.	SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS	57
 SECÇÃO VIII - TUBAGEM DE POLIETILENO RETICULADO (PE-X)		59
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	59
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS	59

1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	59
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	59
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	59
3.	TIPOS DE JUNTAS E DE ACESSÓRIOS	61
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	61
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	61
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	63
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	63
5.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	63
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	64
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	64
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	64
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	64
5.7.	RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS	64
5.8.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	65
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	65
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	65
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	65
6.3.	RECOMENDAÇÕES	65
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	65
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	66
9.	SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS	66
SECÇÃO IX - TUBAGEM DE POLICLORETO DE VINILO CLORADO (PVC-C)		67
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	67
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS	67
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	67
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	67
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	67
3.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	68
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	68
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	68
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	70
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	70
5.2.	FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	70
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	71
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	71
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	71
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	71
5.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	71
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	71
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	71
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	71
6.3.	RECOMENDAÇÕES	71

7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	72
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	72
9.	SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS	72
SECÇÃO X - TUBAGEM DE POLIBUTILENO (PB)		73
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	73
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS	73
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE INSTALAÇÃO	73
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	73
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	73
3.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	75
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	75
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	75
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	76
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	76
5.2.	FIXAÇÕES APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	77
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	77
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	77
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	78
5.6.	JUNTAS DE DILATAÇÃO	78
5.7.	PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	78
6.	COMPORTAMENTO AO FOGO	78
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	78
6.2.	EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	78
6.3.	RECOMENDAÇÕES	78
7.	COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	78
8.	REQUISITOS DE QUALIDADE	78
9.	SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS DE POLIBUTILENO (PB)	78
SECÇÃO XI - TUBAGEM MULTICAMADA		81
1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL	81
1.1.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS	81
1.2.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	81
1.3.	REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO	81
2.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS	81
3.	TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS	82
4.	FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS	82
4.1.	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO	82
5.	REGRAS DE INSTALAÇÃO	84
5.1.	PROTEÇÃO E REVESTIMENTO	84
5.2.	FIXAÇÕES APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS	84
5.3.	ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	85
5.4.	AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE	85
5.5.	INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS	85

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO	85
5.7. RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS	85
5.8. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS	86
6. COMPORTAMENTO AO FOGO	86
6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO	86
6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS	86
6.3. RECOMENDAÇÕES	86
7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA	86
8. REQUISITOS DE QUALIDADE	86
NOTAS	87
ANEXO I	89
ANEXO II	91
ANEXO III	95
ANEXO IV	99

Índice de quadros e figuras

Quadro 1	Dimensões dos tubos de aço inoxidável (série 1) fabricados de acordo com a NP ISO 1127	3
Quadro 2	Afastamento entre braçadeiras	10
Quadro 3	Dimensões dos tubos de aço (série 1) até DN 150, fabricados de acordo com a EN10224	17
Quadro 4	Dimensões dos tubos de aço com aptidão para roscagem e soldadura fabricados de acordo com a norma EN 10255	18
Quadro 5	Valores mínimos da espessura média do revestimento de zinco a aplicar nos diferentes elementos de um sistema de tubagem de aço galvanizado destinado à condução de água, consoante o processo de galvanização	18
Quadro 6	Limites da composição química do revestimento de zinco em tubos para a condução de água de consumo humano, segundo NP EN 10240.	19
Quadro 7	Perdas de calor através das tubagens de aço	20
Quadro 8	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de aço	21
Quadro 9	Dimensões dos tubos de ferro fundido de boca e ponta lisa fabricados de acordo com a norma EN 545 com diâmetro externo inferior ou igual a 429mm	26
Quadro 10	Dimensões dos tubos de ferro fundido flangeados fabricados de acordo com a norma EN 545 para as gamas de diâmetro nominal (DN) selecionadas	26
Quadro 11	Comprimentos normalizados dos tubos de ferro fundido fornecidos de acordo com a EN 545 para gamas de diâmetro nominal (DN) selecionadas	27
Quadro 12	Tipos de revestimentos que podem ser aplicados para a proteção anticorrosiva dos tubos de ferro fundido segundo a EN 545	27
Quadro 13	Gamas de diâmetros e espessuras nominais dos tubos de cobre (NP EN 1057:2008)	33
Quadro 14	Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios para uniões por soldadura e brasagem capilar a diferentes temperaturas máxima (EN 1254-1:1998)	34
Quadro 15	Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios de terminais curtos para uniões por soldadura e brasagem capilar, a diferentes temperaturas máximas (EN 1254-5:1998)	34

Quadro 16	Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios para uniões por compressão a diferentes temperaturas máximas (EN1254-2:1998)	35
Quadro 17	Perdas de calor através das tubagens de cobre	36
Quadro 18	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de cobre	37
Quadro 19	Raios de curvatura para os tubos de cobre	38
Quadro 20	Gama de diâmetros e de espessuras nominais (e_n) dos tubos PVC-U (NP EN 1452-2:2002)	42
Quadro 21	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PVC-U	44
Quadro 22	Gama de dimensões dos tubos de PE (NP EN 12201-2:2004)	48
Quadro 23	Fator de correlação para tubos de PE	49
Quadro 24	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PE	49
Quadro 25	Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe A (NP EN 15874-2:2003 diâmetros baseados de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	52
Quadro 26	Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe B1 (NP EN158742:2003 – diâmetros baseados de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	52
Quadro 27	Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe B2 (NP EN 15874-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	52
Quadro 28	Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe C (NP EN 15874-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)	53
Quadro 29	Classes de aplicação e condições de serviço	54
Quadro 30	Perdas de calor através das tubagens de PP-R	55
Quadro 31	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PP-R	55
Quadro 32	Valores de $S_{cal, max.}$ para tubos de PP-H (EN ISO 15874-2:2003)	57
Quadro 33	Valores de $S_{cal, max.}$ para tubos de PP-B (EN ISO 15874-2:2003)	57
Quadro 34	Valores de $S_{cal, max.}$ para tubos de PP-R (EN ISO 15874-2:2003)	58
Quadro 35	Gama de dimensões de PE-X para a classe A (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	60
Quadro 36	Gama de dimensões de PE-X para a classe B1 (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre para todas as classes de aplicação)	60
Quadro 37	Gama de dimensões de PE-X para a classe B2 (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre para todas as classes de aplicação)	61
Quadro 38	Gama de dimensões de PE-X para a classe C (EN ISO 15875-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)	61
Quadro 39	Classes de aplicação e condições de serviço	62
Quadro 40	Perdas de calor através das tubagens de PE-X	63
Quadro 41	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PE-X	64
Quadro 42	Raios de curvatura para os tubos PE-X	65
Quadro 43	Valores de $S_{cal, max.}$ para tubos de PE-X (EN ISO 15875-2:2003)	66
Quadro 44	Gama de dimensões dos tubos de PVC-C (EN ISO 15877-2:2009)	68
Quadro 45	Classes de aplicação e condições de serviço	69
Quadro 46	Perdas de calor através das tubagens de PVC-C	70
Quadro 47	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PVC-C	71
Quadro 48	Valores de $S_{cal, max.}$ para tubos de PVC-C (EN ISO 15877-2:2009)	72
Quadro 49	Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe A (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros de acordo com ISO 4065: 1966, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	74
Quadro 50	Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe B1 (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	74
Quadro 51	Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe B2 (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)	74

Quadro 52	Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe C (EN ISO 15876-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)	75
Quadro 53	Classes de aplicação e condições de serviço	76
Quadro 54	Perdas de calor através das tubagens de PB	77
Quadro 55	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PB	77
Quadro 56	Valores de $S_{cal, max}$ para tubos de PB (EN ISO 15876-2:2003)	79
Quadro 57	Gama de dimensões dos tubos de parede tricomposta plástico/Al/PE-X e plástico/Al/PE-RT	82
Quadro 58	Classes de aplicação e condições de serviço	83
Quadro 59	Perdas de calor através da tubagem multicamada	84
Quadro 60	Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagem multicamada	85
Quadro 61	Raios de curvatura para os tubos de “multicamada”	86
Quadro 62	Análise da adequação das tubagens de diferentes materiais para a condução de água para diversos fins	89
Quadro 63	Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens metálicos (EN 806-4:2010)	91
Quadro 64	Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens plásticos (EN 806-4:2010)	92
Quadro 65	Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens plásticos (EN 806-4:2010) (cont.)	93
Quadro 66	Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens multicamada (EN 806-4:2010)	94
Quadro 67	Utilização de materiais diferentes (EN 806-4:2010)	95
Figura 1	Especificação preliminar de soldadura (ISQ)	6
Figura 2	Fator de correção da pressão de funcionamento admissível (PFA)	43

Preâmbulo

As “Especificações técnicas para tubagem de aço inoxidável em instalações de águas de edifícios hospitalares – ET 01/2006”, publicadas em Janeiro de 2005 e revistas em Junho de 2006, resultaram do trabalho desenvolvido no quadro das atividades da extinta Direção Geral das Instalações e Equipamentos da Saúde (DGIES), na sequência dos estudos efetuados pelo então Instituto de Engenharia e Tecnologia Industrial (INET) sobre os fenómenos de corrosão em tubagem de aço inoxidável verificados em instalações de águas de unidades hospitalares.

Estabelecidas as especificações técnicas para a utilização de aço inoxidável em tubagem de instalações de águas, impôs-se, naturalmente, alargar o âmbito dos estudos a outros materiais.

Nesse sentido, a ex-DGIES encomendou ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) um estudo sobre o uso de sistemas de tubagem, alternativos ao aço inoxidável, para instalação de água em edifícios hospitalares

A partir das conclusões e recomendações do estudo desenvolvido pelos investigadores dos Departamentos de Materiais, de Edifícios e de Hidráulica e Ambiente, do LNEC, foram organizadas as “Especificações técnicas para tubagem em materiais alternativos ao aço inoxidável em instalações de águas em edifícios hospitalares – ET 04/2006”, posteriormente atualizadas, dando origem à publicação identificada como ET 04 /2007, ACSS.

Estas últimas especificações diziam respeito aos sistemas de tubagem para distribuição de água executados nos seguintes materiais: aço, ferro fundido, cobre, policloreto de vinilo, polietileno, polipropileno, polietileno reticulado, policloreto de vinilo clorado, polibutileno e multicamada.

Com o presente documento, intitulado “Especificações técnicas para tubagem em instalações de águas de edifícios hospitalares – ET 07/2009” procedeu-se à unificação das anteriores especificações ET 01/2006 e ET 04/2007 e, em acréscimo, à revisão e atualização dos respetivos conteúdos.

1 Em relação aos documentos de base, ET 01/2006 e ET 04/2007, destacam-se as seguintes alterações:

- (a) Adequação da secção dedicada ao aço inoxidável, objeto da anterior publicação ET 01/2006, à estrutura das secções que integravam a publicação ET 04/2007;
- (b) Atualização do referencial normativo aplicável a cada um dos materiais;
- (c) Adequação das instalações de águas, qualquer que seja o material aplicado nas respetivas tubagens, às regras gerais de conceção sismo-resistente, aos modelos de análise, às ações sísmicas a considerar e às verificações de segurança descritas nas *Especificações Técnicas para o Comportamento Sismo-resistente de Edifícios Hospitalares – ET 05/2007*;
- (d) Adequação das disposições relativas ao comportamento das tubagens ao fogo às exigências do novo “Regulamento técnico de segurança contra incêndio em edifícios”.

Em anexo (**Anexo I**) às presentes especificações mantém-se a matriz de adequação exclusivamente técnica das tubagens de diferentes materiais às aplicações previstas.

2 Na presente versão atualizada das *Especificações Técnicas para Tubagem em Instalações de Águas de Edifícios Hospitalares*, identificada como V.2011, as alterações mais significativas dizem respeito à:

- (a) Atualização da legislação e normas aplicáveis;
- (b) Introdução, na Secção I – Tubagem de Aço Inox (AI), da seguinte recomendação: “durante o período em que são realizados os ensaios, a água quente deve ser aquecida ciclicamente até aos 80°C, no mínimo durante 3 vezes, durante 1 hora.”
- (c) Introdução, na Secção VII – Tubagem de Polipropileno (PP), de fórmulas para o cálculo de juntas de dilatação para cada tipo de polipropileno (PP-H, PP-R e PP-B) e de dois exemplos relativos à seleção de série de tubos para PP-H e PP-B, de acordo com o disposto na EN 806 – Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption - Part 4: Installation (2010);
- (d) Introdução de anexo com indicação das tecnologias adequadas à execução de uniões e junções em função do tipo de material;
- (e) Introdução, no anexo dedicado aos Cuidados Específicos para Sistemas de Materiais Metálicos, de tabela de compatibilidade de metais diferentes na mesma rede.
- (f) Em relação à versão anterior, de 2009, acrescenta-se, também, a base legal do documento.

SECÇÃO I - TUBAGEM DE AÇO INOXIDÁVEL (AI)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS

NP EN ISO 1127: 1999

“Tubos de aço inoxidável: Dimensões, tolerâncias e massas convencionais por unidade de comprimento.”

NP EN 10204: 2009

“Produtos metálicos. Tipos de documentos de inspeção”.

NP EN 10312: 2004 +A1: 2008

“Tubos soldados de aço inoxidável para o transporte de água e outros líquidos aquosos. Condições técnicas de fornecimento”.

EN 10088-1: 2005

“Stainless steels. Part 1: List of stainless steels and description”.

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

EN 12502-1: 2004

“Protection of metallic materials against corrosion- Guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems- Part 1: General”; Part 4: Influencing factors for stainless steels”.

EN ISO 14175: 2008

“Welding consumables. Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes.”

EN ISO 6848: 2004

“Arc welding and cutting. Nonconsumable tungsten electrodes. Classification”.

NP EN 1600:2000

“Consumíveis para soldadura. Eléktodos revestidos para soldadura manual por arco dos aços inoxidáveis e dos resistentes a temperaturas elevadas. Classificação”.

EN ISO 14343: 2009

"Welding consumables. Wire electrodes, strip electrodes, wires and rods for arc welding of stainless and heat resisting steels. Classification".

NP EN ISO 15607: 2008

"Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Regras gerais.

NP EN ISO 15609: 2008

"Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Especificação do procedimento de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco."

NP EN ISO 15614-1: 2005

"Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Prova de procedimento de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco e gás de aços e soldadura por arco de níqueis e suas ligas".

EN 287-1: 2004 + A2: 2006

"Qualificação de soldadores. Soldadura por fusão. Parte 1: Aços".

EN ISO 14731: 2006

"Welding coordination. Tasks and responsibilities".

EN ISO 3834: 2005

"Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements; Part 2: Comprehensive quality requirements; Part 3: Standard quality requirements; Part 4: Elementary quality requirements; Part 5: Documents with which is necessary to conform to claim to the quality requirements of ISO 3834 – 2, ISO 3834 – 3, ISO 3834 – 4"

EN ISO 17637: 2014

"Non-destructive testing of welds – Visual testing of fusion-welded joints"

NP EN 1714:2000

"Ensaio não destrutivo de soldaduras — Ensaio por ultrassons de juntas soldadas".

NP EN 12062:2000

"Ensaio não destrutivo de soldaduras. Requisitos gerais para materiais metálicos".

NP EN 12517-1:2006

"Ensaio não destrutivo de soldaduras. Ensaio radiográficos de juntas soldadas. Níveis de aceitação".

EN ISO 5817:2007

"Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections"

EN ISO 6520-1:2007

"Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding"; Part 2: Welding with pressure".

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

"Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests".

Especificação LNEC E 365-1990

"Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação".

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Em redes de águas frias e quentes devem ser usados tubos de aço inoxidável austenítico AISI 316 (W. n.º 1.4401), ou AISI 316L (W. n.º 1.4404) quando a tecnologia de união for a soldadura. Podem ser usados aços com características iguais ou superiores aos indicados;

Os tubos de aço inoxidável devem ser apropriados para aplicação de acessórios de compressão, tipo *"press-fitting"*, pelo menos até ao diâmetro DN100;

Os tubos de aço inoxidável devem obedecer a especificações técnicas de fabrico certificadas por organismos devidamente reconhecidos para o efeito e credenciados junto da UE.

No **Quadro 1** apresenta-se de uma forma resumida as gamas dimensionais da série1 e respetivas espessuras.

Diâmetro exterior, D (mm) Série 1	6, 8, 10, 12, 15 e 18	22 e 28	35	42	54	67 e 76	103, 108, 128, 133 e 153	159
Espessura (mm)	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5

Quadro 1 – Dimensões dos tubos de aço inoxidável (série 1) fabricados de acordo com a NP ISO 1127

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

Em redes de águas frias e quentes, executadas com tubos de aço inoxidável austenítico do tipo AISI 316 ou AISI 316L, devem ser utilizados acessórios do mesmo tipo de material;

A tecnologia de união dos acessórios à tubagem deve ser, sempre que possível, por compressão, do tipo *"press-fitting"*;

Só em diâmetros em que não seja possível a utilização de acessórios com uniões de compressão, ou no caso de utilização de flanges, se admitem ligações por soldadura, obedecendo ao especificado em 4;

Quando a tecnologia de união for a soldadura, o material a usar em acessórios de tubos de aço inoxidável deve ser do tipo AISI 316L, podendo, no entanto, ser usado material de nobreza ligeiramente superior e próprio para soldar, nomeadamente os aços inoxidáveis designados por: W. n.º 1.4406; W. n.º 1.4541 e W. n.º 1.4571;

Quando não for possível a aplicação de acessórios do mesmo tipo de material usado na tubagem, como por exemplo nos casos de torneiras ou válvulas, devem ser adotados materiais de nobreza próxima inferior e adotadas juntas neutras, de modo a impedir a corrosão do tipo galvânico.

4. SOLDADURA DE TUBOS EM AÇO INOXIDÁVEL

4.1. OBJETIVO

Definição das características e condições a que devem satisfazer os materiais de adição e consumíveis para soldadura de tubos em aço inoxidável e definição das normas de execução e de ensaio a que devem obedecer os procedimentos de soldadura em canalizações de águas quentes e frias, executadas em aço inoxidável.

4.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

4.2.1. Material a soldar

Nas redes de distribuição de águas frias e quentes, quando a tecnologia de união for a soldadura, deve ser utilizado, em tubagem e, quando possível, em acessórios e órgãos, aço inoxidável do tipo AISI 316L.

4.2.2. Material de adição

Quando utilizado, o material de adição deve ser idêntico ao material de base (tipo AISI 316L) com diâmetro adequado à espessura a soldar e dentro da gama do procedimento de soldadura aplicado.

4.2.3. Gás de proteção

Na execução da soldadura deve ser usado o gás de proteção Argon, conforme o especificado na norma NP EN 439 ou, em alternativa, gases segundo a norma americana AWS A 5.32.

4.2.4. Gás de purga

Na soldadura topo a topo de tubagens em aço inoxidável deve ser usado um gás de purga para proteger a raiz de fenómenos de oxidação. Poderão ser usados o Azoto, o Argon ou misturas de Argon.

4.2.5. Eléctrodo

Na execução da soldadura com proteção de gás inerte (TIG) deve ser utilizado eléctrodo não consumível de tungsténio toriado, de acordo com o especificado na norma NP ISO 6848 ou na norma americana AWS A 5.32.

4.3. PROCESSOS DE SOLDADURA

Para a execução de soldaduras em tubagem de aço inoxidável é autorizada a utilização dos seguintes processos de soldadura:

- **Processo TIG**
Soldadura por arco com eléctrodo não consumível sob atmosfera inerte – para todas as tubagens com diâmetro exterior igual ou inferior a 76,1mm;
- **Processo SER**
Soldadura por arco com eléctrodo revestido – para enchimento em tubagem com diâmetro exterior superior a 76,1mm e espessuras mínimas de 3mm;
- **TIG orbital**
Processo de soldadura automático adequado a pequenos diâmetros;
- **MIG orbital**
Soldadura por arco com eléctrodo consumível, sob atmosfera inerte – processo automático.

A utilização de outros tipos de soldadura fica condicionada à aprovação do Dono da Obra.

4.4. PROCEDIMENTOS DE SOLDADURA

Para a execução do trabalho de soldadura, o empreiteiro deve apresentar e submeter a aprovação, antes do início da obra, os necessários procedimentos de soldadura qualificados, bem como um conjunto de Especificações de

Soldadura para os trabalhos a realizar, de acordo com as normas NP EN ISO 15607, NP EN ISO 15609 e NP EN ISO 15614.

As especificações de soldadura devem ser elaboradas de modo a abrangerem todas as situações em obra, contendo no mínimo as indicações constantes da especificação indicada, a título de exemplo, na **Figura 1**.

As zonas de soldadura devem ser passivadas após a realização e arrefecimento das soldaduras, utilizando pastas apropriadas e lavagem posterior com água ou soluções químicas adequadas, devendo o empreiteiro apresentar previamente uma especificação técnica para a ação.

4.5. QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL SOLDADOR

Para a execução do trabalho de soldadura, o empreiteiro deve apresentar e submeter a aprovação, antes do início da obra, a identificação do pessoal soldador e respetivos certificados de qualificação, em conformidade com o estabelecido na NP EN 287-1.

4.6. ENSAIOS DE RECEÇÃO PARA CONTROLO DA QUALIDADE DAS SOLDADURAS

Após a realização das soldaduras deve ser efetuado o respetivo controlo de qualidade, mediante a realização de exame de inspeção visual e exame radiográfico a 100% das juntas soldadas.

Os critérios de aceitação aplicáveis devem ser os definidos pela norma EN ISO 5817 para a classe B. Complementarmente aos requisitos da norma para a classe mencionada, a raiz da soldadura deve apresentar aspeto uniforme sem variações significativas de sobresspessura.

--- EPS Nº: T-141/316 PQR Nº: A QUALIFICAR												
ESPECIFICAÇÃO PRELIMINAR DE SOLDADURA (Preliminary Welding Specification)												
1 - TIPO DE MATERIAIS (Material Type)				2 - JUNTA (Weld Shape)								
ITEM	TIPO & CLASSE/NORMA (Type & Grade/Standard)			2.1 - TIPO (Detail): TOPO A TOPO EM V								
A	AISI 316L - W11			2.2- COBRE JUNTAS (Backing): NÃO								
B	AISI 316L - W11			2.3- OUTRO (Other): Purga - Gás Inerte								
---	---			3 - POSIÇÃO SOLDADURA (Welding Posit.): PF								
4 - ESPESSURA DO MATERIAL (Material Thickness):				3.0 a 6.0 mm								
5 - DIÂMETRO EXTERIOR (Outside Diameter):				57 a 229 mm								
7 - ESQUEMA (Detail)				8 - SEQUÊNCIA (Sequence)								
7.1 - PREPARAÇÃO (Prep. method): MAQUINADA				Protecção da raiz - Sim Gás - Argon Caudal - 4-6 L/min								
9 - SOLDADURA (Welding)												
PASSE (Run)	SOLDADURA (welding) PROCE. Process.	TIPO (Type)	MATERIAIS DE ADIÇÃO (Filler Metal) DESIGNAÇÃO (Designation) NORMA (Standard)	Ø mm	FLUXO Flux	GAS l/min	VELOC cm/min	CORR POLAR	I Amp	V Vol.	P.AQ °C	INTERP °C
1	141	Man.	(AWS ER 316LSi)	2.4	NA	10-12	6-8	DCEN	70-80	10-12	---	<250
2-n	141	Man.	(AWS ER 316LSi)	2.4	NA	10-12	6-8	DCEN	80-90	10-12	---	<250
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9.1 - GÁS DE PROTECÇÃO (Shielding gas)				Argon - EN 439-11								
9.2- ÉLECTRODO NÃO CONSUMÍVEL (NonConsumable electrode)				Tungsténio toriado								
9.3 - TRATAMENTO SUPERFICIAL (Surface treatment)				Passivação após Soldadura								
10 - ENSAIOS												
10.1 - INSPECÇÃO VISUAL (Visual Examination)				100%								
10.2 - RADIOGRÁFICO (Radiographic Examination)				100%								
10.3 - ESTANQUIDADE (Leak test)				Ensaio Hidraulico Final								
11 - TRATAMENTO TÉRMICO (PWHT)				NA								
12 - QUALIFICAÇÃO DO SOLDADOR (Welder Performance Qualification):				EN 287-1								
REL. Rev.	DATA Date	ELABOROU Issued	APROVADO Approved	DESCRIÇÃO Description				REFERÊNCIA Reference				
0	2001/05/03	DTR		SOLD. AISI 316L POR TIG				T-141/304		FOLHA 1/1		

Figura 1 – Especificação preliminar de soldadura (ISQ)

5. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

5.1. VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO

A velocidade de circulação da água, em tubagens de aço inoxidável, deve ser elevada, de preferência entre 1,5 e 2,0 m/s.

5.2. FATORES DE NATUREZA QUÍMICA E TEMPERATURA DA ÁGUA

Os principais parâmetros físico-químicos que poderão ser indicadores de uma maior tendência para a água apresentar propriedades corrosivas e/ou incrustantes são:

- Condutividade;
- Cloretos (Cl^-);
- Sulfatos (SO_4^{2-});
- Sólidos dissolvidos totais,
- Dióxido de carbono livre disponível (CO_2);
- Oxigénio dissolvido (O_2);
- pH;
- Ferro (Fe);
- Temperatura;
- Dureza;
- Carbonatos e bicarbonatos.

O teor em oxigénio dissolvido e o equilíbrio calco-carbónico são os dois fatores principais que determinam as condições de corrosão. Outros fatores, no entanto, desempenham um papel complementar, tais como:

- O aumento da temperatura da água contribui para a precipitação de sais dissolvidos, como é o caso dos carbonatos e bicarbonatos.

Em consequência, nos circuitos de distribuição de água quente, a temperatura da água deve situar-se entre 50 e 60°C. Pelo contrário, no sistema de produção, a temperatura da água quente deve situar-se entre 70 e 80°C, por razões de controlo bacteriológico, como é o caso, por exemplo, da prevenção contra a *Legionella*;

- O pH, associado ao CO_2 livre na água, contribui para a taxa de corrosão;
- Os cloretos, quando em excesso, potenciam os fenómenos de corrosão em alguns materiais, como no aço inoxidável.

Em tubagem em aço inoxidável AISI 316 ou AISI 316L, não deve circular água com teores de cloretos acima dos 250 mg/l;

- Os valores elevados de cloro residual livre potenciam os fenómenos de corrosão associados à presença de cloretos na água, diminuindo a resistência ou a tolerância do aço inoxidável à corrosão.

Os valores de cloro residual livre para controlo bacteriológico efetivo devem situar-se entre 0,1 e 0,2 mg/l, no caso de método da dosagem contínua, e entre 0,5 e 1,0mg/l, no caso do método de dosagem intermitente;

- O ferro, em concentrações superiores a 0,2 mg/l, pode precipitar sobre a forma de hidróxido de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_2$), favorecendo o aparecimento das ferrobactérias e, em consequência, os fenómenos de corrosão de índole bacteriana;
- O Cobre (Cu^{2+}), mesmo quando presente em concentrações inferiores a 3,0 mg/l, pode provocar uma aceleração considerável da corrosão por deposição.
- Os fenómenos de mineralização (sais dissolvidos), na generalidade, aumentam a condutividade e diminuem a resistência à corrente de corrosão.

Os compostos de cloretos ou de sulfatos, mesmo em concentrações inferiores a 1,0 mg/l, podem desencadear fenómenos de corrosão.

- Os microrganismos influenciam a corrosão por via biológica.

As principais condições favoráveis à corrosão bacteriológica, são as seguintes:

- Meio anaeróbio;
- pH entre 5,5 e 8,5;

- Presença de substâncias minerais – sulfatos (SO_4^{2-}), fosfatos (PO_4^{2-}), ião ferroso (Fe^{2+}) - e orgânicas;
- Temperatura entre 30 e 40°C.

5.3. FATORES DO PONTO DE VISTA OPERATIVO

A deposição de resíduos nas tubagens, devido à má filtração da água, pode ser uma fonte de corrosão, pelas seguintes razões:

- Criação de zonas não arejadas no interior das tubagens, com formação de placas anódicas;
- Formação de camadas bacterianas de vários tipos e reações de redução e de passivação.

5.4. PROCESSO DE CORROSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL

Na seleção do material das redes de distribuição de águas frias e quentes, importa conhecer as propriedades físicas e químicas da água, uma vez que os materiais se comportam de forma diferente consoante aquelas propriedades.

As tubagens em aço inoxidável do tipo AISI 316 ou AISI 316L, com a constituição e estrutura correspondentes ao especificado em 2, apresentam elevada resistência à corrosão, desde que se observem, em simultâneo, os procedimentos especificados no presente documento relativos à sua instalação e ao controlo dos parâmetros da água associados aos fenómenos de corrosão.

5.5. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO

A água que é utilizada nas redes dos sistemas de distribuição de águas frias e quentes deve obedecer ao especificado no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

Mesmo verificando-se os valores paramétricos obrigatórios aplicáveis à água para consumo humano, estabelecidos nos diplomas atrás mencionados, a água pode possuir teores de cloretos e de outros elementos que potenciem os fenómenos de corrosão dos materiais utilizados no seu sistema de distribuição.

Deve ser solicitado à entidade responsável pelo abastecimento de água ao edifício hospitalar um conjunto de análises de controlo da qualidade, representativo de um ano hidrológico e a partir de amostras colhidas no ponto mais próximo do abastecimento, para avaliação dos principais parâmetros físico-químicos associados aos fenómenos de corrosão.

As determinações dos valores paramétricos para controlo da qualidade da água estão definidas na legislação, devendo usar-se os métodos especificados; no Anexo IV do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto e no Artigo 12º da Diretiva 98/83/CE.

Em função dos valores dos parâmetros indicadores da tendência corrosiva e/ou incrustante da água, obtidos a partir das análises efetuadas, deve(m) ser definido(s) o(s) tratamento(s) complementar(es) adequado(s) à redução do teor dos elementos presentes na água que potenciam tal tendência.

5.6. MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A monitorização do sistema de distribuição de água tem como objetivo poder prever os possíveis fenómenos de incrustação e de corrosão na tubagem das redes, permitindo atuar, ao nível do tratamento da água e da substituição dos materiais, antes da ocorrência destes fenómenos.

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do Anexo IV desta especificação técnica.

6. REGRAS DE INSTALAÇÃO

6.1. OBJETIVO

Definição das normas de execução e de ensaio a que deve obedecer a instalação das redes de águas frias e quentes.

6.2. MÉTODOS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

6.2.1. Tipos de trabalhos a executar

Os trabalhos referentes à execução das redes de águas frias e quentes compreenderão:

- Montagem de tubos e seus acessórios;
- Montagem de órgãos das redes;
- Isolamento térmico da tubagem;
- Execução de uniões do tipo “*press-fitting*”, ou por soldadura;
- Passivação da tubagem;
- Ensaios e experiências.

6.2.2. Disposições gerais

As instalações das redes de águas frias e quentes devem ser executadas em conformidade com o projeto e de acordo com o disposto nas presentes especificações técnicas;

As tubagens com trajetórias horizontais devem possuir inclinação ascendente no sentido do deslocamento, de cerca de 0,5%, de modo a favorecer a saída do ar;

A tubagem das redes de águas frias e quentes, no interior do edifício, deve ser integralmente montadas à vista, exteriormente às paredes ou instaladas em caleiras, “*courettes*” ou tetos falsos, tendo em vista conferir a maior acessibilidade a toda a instalação;

A tubagem destinada ao transporte de água quente deve ser colocada, sempre que possível, paralelamente à destinada ao transporte de água fria, afastadas entre si de uma distância não inferior a 0,05m, depois de isolada, e posicionada a um nível não inferior;

Nas redes de distribuição de águas frias e quentes, devem ser instalados tubos “testemunho” a fim de, periodicamente, se verificar a existência de corrosões e/ou incrustações, de acordo com o especificado no Anexo IV desta especificações técnicas;

A instalação das redes de águas frias e quentes deverá incluir todos os trabalhos complementares, inerentes à instalação da tubagem.

6.2.3. Instalação da tubagem

Na execução das instalações devem ser usadas ferramentas adequadas para trabalhar o aço inoxidável. Os tubos de aço inoxidável não devem ser cortados com recurso a maçarico ou serras arrefecidas a óleo, podendo, no entanto, ser cortados com disco abrasivo, desde que próprio para este tipo de aço.

Na execução das instalações, os mordentes das ferramentas para fixação/prisão dos tubos em aço inoxidável, como, por exemplo, alicates, prensas, tornos, etc., devem estar devidamente protegidos, de modo a evitar a contaminação do aço inoxidável por partículas ferrosas deles provenientes;

As braçadeiras de fixação da tubagem devem ser em aço inoxidável austenítico, ou, na impossibilidade, revestidas com material neutro à corrosão;

As braçadeiras de fixação da tubagem devem permitir a sua livre dilatação, exceto nos pontos fixos, quando existam;

As braçadeiras devem ser isoladas da tubagem, adotando-se, para o efeito, dispositivos contrários à propagação de ruídos e vibrações aos elementos exigidos da construção, em alvenaria e betão;

A distância entre braçadeiras, ou quaisquer outros apoios, variará com o diâmetro da tubagem e não deverá ser superior ao indicado no **Quadro 2**.

DExt. (mm)	Afastamento entre braçadeiras em trajetos horizontais (m)	Afastamento entre braçadeiras em trajetos verticais (m)
10	1,1	2,0
12	1,2	
15	1,3	
18	1,4	
22	1,5	
28	1,7	3,0
35	1,9	
42	2,1	
≥ 54	2,3	

Quadro 2 – Afastamento entre braçadeiras

Nos atravessamentos de paredes e pavimentos, os tubos à vista devem ser envolvidos por mangas de proteção, que permitam a sua livre dilatação e evitem a propagação de ruídos e vibrações àqueles elementos de construção;

As mangas de revestimento não devem servir de apoio à tubagem, nem esta, em caso algum, poderá ficar em contacto com elas, depois de montada;

O espaço entre os tubos e as respetivas mangas de revestimento deve ser preenchido com material de isolamento que permita a sua livre dilatação;

Os tubos à vista devem ficar afastados das paredes, tetos, ou pavimentos, mesmo depois de isolados, cerca de 50mm;

As caleiras e “courettes” devem possuir dimensões suficientes para que os tubos, nelas instalados, não fiquem encostados entre si ou às paredes, fundo ou tampo.

6.2.4. Montagem de órgãos das redes

As redes de águas frias e quentes devem ser dotadas de seccionamentos parciais, por grupos de aparelhos sanitários ou dispositivos de utilização. As redes devem, ainda, ser dotadas de dispositivos que permitam o seccionamento dos circuitos, por forma a facilitar eventuais reparações em caso de avaria, sem comprometer a sua operacionalidade global.

6.2.5. Isolamento térmico da tubagem

A tubagem da rede de água quente, tanto do circuito de ida como de retorno, assim como seus acessórios e equipamentos, deve ser isolada termicamente.

A tubagem de água quente sanitária deve ser isolada termicamente, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 79/2006.

Os produtos a empregar no isolamento térmico da tubagem devem ser imputrescíveis, incombustíveis, não corrosivos e resistentes à humidade e micro-organismos.

Admitem-se pequenos troços não isolados, quando se trate da tubagem para alimentações dos aparelhos sanitários.

Também devem ser isolados os troços da tubagem da rede de água fria onde se preveem possíveis condensações ou exposições a temperaturas extremas, como, por exemplo, no caso de tubagem instalada em forro de coberturas.

O isolamento deverá ser do tipo e espessura adequados às temperaturas da água em circulação, com uma condutibilidade térmica menor ou igual a 0,04w/m.°C. O acabamento final será função do tipo de isolamento térmico empregue.

Os tubos isolados e à vista devem ser revestidos a chapa de alumínio com espessura mínima de 0,8mm, tendo em vista a proteção mecânica do isolamento e a estética final;

O isolamento da tubagem não deve ser interrompido nos locais de colocação de braçadeiras e não deve ser permitido o isolamento comum a dois tubos.

6.2.6. Execução de juntas de dilatação

Nos troços retilíneos da tubagem da rede de água quente devem ser intercaladas juntas de dilatação com os afastamentos definidos no projeto;

Deve-se evitar a ocorrência de deslocamentos da tubagem num só sentido, quando das dilatações ou contrações, criando-se, para o efeito, um ponto fixo entre duas juntas de dilatação consecutivas;

As mudanças de direção da tubagem também podem ser aproveitadas para absorver parte das dilatações;

Às juntas de dilatação do edifício devem corresponder juntas de dilatação da tubagem;

Na tubagem, tanto da rede de água fria, como da de água quente, devem ser utilizadas juntas do tipo telescópico, guiadas e adequadamente dimensionadas para absorver os esforços longitudinais e transversais.

6.2.7. Uniões do tipo “*press-fitting*”

A tecnologia de união por compressão, do tipo “*press-fitting*”, a aplicar preferencialmente à tubagem das redes de águas frias e quentes em aço inoxidável, deve ser um sistema coerente em todo o conjunto, desde os acessórios até à máquina de cravação.

O sistema “*press-fitting*” a adotar deve obedecer a especificações técnicas certificadas por organismos devidamente reconhecidos para o efeito e acreditados junto da EU.

Devem ser apresentados, para cada lote de acessórios e por máquina, os respetivos documentos que comprovem a proveniência, tipo, gama de utilização, etc., de modo a garantir a uniformidade e coerência do sistema a adotar.

De modo a garantir que a cravação dos vários acessórios seja feita sempre com as pressões necessárias e recomendadas, devem ser usadas máquinas de cravar devidamente calibradas, devendo, ainda, ser apresentados os respetivos documentos de calibração.

A periodicidade mínima de calibração deve ser de um ano, podendo, no entanto, caso se justifique, proceder-se a outras calibrações durante aquele período.

6.2.8. Uniões por soldadura

Os requisitos a que deve obedecer a execução das uniões por soldadura são objeto do ponto 3 destas especificações técnicas.

6.3. IDENTIFICAÇÃO DA TUBAGEM

Deve-se proceder à necessária identificação da toda a tubagem e circuitos instalados, de acordo com a NP 182.

Em tubagem com isolamento deve ser aposta a identificação sobre o isolamento ou revestimento, consoante o caso.

7. COMPORTAMENTO AO FOGO

7.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

De acordo com os critérios estabelecidos na norma portuguesa EN 13501-1: 2008 e do Decreto-Lei 220/2008 os tubos de aço inoxidável obtêm a classificação europeia de reação ao fogo A1.

A classificação europeia de reação ao fogo é obrigatória para produtos (ou famílias de produtos) objeto de marcação CE.

Em qualquer dos sistemas de classificação (nacional ou europeu), eventuais revestimentos de acabamento, de proteção ou de isolamento térmico, se de natureza orgânica, podem apresentar classes de reação ao fogo variadas e, eventualmente, alterar (agravar) a classificação global (tubagem + revestimento).

7.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios - Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro.

Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios - Portaria nº 1532/2008 de 29 de Dezembro.

Este regulamento não impõe exigências aplicáveis à classe de reação ao fogo, ou, ainda, à necessidade de enclausuramento em ductos ou condutas, das tubagens (e isolamentos térmicos) de redes de água sob pressão, existindo apenas uma exigência quanto às tubagens no estacionamento.

As tubagens não permanentemente cheias, estabelecidas à vista no interior dos parques, devem ser construídas com materiais de classe de reação ao fogo não superior a A2-s1 d0.

7.3. RECOMENDAÇÕES

Como a presente regulamentação não exige classes de reação ao fogo de tubagem recomendam-se as seguintes classes (mínimas) europeias:

- As tubagens de água em pressão instaladas no interior dos parques de estacionamento devem, no mínimo, ser da classe de reação ao fogo D-s2-d0;

Os tubos de aço inoxidável que atravessam elementos de construção com qualificação de resistência ao fogo não devem comprometer essa resistência, pelo que no caso de tubos isolados termicamente que não estejam embebidos no interior de elementos de construção, ou protegidas por ductos ou condutas que lhes confiram uma proteção adequada e que impeçam a propagação do fogo entre locais, as soluções de isolamento térmico devem, no mínimo, ser da classe europeia de reação ao fogo C_L-s2-d0.

8. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

No âmbito do comportamento sob a ação sísmica das instalações e equipamentos objeto deste documento, aplica-se o disposto no ponto 1.2, da Subsecção 2.6 - Instalações e equipamentos de água e esgotos e no ponto 1.2, da Subsecção 2.6 – Instalações e equipamentos mecânicos – da Secção 2 das “Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar”, da ACSS.

As regras gerais de conceção sismo-resistente, os modelos e métodos de análise, as ações sísmicas a considerar e as verificações de segurança das instalações técnicas encontram-se descritas com maior pormenor nas *Especificações técnicas para o comportamento sismo-resistente de edifícios hospitalares – ET 05/2007*, da ACSS.

9. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os tubos e acessórios utilizados em tubagens de aço inoxidável para distribuição de água para consumo humano devem ser certificados, por entidade certificadora credenciada, em conformidade com as exigências estabelecidas no referencial normativo indicado na alínea 1.1 do ponto 1 desta secção. Os procedimentos a adotar na aquisição e instalação das tubagens de aço inoxidável deverão ser os seguintes:

9.1. ENCOMENDA

O fornecimento de cada lote de tubos deve ser acompanhado do respetivo certificado de qualidade e inspeção, segundo a norma EN 10204. Este certificado deve ser, no mínimo, do tipo 2.2, de acordo com a referida norma.

O fornecimento de cada lote e tipo de acessórios deve ser acompanhado do respetivo certificado de qualidade e inspeção, segundo a norma EN 10204. Este certificado deve ser, no mínimo, do tipo 3.1B, de acordo com a referida norma.

Não devem ser aceites em obra tubos que não tenham as marcações de fábrica.

9.2. RECEÇÃO

Os ensaios de receção a que os tubos e acessórios tenham de ser submetidos, para determinação das suas reais características, serão efetuados por entidade credenciada para o efeito, sendo os seus custos suportados diretamente pelo Empreiteiro.

9.3. INSTALAÇÃO

9.3.1. Ensaios e experiências em obra

Após execuções e montagens, todas as canalizações, antes de entrarem em serviço, deverão ser sujeitas a provas, constituídas por ensaios e experiências, que assegurem a perfeição dos trabalhos executados.

9.3.2. Ensaios hidráulicos

Após a execução dos trabalhos de montagem das instalações, as redes de águas frias e quentes devem ser submetidas a ensaios hidráulicos comprovativos da sua resistência e estanquidade.

Antes dos ensaios hidráulicos deve-se proceder à limpeza completa de linhas, mediante circulação de água limpa, em quantidade adequada, até que os vestígios de impurezas ou corpos estranhos sejam eliminados.

As instalações devem ser submetidas a um ensaio de pressão hidráulica igual a vez e meia a máxima pressão a que possam estar submetidas, num mínimo de 0,9 MPa, sem que se verifique qualquer quebra de pressão e com um tempo de duração suficiente para se proceder à inspeção visual de toda a linha, não inferior a ½ hora.

O certificado de calibração dos manómetros a utilizar na medição da pressão de ensaio não deve ter data anterior a um ano, relativamente à utilização.

9.3.3. Ensaio de circulação a quente

A rede de água quente deve ser submetida a uma circulação de água, à temperatura de 50/60°C, com uma duração mínima de 72 horas. Durante o período em que é realizada a operação descrita, a água quente deve ser aquecida ciclicamente até aos 80°C, no mínimo durante 3 vezes, durante 1 hora.

Para a realização desta operação deve ser instalado o equipamento necessário, por forma a garantir as condições de circulação e temperatura atrás referidas.

9.3.4. Ensaio de circulação e lançamento das instalações

Após a conclusão de todos os trabalhos de montagem das instalações, as redes de águas frias e quentes devem ser postas em funcionamento durante seis dias.

Findo este período e caso a tubagem não entre imediatamente em serviço, para se evitar a existência de águas em condições de estagnação no interior dos tubos, deve proceder-se à renovação periódica da água (uma vez por semana), mantendo em carga as linhas, por forma a oxigená-la e a repor a camada de passivação.

Em alternativa, para suportar longos períodos de inatividade, a tubagem pode ser esvaziada e bem seca, por exemplo, com ar comprimido.

9.3.5. Ensaios finais para verificação da qualidade da soldadura

Após a realização das soldaduras deve ser efetuado o respetivo controlo de qualidade, de acordo com o referido no ponto 4 destas especificações técnicas.

9.3.6. Cadastro das obras executadas

O Empreiteiro obriga-se a fornecer regularmente à Fiscalização o registo de todos os trabalhos executados, de forma a poder dispor-se no final da empreitada de um conjunto de peças que reproduzam as obras tal como foram executadas (telas finais).

Compete ao Empreiteiro fornecer ao Dono da Obra, no final da empreitada, as plantas atualizadas, em suporte informático, com os traçados definitivos de todas as instalações efetuadas.

Compete, ainda, ao Empreiteiro executar e afixar, em local a definir pela Fiscalização, painéis esquemáticos, onde as diferentes tubagens venham a ser identificadas pelas suas cores e os circuitos por numeração conveniente.

9.3.7. Condições de receção das instalações

O Empreiteiro obriga-se, durante o prazo de garantia, a reparar, afinar ou substituir quaisquer tubos, acessórios ou órgãos nos quais se reconheçam defeitos de construção ou de montagem.

O Empreiteiro compromete-se, ainda, a prestar gratuitamente toda a assistência técnica julgada conveniente, bem como a fazer, também gratuitamente, durante o mesmo prazo, a conservação de todas as instalações, devendo atender prontamente a toda e qualquer reclamação de mau funcionamento.

Durante o período de garantia, pelo menos de três em três meses, deverá o Empreiteiro efetuar, através de pessoal especializado, inspeções, afinações e reparações a todas as instalações executadas e, do seu resultado, apresentar relatório ao Dono da Obra.

A receção definitiva só poderá ter lugar depois do Empreiteiro ter entregue a totalidade dos relatórios correspondentes ao período de garantia das instalações.

SECÇÃO II - TUBAGEM DE AÇO (AC)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS

EN 10224:2002

“Non-alloy steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption – Technical delivery conditions”.

NP EN10255:2004 + A1:2008

“Non-alloy steel tubes suitable for welding and threading – Technical delivery conditions”.

NP EN 10020:2002

“Definição e classificação dos aços”.

EN 10021:2006

“General technical delivery conditions for steel products”.

NP EN 10240:1998

“Revestimentos para proteção interior e/ou exterior de tubos de aço. Especificações para os revestimentos de galvanização por imersão a quente em instalações automáticas”.

NP EN ISO 1461: 2002

“Revestimentos de zinco por imersão a quente sobre produtos acabados de ferro e aço – Especificações e métodos de ensaio” (ISO 1461, 1999).

EN 1179:2003

“Zinc and zinc alloys. Primary zinc”.

NP EN 10226

“Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads. Part 1: Dimensions, tolerances and designation” (2004); Part 2: Taper external threads and taper internal threads - Dimensions, tolerances and designation “(2005).

EN 10241:2000

“Threaded steel fittings”.

NP EN 10242:1996

“Threaded pipe fitting in malleable cast iron”.

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 + A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

EN 12502:2004

“Protection of metallic materials against corrosion- Guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems- Part 1: General”; “Part 3: Review of the influencing factors for hot dip galvanised ferrous materials”.

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Os tubos de aço para redes de distribuição de água podem ser fabricados de acordo com as normas EN 10224 e EN 10255. A nível nacional estão a ser produzidos tubos de acordo com a norma EN 10255, para aplicação em redes prediais de distribuição.

Os tubos de aço destinados à condução de fluidos aquosos, de acordo com a EN 10224, são fabricados em três séries dimensionais, cujas gamas de diâmetros externos vão desde 26,9mm (DN 20) até 2743mm (DN 2700), consoante a série, e com espessuras de 2mm a 25mm, dependendo do diâmetro. Para a distribuição de água no interior de edifícios são utilizados, principalmente, os tubos da série 1, para os quais existem acessórios normalizados. No **Quadro 3** apresentam-se as dimensões dos tubos de aço especificadas na norma relativamente a esta série, para os diâmetros externos até 168,3mm (gama mais usual em redes prediais). Note-se que na norma EN 10224 estão especificados outros diâmetros para além dos indicados no **Quadro 3**. Adicionalmente, podem ser disponibilizadas outras dimensões, mediante acordo com o fabricante.

Segundo a EN 10255, os tubos são fabricados numa gama de diâmetros externos entre 10,2 mm (DN 6) e 165,1 mm (DN 150), para a qual existem três séries: média (M), pesada (H), e ligeira, esta com três tipos: ligeiro (L), ligeiro 1 (L1) e ligeiro 2 (L2), cujas dimensões variam em função da massa por unidade de comprimento e da espessura do tubo. Os valores da espessura vão desde 2,6mm a 5,4mm. No **Quadro 4** apresenta-se de uma forma resumida as gamas dimensionais das diferentes séries e tipos destes tubos, onde se indica também o diâmetro exterior (D), o diâmetro nominal (DN)¹ e a dimensão da rosca (R), este último parâmetro só aplicável aos tubos roscados. Estes tubos podem ser fabricados com ou sem costura longitudinal soldada, ser fornecidos com os extremos lisos ou roscados e com comprimentos (L) de 6m ou 6,4m. Na encomenda podem também ser especificados comprimentos entre os 4m e os 12m. Para redes prediais de distribuição de água para consumo humano é mais frequente utilizarem-se os tubos da série média (M) ou ligeira (L1).

3. REVESTIMENTO DOS TUBOS

Para a condução de água destinada a consumo humano em redes prediais, o revestimento de zinco metálico obtido por galvanização é o mais corrente dos tubos de aço.

O revestimento de zinco deve obedecer os requisitos da norma NP EN 10240, no caso dos tubos que são galvanizados em instalações automáticas, ou estar de acordo com a norma NP EN ISO 1461, no caso dos acessórios e dos tubos ou de outros elementos, como é o caso de componentes mistos pré-montados (soldados), que são galvanizados pelo processo descontinuo. Em ambos os casos o revestimento de zinco aplicado na superfície interior dos tubos e acessórios deve ter uma espessura média mínima de 55 µm, podendo este limite ser superior, caso a espessura do tubo o exija. O revestimento aplicado na superfície exterior deverá ter uma espessura igual ou inferior à da superfície interior, **Quadro 5**. Para condução de água para consumo humano a composição química deste revestimento deve obedecer aos requisitos apresentados no **Quadro 6**.

Diâmetro nominal, DN	Diâmetro exterior, D (mm) <i>Série 1</i>	Espessura (mm)																											
		2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,4	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,2	25				
20	26,9																												
25	33,7																												
32	42,4																												
40	48,3																												
50	60,3																												
65	76,1																												
80	88,9																												
100	114,3																												
125	139,7																												
150	168,3																												

Quadro 3 – Dimensões dos tubos de aço (série 1) até DN 150, fabricados de acordo com a EN10224

Diâmetro nominal, DN	Diâmetro exterior, D (mm)	Designação da rosca, R	Espessura (mm)										
			1,8	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,4
6	10,2	1/8		M		H							
8	13,5	1/4	L2	L L1	M		H						
10	17,2	3/8	L2	L L1	M		H						
15	21,3	1/2		L2	L L1	M		H					
20	26,9	3/4			L L1 L2	M		H					
25	33,7	1				L2	L L1	M		H			
32	42,4	1 1/4				L2	L L1	M		H			
40	48,3	1 1/2					L L1 L2	M		H			
50	60,3	2					L2	L L1	M		H		
65	76,1	2 1/2						L L1 L2	M		H		
80	88,9	3						L2	L L1	M		H	
100	114,3	4							L L2	L1	M		H
125	139,7	5									L	M	H
150	165,1	6									L	M	H

H1 – Série pesada (H)

L0 – Tipo ligeiro (L)

M – Série média (M)

L1 – Tipo ligeiro 1 (L1)

L2 – Tipo ligeiro 2 (L2)

Quadro 4 – Dimensões dos tubos de aço com aptidão para roscagem e soldadura fabricados de acordo com a norma EN 10255

Peças		NP EN 10240			NP EN ISO 1461		
					Espessura do aço		
					1,5 mm a 3 mm	3 mm a 6 mm	> 6mm
Tubos	Superfície interior	55 µm ^{a)}			55 µm	70 µm	85 µm
	Superfície exterior	55 µm	40 µm	25 µm			
Acessórios e outros elementos		Não aplicável			55 µm	70 µm	85 µm

^{a)}Revestimento com a classe de qualidade A.1**Quadro 5** – Valores mínimos da espessura média do revestimento de zinco a aplicar nos diferentes elementos de um sistema de tubagem de aço galvanizado destinado à condução de água, consoante o processo de galvanização

Zinco	Outros elementos – Limites de composição química, % máx.				
O zinco adicionado ao banho pode ter no máximo 1,5% de impurezas (excluindo ferro e estanho) conforme EN 1179 [7]	Antimónio (Sb)	Arsénio (As)	Chumbo (Pb)	Cádmio (Cd)	Bismuto (Bi)
	0,01	0,02	0,8	0,01	0,01

Quadro 6 – Limites da composição química do revestimento de zinco em tubos para a condução de água de consumo humano, segundo NP EN 10240.

4. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

Com os tubos fabricados segundo a norma EN 10255 roscados, com roscas realizadas de acordo com as normas EN 10226-1 e 2 devem ser utilizados acessórios normalizados de aço ou de ferro fundido roscados e galvanizados, especificados de acordo com as normas EN 10241 e NP EN 10242.

5. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

As características da água que circula na tubagem são particularmente relevantes no comportamento à corrosão de qualquer tubagem metálica.

As tubagens de aço galvanizado apresentam, em geral, um bom comportamento à corrosão em água potável, conferido pelo revestimento de zinco, desde que este satisfaça as condições requeridas. No entanto, a velocidade de circulação da água, a temperatura e alguns fatores de natureza química – pH, a alcalinidade, dureza e teor de sulfatos e cloretos e de oxigénio – podem condicionar o seu desempenho à corrosão.

5.1. VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E TEMPERATURA DA ÁGUA

A velocidade de circulação máxima recomendada para tubagens de aço galvanizado é de 1,5 m/s a 2 m/s. Este limite deverá ainda ser inferior no caso das águas quentes.

A temperatura não deve ultrapassar os 60°C, sendo desejável que durante os primeiros meses de funcionamento da tubagem a temperatura não ultrapasse os 45°C-50°C.

5.2. FATORES DE NATUREZA QUÍMICA

Os fatores químicos que numa água potável podem condicionar o desempenho à corrosão das tubagens de aço galvanizado são o pH, a alcalinidade, a dureza e o conteúdo de sulfatos e cloretos.

Para que o risco de corrosão das tubagens de aço galvanizado seja mínimo, a água deve estar equilibrada (equilíbrio cálcio-carbono) e deverá respeitar os seguintes parâmetros:

- pH > 7 (ideal entre 7,5 e 8,5)
- 5-6 mg/l <[O₂] <15 mg/l
- 122 mg/l <[HCO₃⁻] <305 mg/l
- [Ca²⁺] > 20 mg/l
- [CO₂] < 0,5 mmol/l
- (2[SO₄²⁻] + [Cl⁻])/[HCO₃²⁻] < 1 (l meq/l)
- [Cl⁻] < 100 mg/l, desde que a água tenha agressividade corrigida
- [SO₄²⁻] < 150 mg/l, desde que a água tenha agressividade corrigida
- [Cu²⁺] < 0,06 mg/l

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

6. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes e as que constam do **Anexo III**, bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de aço, algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações, apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

6.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

As tubagens destinadas ao transporte de água potável fria não devem ficar sujeitas a significativos gradientes térmicos, neste sentido, deverão tomar-se todas as precauções necessárias para evitar o risco de congelamento ou da sua sujeição a fontes de calor, de modo a que a diferença entre a temperatura da água na sua chegada à rede de distribuição e os pontos de consumo seja mínima, evitando-se ainda deste modo a possibilidade de proliferação bacteriológica.

O isolamento térmico das tubagens assume especial relevância quando se trata do transporte de água quente, opção técnica que deverá ser sempre contemplada, para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do dispositivo de aquecimento e a sua chegada ao dispositivo de utilização, ou no seu regresso ao dispositivo de aquecimento, nos casos de existência de tubagem de retorno; deste modo, obtêm-se sistemas de produção de água quente de menor custo de funcionamento, bem como uma mais fácil satisfação das condições desejáveis de temperatura da água nos dispositivos de utilização.

A temperatura da água quente na distribuição não deverá ser superior a 60 °C nem inferior a 50 °C, nas unidades de produção e acumulação, as temperaturas deverão oscilar entre os 70 e os 80 °C, como forma de prevenção contra a proliferação bacteriológica, como por exemplo a *Legionella*.

Os produtos a utilizar no isolamento térmico das tubagens devem ser imputrescíveis, auto extingüíveis, não corrosíveis, resistentes aos microrganismos e humidade; quando sujeitos a ações extremas, deverão ser protegidos de modo a evitar a sua degradação ou envelhecimento, de acordo com as indicações do fabricante (por ex.: aplicação de revestimento exterior de folha de alumínio).

No **Quadro 7** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de aço.

Diâmetro exterior (mm)	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
17,2	12,6	40	16,6	58	0,037	36	10	7	6
21,3	16,1					44	12	8	7
26,9	21,7					56	14	10	8
33,7	27,3					70	17	11	9
42,4	36,0					88	20	13	10
48,3	41,9					101	23	14	11
60,3	53,1					126	27	17	13
76,1	68,9					158	33	20	15
88,9	80,9					185	38	23	17
114,3	105,3					238	48	28	21
139,7	129,7					291	57	34	24
165,1	155,1					344	67	39	28

Quadro 7 – Perdas de calor através das tubagens de aço

6.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Nas situações de não-embutimento, as tubagens deverão ser fixadas através de elementos de suporte ou amarração (abraçadeiras), de modo a assegurar a sua correta fixação e a permitir que se deem livremente eventuais contrações ou dilatações.

As abraçadeiras deverão ser dotadas de anéis de elastómero ou de outro material com propriedades elásticas e dielétricas, no sentido de impedir a transmissão à edificação de vibração ou ruídos produzidos nas tubagens, bem como a eclosão de eventuais fenómenos de corrosão.

No **Quadro 8** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as tubagens de aço. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

DN (mm)	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)
≤ 20	1,50
$20 < DN \leq 40$	2,25
> 40	3,00

Quadro 8 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de aço

6.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

No atravessamento de elementos estruturais ou outros, deverá ficar assegurada a não ligação das tubagens a estes, através da interposição entre ambos de material que assegure tal independência (por exemplo mangas de proteção), evitando-se desse modo, uma eventual propagação de ruídos e vibrações através desses elementos, bem como a eventual transmissão de tensões às tubagens por quaisquer movimentos estruturais da edificação. O espaçamento e a selagem entre as mangas e as tubagens, deverá ser preenchido com material que não impeça os movimentos destas.

No caso de atravessamentos em que se pretenda evitar através dos mesmos a propagação de eventuais incêndios, as juntas deverão ser seladas com materiais que possuam características intumescentes, assegurando uma resistência ao fogo compatível com a do elemento atravessado, no âmbito da regulamentação contra incêndios aplicável.

6.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

As tubagens, quando não embutidas, deverão ficar instaladas de modo a garantir um afastamento mínimo de 0,05m entre si e o elemento de suporte (tetos, paredes ou pavimentos), considerando-se como fazendo parte das tubagens quaisquer isolantes ou revestimentos integrados nestas.

6.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

O traçado das canalizações deverá ser constituído por troços retos, com trajetórias horizontais e verticais, ligados entre si através de acessórios apropriados; os troços com trajetórias horizontais deverão possuir inclinação ascendente no sentido do escoamento do fluido, de cerca de 0,5 %, de forma a evitar a acumulação de ar nas tubagens.

Sempre que o traçado das redes não seja de modo a evitar a acumulação de ar no interior das tubagens e a facilitar a sua saída, deverá equacionar-se a necessidade da instalação de purgas de ar.

As tubagens destinadas ao transporte de água quente, devem, sempre que os traçados o permitam, desenvolver-se paralelamente às destinadas ao transporte de água fria, afastadas entre si de uma distância não inferior a 0,05 m, e quando na horizontal, posicionadas sempre num plano superior.

6.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

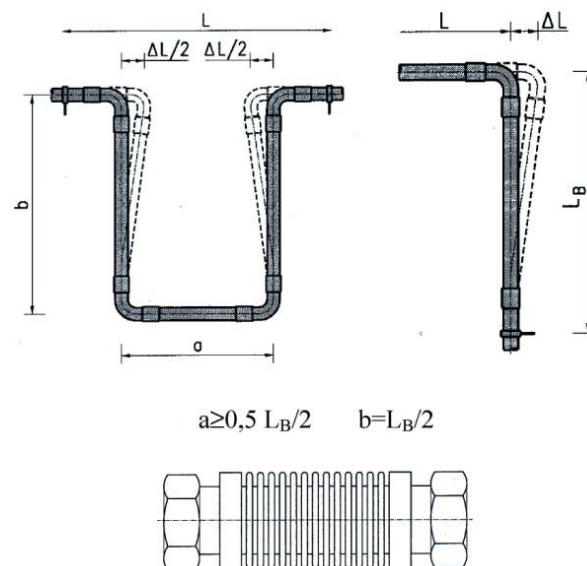
Quando as tubagens ficam sujeitas a significativos gradientes térmicos (com maior relevância para as tubagens destinadas ao transporte de água quente), verifica-se a variação das suas dimensões, com o consequente reajustamento no seu posicionamento, o qual é geralmente acompanhado da produção de ruídos e da eventual introdução de tensões; estes efeitos podem ser atenuados ou evitados, através da inserção de juntas de dilatação com características adequadas à natureza dos materiais constituintes das tubagens.

Nas situações de tubagens embutidas, e sempre que as suas dimensões lineares o justifiquem, estas deverão ser envolvidas com material que impeça a sua solidarização às argamassas envolventes e dever-se-ão criar zonas destinadas à absorção das dilatações lineares previstas, as quais deverão ser preenchidas com materiais deformáveis (por ex: espuma flexível de polietileno) com espessuras que possibilitem a absorção dos movimentos previstos.

As mudanças de direção das tubagens também poderão ser consideradas como zonas de absorção das variações das suas dimensões lineares.

Preferencialmente e, sempre que existam juntas de dilatação nas edificações com direção transversal ao desenvolvimento das tubagens, dever-se-ão instalar nessas zonas juntas de dilatação das tubagens.

Os tipos de juntas de dilatação mais vulgarmente utilizados, são constituídas por “braços de dilatação”, “liras” e tipo “telescópico”, devendo este último, ser considerado como a solução preferencial, a figura ilustra os tipos de juntas referidos.



As dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 70 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível (m)

D – diâmetro exterior

ΔL – variação do comprimento (m)

6.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Nos sistemas prediais de distribuição de água, deverá prever-se a instalação de válvulas de seccionamento à entrada dos ramais de distribuição, a montante de purgadores de ar, nos ramais de introdução, a montante e a jusante dos contadores, nas entradas das diferentes instalações sanitárias, nos ramais de alimentação de autoclismos, de equipamento de lavagem, fluxómetros, equipamentos destinados à produção de água quente e quaisquer outros em que seja previsível a necessidade de corte no abastecimento de água para eventuais operações de manutenção ou reabilitação.

Todos os equipamentos ligados a redes de água destinada ao consumo humano e, sempre que nos mesmos seja previsível a alteração das características da água fornecida, deverão os ramais que os alimentam ser munidos de dispositivos de proteção, do tipo válvula de retenção, que impeça o retorno da água, e desse modo evitar eventuais contaminações da água distribuída.

Todos os sistemas ou partes dos sistemas, em que se torne previsível a degradação da água, quer por estagnação, quer por contacto com meios eventualmente contaminantes (por ex.: redes de combate a incêndio, redes de rega, etc.), deverão ser munidos de dispositivo de proteção (em função do grau de contaminação previsível) a montante, que impeça o retorno da água, e desse modo evitar eventuais contaminações da água distribuída.

7. COMPORTAMENTO AO FOGO

7.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 7.1 do ponto 7 da secção I.

7.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

7.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 7 da secção I.

8. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

9. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os tubos e acessórios utilizados em tubagens de aço galvanizado para distribuição de água para consumo humano devem ser certificados, por entidade certificadora credenciada, em conformidade com as exigências estabelecidas no referencial normativo indicado na alínea 1.1 do ponto 1 desta secção. Os procedimentos a adotar na aquisição e instalação das tubagens de aço deverão ser os seguintes:

9.1. ENCOMENDA

Na encomenda dos tubos de aço fabricados de acordo com a EN 10224, para além da quantidade e das dimensões (DN) dos tubos, podem ser requeridas outras características (opcionais) que incluem: o processo de fabrico; requisitos adicionais de composição química (nomeadamente, teor máximo de cobre); tratamento da soldadura; preparação das extremidades para as operações de soldadura de união dos tubos e acessórios; requisitos do ensaio de estanquidade e a proteção anticorrosiva dos tubos, temporária ou definitiva, sendo neste último caso necessário especificar ainda qual o tipo de revestimento a aplicar na superfície dos tubos.

Na encomenda dos tubos de aço, de acordo com a norma EN 10225, para além da quantidade e dimensões (L, D ou R, e T ou séries M ou H ou tipos L, L1 ou L2) dos tubos é ainda necessário especificar o processo de fabrico (sem costura ou soldado longitudinalmente).

Podem ainda ser requeridas características adicionais dos tubos (opcionais) como: o acabamento das extremidades dos tubos, o qual pode ser: liso com boca ou roscado, sendo necessário especificar qual o tipo de rosca ou de boca; a proteção das extremidades (revestimento das roscas ou aplicação de um tampão para prevenir a entrada de materiais estranhos); que sejam adequados para galvanização ou que sejam fornecidos galvanizados de acordo com as normas NP EN ISO 1461 ou NP EN 10240, neste último caso é necessário especificar a qualidade do revestimento de zinco. No caso dos tubos pretos (sem galvanização), pode ser requerida a aplicação de um revestimento de proteção temporária, que deverá ser indicado no contrato.

9.2. RECEÇÃO

Na fase de receção dos tubos e dos acessórios deve ser verificada a conformidade dos produtos com o documento de certificação. Essa verificação deve incluir a análise da marcação, que está aposta no próprio produto ou na sua embalagem, e a confirmação de que dela constam os mesmos elementos que são indicados no documento de certificação. Deve também proceder-se à inspeção visual das peças recebidas, de modo a verificar se existem defeitos, que possam afetar a qualidade do produto; num exame visual, por visão normal corrigida deve atender-se ao seguinte:

- A superfície externa e a interna (onde é possível observar) devem estar isentas de nódulos, bolhas, rugosidade e pontas afiadas e, naturalmente, de zonas não revestidas. Também não devem existir zonas em que o revestimento esteja a destacar-se;
- O revestimento de zinco deve cobrir toda a superfície do tubo, formando uma camada densa, contínua e uniforme, de aspeto liso e razoavelmente regular;
- A presença de zonas cinzentas mais escuras ou mais claras ou alguma irregularidade superficial, normalmente, não deve ser causa de rejeição. Contudo manchas com produtos de corrosão brancos (e eventualmente alguns escuros) que são em geral devidas a condições de armazenagem húmida, podem indiciar corrosão grave do revestimento de zinco. Se se observarem manchas de ferrugem nestas zonas, isso é sinal que o revestimento já foi totalmente eliminado pela corrosão, pelo que os tubos nestas condições devem ser rejeitados.

9.3. ARMAZENAMENTO

O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.

9.4. INSTALAÇÃO

Na fase de instalação da tubagem deve ser tida em consideração a informação que consta no ponto 6 desta secção.

No ensaio de estanquidade em obra, após instalação, não deve ser permitida a utilização de água que não seja potável e deve garantir-se que após o ensaio a tubagem fica completamente cheia. Em alternativa o ensaio deve ser feito com ar seco.

SECÇÃO III - TUBAGEM DE FERRO FUNDIDO (FF)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS

EN 545: 2010

“Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods”.

EN 681-1: 1996/A2:2002

“Elastomeric seals – Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications – Part 1: Vulcanized rubber”.

NP EN 1092-2: 2002

“Flanges e suas junções. Flanges circulares para tubagens, válvulas, acessórios e ligações, designação PN. Parte 2: Flanges de ferro fundido”.

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 + A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

EN 12502: 2004

“Protection of metallic materials against corrosion- Guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems- Part 1: General”; Part 5: Influencing factors for cast iron and low alloyed steels”.

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Os tubos de ferro fundido fabricados segundo a EN 545, são fabricados numa vasta gama de diâmetros exteriores entre 56mm (DN40) e 2082mm (DN2000), às três classes de espessura correspondem os seguintes valores nominais:

- Classe 40, valores de espessura nominal (e_n)² entre 4,8 e 7,8;
- Classe K9, valores de espessura nominal (e_n)² entre 6 e 22,5;
- Classe K10, valores de espessura nominais entre 6 e 25.

No **Quadro 9** apresentam-se as dimensões dos tubos de ferro fundido de boca e ponta lisa com diâmetro externo inferior ou igual a 429mm (DN 400), fabricados de acordo com a norma EN 545.

Diâmetro nominal, DN	Diâmetro exterior, D (mm)	Espessura (mm)		
		Classe 40	K9	K10
40	56	4,8	6,0	6,0
50	66	4,8	6,0	6,0
60	77	4,8	6,0	6,0
65	82	4,8	6,0	6,0
80	98	4,8	6,0	6,0
100	118	4,8	6,0	6,0
125	144	4,8	6,0	6,2
150	170	5,0	6,0	6,5
200	222	5,4	6,3	7,0
250	274	5,8	6,8	7,5
300	326	6,2	7,2	8,0
350	378	7,0	7,7	8,5
400	429	7,8	8,1	9,0

Quadro 9 – Dimensões dos tubos de ferro fundido de boca e ponta lisa fabricados de acordo com a norma EN 545 com diâmetro externo inferior ou igual a 429mm

Para os tubos centrifugados com flanges moldadas é especificada uma quarta classe de espessura (K12). A espessura nominal (e_n)² nos tubos das classes K é dada pela seguinte expressão, em função do diâmetro nominal (DN)¹ (onde K é o número inteiro que identifica a classe: 9,10, 12):

$$T=K*(0,5+0,001DN)$$

Para os tubos flangeados com flanges soldadas ou roscadas, as classes de espessura aplicáveis são função do diâmetro nominal (DN)¹ e da pressão nominal (PN)⁷. Para a gama de diâmetro nominal (DN)¹ até 400 são indicadas espessuras das classes K9 e/ou K10 nos tubos de ponta lisa (ver quadro anterior). No caso dos tubos flangeados moldados com flanges, são especificados valores de espessura da classe K12, determinados pela fórmula anterior, em que K assume o valor de 12 (**Quadro 10**).

Podem ser fabricados tubos com outras espessuras para além das normalizadas, mediante acordo com o fabricante.

Diâmetro nominal, DN	Tipo de tubo	Pressão nominal PN	Classe de espessura da parede, T		
			K9	K10	K12
40 a 450	Com flanges soldadas	PN10, PN16, PN25, PN 40			
40 a 450	Com flanges roscadas				
40 a 600	Com flanges moldadas				

Quadro 10 – Dimensões dos tubos de ferro fundido flangeados fabricados de acordo com a norma EN 545 para as gamas de diâmetro nominal (DN) selecionadas

Os tubos de ferro fundido podem ser fornecidos com diversos comprimentos normalizados consoante o tipo de tubo e o diâmetro nominal (DN) ¹, que se indicam no **Quadro 11**. Podem, no entanto, ser acordados outros comprimentos na encomenda, por acordo entre o fabricante e o cliente.

Tipo de tubo	Diâmetro nominal, DN	Comprimento normalizado, L (m)
Tubos de boca e ponta lisa	40 e 50	3
	60 a 600	5 ou 5,5 ou 6
Tubos flangeados com as flanges soldadas ou roscadas	40 a 600	2 ou 3 ou 4 ou 5
Tubos flangeados com as flanges moldadas	40 a 2000	0,5 ou 1 ou 2 ou 3

Quadro 11- Comprimentos normalizados dos tubos de ferro fundido fornecidos de acordo com a EN 545 para gamas de diâmetro nominal (DN) seleccionadas

3. REVESTIMENTO DOS TUBOS

Os tubos de ferro fundido devem ser utilizados com um revestimento de proteção anticorrosiva, interior e exterior, geralmente, um revestimento de zinco metálico, com uma camada de acabamento para o exterior e um revestimento interior de argamassa de cimento. Podem, contudo, ser aplicados outros tipos de revestimento (**Quadro 12**).

Componente	Revestimentos exteriores	Revestimentos interiores
Tubos	• Zinco metálico (mín. 18 µm) com uma camada de acabamento de produto betuminoso ou de resina sintética compatível (mín. 70 µm)^{a)} • Tinta rica em zinco com uma camada de acabamento • Zinco metálico (mín. 28 µm) com uma camada de acabamento • Manga de polietileno (como complemento do revestimento anterior) • Liga 85Zn-15Al (mín. 60 µm) com uma camada de acabamento • Polietileno extrudido • Poliuretano • Argamassa de cimento com fibras (mín. 5 mm) • Fita adesiva	• Argamassa de cimento (4 mm a 9 mm de espessura, consoante o diâmetro)^{a)} • Tinta betuminosa • Argamassa de cimento mais espessa • Argamassa de cimento com um revestimento de selagem • Poliuretano
Juntas dos tubos	(pontas lisas) • Zinco metálico (mín. 18 µm) com uma camada de acabamento de produto betuminoso ou de resina sintética compatível (mín. 70 µm) ^a • Epóxico • Poliuretano	(flanges e bocas) • Tinta betuminosa ou de uma resina sintética aplicada ou não sobre um revestimento de zinco ^a • Epóxico, Poliuretano

Quadro 12 - Tipos de revestimentos que podem ser aplicados para a proteção anticorrosiva dos tubos de ferro fundido segundo a EN 545

4. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

Nos acessórios e componentes de ferro fundido fabricados de acordo com a EN 545, que apresentam os extremos (pontas) lisos, com bocas ou flanges, podendo ser utilizadas juntas flexíveis e juntas flangeadas com anéis vedantes.

No caso dos anéis de estanquidade serem de borracha devem satisfazer os requisitos da norma EN 681-1.

As flanges devem ter dimensões compatíveis com a norma EN 1092-9-2, de modo a assegurar a estanquidade das ligações entre todos os componentes com flanges (tubos, acessórios, válvulas, etc.).

5. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

As características da água que circula na tubagem são particularmente relevantes no comportamento à corrosão de qualquer tubagem metálica.

Para que o risco de corrosão das tubagens de ferro fundido com revestimento interior de argamassa, a água deve ser equilibrada e deverá respeitar os seguintes parâmetros:

- $\text{pH} > 7$ (ideal entre 7,5 e 8,5)
- $[\text{HCO}_3^-] > 122 \text{ mg/l}$
- $[\text{Ca}^{2+}] > 20 \text{ mg/l}$
- $[\text{O}_2] > 3 \text{ mg/l}$

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do Anexo IV desta Especificação Técnica.

6. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Aplica-se o disposto no ponto 6 da secção II.

6.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

6.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II.

6.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

6.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

6.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

6.6. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

7. COMPORTAMENTO AO FOGO

7.1. CLASSIFICAÇÃO DE REACÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 7.1 do ponto 7 da secção I.

7.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

7.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 7 da secção I.

8. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

9. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os tubos e acessórios utilizados em tubagens de ferro fundido para distribuição de água para consumo humano devem ser certificados, por entidade certificadora credenciada, em conformidade com as exigências estabelecidas no referencial normativo indicado na alínea 1.1 do ponto 1 desta secção. Os procedimentos a adotar na aquisição e instalação das tubagens de ferro fundido deverão ser os seguintes:

9.1. RECEÇÃO

Na fase de receção dos tubos e dos acessórios deve ser verificada a conformidade dos produtos com o documento de certificação. Essa verificação deve incluir a análise da marcação, que está aposta no próprio produto ou na sua embalagem, e a confirmação de que dela constam os mesmos elementos que são indicados no documento de certificação. Deve também proceder-se à inspeção visual das peças recebidas, de modo a verificar se existem defeitos, que possam afetar a qualidade do produto, nomeadamente defeitos nos revestimentos de proteção.

SECÇÃO IV - TUBAGEM DE COBRE (CU)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO AOS TUBOS E ACESSÓRIOS

EN 1057: 2008 + A1:2010

"Copper and copper alloys – Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications".

EN 13349: 2002

"Copper and copper alloys. Pre-insulated copper tubes with solid coverings".

prEN 1254

"Copper and copper alloys. Plumbing fittings. Part 1: Fittings with compression ends for capillary soldering or capillary brazing to copper tubes" (2007); "Part 2: Fittings with compression ends for use with copper tubes" (2007); "Part 5: Fittings with short ends for capillary brazing to copper tubes"(2007); Part 6: Fittings with push fit ends"(2011); Part 7: fittings with press ends for metallic tubes"(2004); Part 8: Fittings with press ends for use with plastics and multilayer pipes (2011)".

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO RELATIVO ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

"Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment"

EN 806

"Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – "Part 2.Design" (2005); "Part 3: Pipe sizing - Simplified method" (2006); Part 4: Installation" (2010).

EN 12502: 2004

"Protection of metallic materials against corrosion- Guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems- Part 1: General"; Part 2: Influencing factors for copper and copper alloys".

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

"Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests."

Especificação LNEC E 365-1990

"Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação".

1.4. REFERENCIAL NORMATIVO ADICIONAL

NP EN ISO 6509: 2002

“Corrosão de metais e ligas. Determinação da resistência à deszincificação do latão”

NP 4229:1993”

“Ligas de cobre. Ensaio do amoníaco para a resistência à corrosão sob tensão”

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

No **Quadro 13** apresenta-se a gama de fabrico usual de tubos de cobre de diâmetro exterior nominal entre 6 e 267 e espessuras entre 0,5mm e 3,0mm, variável com o diâmetro nominal (DN)¹. Indica-se a seguir as gamas de diâmetros nominais dos tubos para cada um dos três estados metalúrgicos:

- Recozido: diâmetro nominal (DN)¹ de 6 a 54
- Semi-endurecido: diâmetro nominal (DN)¹ de 6 a 66,7 ou 159, consoante as características mecânicas;
- Endurecido: diâmetro nominal (DN)¹ de 6 a 267.

A seleção da espessura dos tubos não é condicionada pela pressão admitida (uma vez que para qualquer espessura as pressões admissíveis são muito superiores às existentes em sistemas de distribuição de água em edifícios). Diferentes fatores devem ser considerados pelo projetista na seleção do tipo de tubos de cobre (em particular no que se refere ao estado metalúrgico e espessura), nomeadamente, a resistência mecânica e a capacidade de deformação e ainda fatores decorrentes duma análise de durabilidade / custo, tendo em conta as condições de corrosividade potencial do meio interior ou exterior à tubagem.

Os tubos no estado metalúrgico endurecido e semi- endurecido têm normalmente o comprimento de 3m ou 5m. Os tubos no estado metalúrgico recozido são fornecidos em rolos com 25m ou 30m de comprimento de tubo.

Diâmetro exterior nominal, DN	Espessura nominal (mm)												
	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6	X	R			R		R						
8	X	R			R		R						
10	X	R	R		R		R						
12	X	R	R		R		R						
14					R		R						
14,68			X										
15	X			X	R		R		X	X			
16			R		X		R		X				
18		X		X	R		R		X	X			
21,03		X				X				X			
22		X				R	R	R	R	R			
27,38						X							
28		X				R	R		R	R			
34,13								X					
35							R		R	R	X		
40							R						
40,48								X	R				
42							R		X	R	X		
53,39									R				
54							R			R	R		
64										X	R	X	
66,7							X		R	X	R	X	
70											X	X	
76,1										R	R	X	
80							X			X			
88,9											R	X	X
108									X	R	X	R	X
133										R	X		R
159										R	R		R
219													R
267													R

Quadro 13 - Gamas de diâmetros e espessuras nominais dos tubos de cobre (NP EN 1057:2008)

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

Os acessórios para tubos de cobre devem ser de cobre ou ligas de cobre (bronze ou latão), podendo ter um revestimento de superfície niquelado. Existem vários tipos de acessórios: acessórios para soldadura ou brasagem capilar com diferentes tipos de pontas de ligação, acessórios de compressão ou ainda acessórios por pressão e mistos (para estes últimos a normalização encontra-se em desenvolvimento).

Os acessórios de compressão podem ser de dois tipos A e B, conforme disponham, respetivamente, de anel de aperto ou de flanges, e ser fabricados com ou sem batente, para limitar a zona de inserção no tubo. Os acessórios do tipo A são indicados para tubos recozidos, mas para diâmetros superiores ou iguais a 18 mm deve ser utilizado um reforço interior do tubo. Os acessórios do tipo B são apenas adequados para aplicação em tubos recozidos e semiduros.

Em condições de utilização que possam promover fenómenos de corrosão seletiva (deszincificação), devido às características da água ou do meio envolvente, devem ser utilizados latões com um teor de zinco inferior a 10% e que quando sujeitos a ensaio, de acordo com a norma EN ISO 6509, demonstrem ser resistentes a este fenómeno.

Em caso de dúvida devem ser exigidos acessórios que satisfaçam esta propriedade. Os acessórios de latão resistentes à deszincificação podem ser classificados em dois graus de acordo com a profundidade de deszincificação após ensaio, grau A e B identificados por DRA e DRB, respetivamente. Nos casos em que as tubagens possam estar sujeitas a esforços mecânicos, os acessórios devem também ser resistentes à corrosão sob tensão, avaliada de acordo com a norma ISO 6957. O tipo de ligação de acessórios por compressão, soldadura ou brasagem por capilaridade condiciona os valores máximos de pressão admitidos nas tubagens, conforme indicado nos **Quadros 14, 15 e 16**. A utilização fora destas condições de pressão requer a consulta do fabricante.

Tipo de união	Tipos de ligas mais usuais para soldadura e brasagem em tubagens de água potável	Temperatura Máxima (° C)	Máxima pressão de acordo com o DN (bar)		
			DN> 6 a 34	DN >34 a 54	DN> 54 a 108
Soldadura	-Sn/Ag 95/5% -Sn/Cu (Cu min 0,3% e max 0,4%)	30	25	25	16
		65	25	16	16
		110	16	10	10
Brasagem	-Ag/Cu 55 a 40% Ag (sem Cd) -Cu/P 94/6% ou -Cu/P/Ag 92/6/2%	30	25	25	16
		110	16	10	10
Nota 1 - Pressões intermédias podem ser determinadas por interpolação					
Nota 2 - Para aplicações fora destas gamas de pressões deve ser consultado o fabricante dos acessórios					

Obs: Sn- estanho; Ag- prata; Cu- cobre; P- fósforo; Cd- cádmio

Quadro 14 – Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios para uniões por soldadura e brasagem capilar a diferentes temperaturas máxima (EN 1254-1:1998)

Tipo de ligas de brasagem	Temperatura máxima (° C)	Máxima pressão de acordo com o DN (bar)			
		DN 14,7 a 34	DN > 34 a 54	DN > 54 a 108	DN > 108 a 159
Ag/Cu 55 a 40% Ag (sem Cd)	65	25	25	16	5
Cu/P 94/6% ou Cu/P/Ag 92/6/2%	110	16	10	10	2
Nota 1 - Pressões intermédias podem ser determinadas por interpolação					
Nota 2 - Certos tipos de acessórios podem ser utilizados fora destes valores de pressão, nestes casos o fabricante deve ser consultado					

Quadro 15 - Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios de terminais curtos para uniões por soldadura e brasagem capilar, a diferentes temperaturas máximas (EN 1254-5:1998)

Temperatura máxima (°C)	Pressão máxima de acordo com o DN (bar)	
	DN 6 a 54	DN > 54 até 108
30	16	10
65	10	6
110	6	4
120	5	3
Nota 1 - Pressões intermédias podem ser determinadas por interpolação		
Nota 2 - Certos tipos de acessórios podem ser utilizados fora destes valores de pressão; nestes casos o fabricante deve ser consultado		

Quadro 16 – Pressão máxima em tubagens de cobre com acessórios para uniões por compressão a diferentes temperaturas máximas (EN1254-2:1998)

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

As características da água que circula na tubagem são particularmente relevantes no comportamento à corrosão de qualquer tubagem metálica.

As tubagens de cobre e ligas de cobre apresentam, em geral, um bom comportamento à corrosão em água potável. No entanto, a velocidade de circulação da água e alguns fatores de natureza química - pH, a alcalinidade, dureza e teor de sulfatos - podem condicionar o seu desempenho à corrosão. A temperatura de utilização não é, só por si, um fator condicionante da durabilidade das tubagens de cobre. No entanto, quando os parâmetros químicos e as velocidades de circulação da água se encontram fora dos limites recomendados, temperaturas superiores a 60°C podem acelerar os fenómenos de corrosão: (i) corrosão localizada por picadas, (ii) corrosão/erosão no cobre e suas ligas e (iii) corrosão seletiva nas ligas de cobre.

4.1. VALORES LIMITE PARA A VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO DA ÁGUA

Para que os fenómenos de corrosão sejam minimizados, as velocidades de circulação da água quente e fria devem ser, respetivamente, menores que 0,5 m/s e 2 m/s.

4.2. FATORES DE NATUREZA QUÍMICA

Os fatores químicos que numa água potável podem condicionar o desempenho à corrosão das tubagens de cobre e suas ligas são o pH, a alcalinidade, a dureza e o conteúdo de sulfatos.

Embora os nitratos sejam potencialmente agressivos para o cobre, normalmente não constituem problema na condução de água potável, desde que o teor deste elemento na água respeite os limites especificados na legislação em vigor (Decreto-Lei 306/2007).

Para que o risco de corrosão das tubagens de cobre seja mínimo, a água deve respeitar os seguintes parâmetros:

- pH > 7
- $60 \text{ mg/l} \leq [\text{HCO}_3^-] < 305 \text{ mg/l}$
- dureza > 60 mg/l CaCO_3
- $[\text{HCO}_3^-]/[\text{SO}_4^{2-}] \geq 2$ ([] em mmol/l)

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** desta Especificação Técnica.

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais, as recomendações dos fabricantes e as que constam do Anexo III, bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de cobre algumas disposições a observar relativamente à proteção contra corrosão, ao isolamento térmico, fixações, apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos e ainda requisitos básicos de proteção contra a corrosão.

No que se refere à proteção contra corrosão das tubagens metálicas a regra básica de não se permitir a mistura de materiais metálicos de natureza química diferente deve ser sempre respeitada. A prevenção da corrosão externa nos tubos de cobre, devido à boa resistência à corrosão do cobre e suas ligas não requer, nas condições usuais de funcionamento em edifícios, a aplicação de sistemas de proteção superficial. No entanto a corrosão externa pode ser fortemente influenciada pela qualidade das uniões, pelo que são necessários cuidados especiais na sua execução. Assim, na soldadura ou brasagem capilar só devem ser utilizados materiais adequados a este tipo de material e não devem ser utilizados fluxos de soldadura corrosivos, nem em quantidade excessiva que esorra para o interior da tubagem.

Em qualquer um dos tipos de instalação com ou sem embutimento deve prevenir-se o aparecimento de condições externas favoráveis à retenção de humidade junto dos tubos ou ao contacto periódico com água. Nas situações de embutimento deve proteger-se a tubagem do contacto com cal ou gesso ou outros materiais de construção que os contenham na sua constituição. Também nos ramais de ligação aos edifícios, quando as tubagens fiquem enterradas no solo devem ser tomadas precauções, tendo em conta a agressividade do solo e, em especial nestas situações, não devem ser utilizados acessórios não resistentes à deszincificação.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção I II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 17** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de cobre.

Diâmetro exterior (mm)	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
12	10	40	16,6	386	0,037	25	8	6	5
14	12					29	9	6	5
15	13					31	10	7	6
16	14					33	10	7	6
18	16					38	11	7	6
22	20					46	12	8	7
28	26					58	15	10	8
35	33					73	17	11	9
42	40					88	20	13	10
54	51,6					113	25	15	12

Quadro 17 – Perdas de calor através das tubagens de cobre

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 18** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de cobre. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

DN	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
≤ 22	1,25	2,50
>22 e ≤ 42	1,80	
> 42	2,50	

Quadro 18 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de cobre

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 74 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

LB – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS

Na ligação entre os diversos troços de tubagem e nas mudanças de direção deverão utilizar-se os métodos de união preconizados pelos respetivos fabricantes. No entanto, alguns tipos de tubagens, como sejam as de cobre em rolo, possibilitam que, em algumas situações, se possa prescindir de acessórios de união para obtenção das mudanças de direção, através da sua dobragem.

As dobragens deverão ser efetuadas com raios de curvatura amplos, em função dos diâmetros das tubagens, de forma a evitar a redução das suas secções, bem como a eventual introdução de tensões nessas zonas, as quais poderão dar lugar a reduções da sua resistência mecânica.

O **Quadro 19** indica os raios de curvatura mínimos para os diferentes diâmetros considerados, medidos em relação ao eixo dos tubos. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomenda-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados, sempre que estes sejam superiores aos aqui indicados.

DN	Raio de curvatura (mm)
6	30
8	35
10	40
12	45
14	50
15	55
16	60
18	70

Os raios de curvatura indicados são realizados com equipamento próprio para o efeito.

Quadro 19 – Raios de curvatura para os tubos de cobre

Para outras situações o raio de curvatura pode ser determinado através da expressão:

$$e_{\min} = \frac{2 \cdot R \cdot e}{2 \cdot R + D}$$

$e_{\min}$ – espessura da parede do tubo após a dobragem para a extensão máxima admissível

e – espessura inicial da parede do tubo

R – raio da curvatura

D – diâmetro exterior do tubo

5.8. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto no primeiro parágrafo da alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 7.1 do ponto 7 da secção I.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os tubos e acessórios utilizados em tubagens de cobre e suas ligas para distribuição de água para consumo humano devem ser certificados, por entidade certificadora credenciada, em conformidade com as exigências estabelecidas no referencial normativo indicado na alínea 1.1 do ponto 1 desta secção. Os procedimentos a adotar na aquisição e instalação das tubagens de cobre deverão ser os seguintes:

8.1. AQUISIÇÃO

Na fase de aquisição deve ainda indicar-se o estado metalúrgico pretendido e as dimensões (diâmetro e espessura).

8.2. RECEÇÃO

Na fase de receção dos tubos e dos acessórios deve ser verificada a conformidade dos produtos com o documento de certificação. Esta verificação deve incluir a análise da marcação, que está aposta no próprio produto ou na sua embalagem, e a confirmação de que dela constam os mesmos elementos que são indicados no documento de certificação. Deve também proceder-se à inspeção visual das peças recebidas, de modo a verificar se existem defeitos, que possam afetar a qualidade do produto; num exame visual, sem amplificação, não devem existir esmagamentos, danos físicos na superfície (riscos ou sulcos profundos) e vestígios de oxidação ou corrosão.

8.3. INSTALAÇÃO

Na fase de instalação da tubagem deve ser tida em consideração a informação que consta do ponto 5 desta secção. Como uma das causas mais comuns das anomalias que ocorrem nestes sistemas de tubagem resulta de uma execução deficiente das juntas, os procedimentos de execução devem ser objeto de verificação. Deve ser também verificada a conformidade dos produtos utilizados nas uniões por soldadura ou brasagem, os quais não devem conter nem cádmio (Cd) nem chumbo (Pb).

No ensaio de estanquidade em obra, após instalação, não deve ser permitida a utilização de água que não seja potável e deve garantir-se que após o ensaio a tubagem fica completamente cheia. Em alternativa o ensaio deve ser feito com ar seco.

SECÇÃO V - TUBAGEM DE POLICLORETO DE VINILO (PVC-U)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E A ACESSÓRIOS

EN ISO 1452

“Plastic piping systems for water and for buried and above-ground drainage and sewage under pressure – Unplasticized poly(vinylchloride) (PVC-U). Part 1: General (2009); “Part 2: Pipes” (2009); “Part: 3 Fittings” (2010); “Part 4: Valves” (2009); “Part 5: Fitness for purpose of the system” (2010).”

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); “Part 4: Installation” (2010).”

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

No **Quadro 20** apresenta-se a gama de fabrico usual até ao diâmetro exterior nominal 200 e até à pressão nominal (PN)⁷ de 10 bar. Os tubos estão classificados não só pela pressão nominal (PN)⁷, mas também pela razão dimensional padrão (SDR)⁸ e pela série de tubo (S)⁹.

Os tubos têm normalmente o comprimento de 3m, 6m ou 12m. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o fabricante e o cliente.

Diâmetro nominal	Espessura nominal			
	Série			
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)
	Pressão nominal, PN (bar), para o coeficiente de segurança C=2,5			
		PN 6	PN 8	PN 10
32	-	-	1,5	1,6
40		1,5	1,6	1,9
50		1,6	2,0	2,4
63		2,0	2,5	3,0
75		2,3	2,9	3,6
90		2,8	3,5	4,3
	Pressão nominal, PN (bar), para o coeficiente de segurança C=2,0			
	PN6	PN 8	PN 10	
110	2,7	3,4	4,2	-
125	3,1	3,9	4,8	
140	3,5	4,3	5,4	
160	4,0	4,9	6,2	
180	4,4	5,5	6,9	
200	4,9	6,2	7,7	

Quadro 20 – Gama de diâmetros e de espessuras nominais (e_n) dos tubos PVC-U (NP EN 1452-2:2002)

3. TIPOS DE JUNTAS E DE ACESSÓRIOS

Os acessórios para esta tubagem são, geralmente, também de policloreto de vinilo. A união tubo/tubo ou tubo/acessório faz-se por meio de abocardamento liso para colar ou por abocardamento com anel de estanquidade, em borracha.

Para permitir a ligação, uma das pontas do tubo ou do acessório é lisa e a outra dispõe de um abocardo.

As varas de tubo podem também apresentar as duas pontas lisas, sendo a ligação entre dois tubos assegurada por um acessório com abocardo em cada uma das extremidades a ligar aos tubos.

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma extremidade munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

A utilização de sistemas de tubagem de policloreto de vinilo em condutas de distribuição de água deve restringir-se a temperaturas não superiores a 25°C. Admitem-se subidas acidentais da temperatura até aos 45°C. No caso da sua utilização a temperaturas superiores a 25°C e desde que inferiores a 45°C, a pressão de funcionamento admissível (PFA) ⁴ terá de ser inferior à pressão nominal (PN) ⁷, mediante a aplicação de fator de correção adequado, conforme ilustrado na **Figura 2** (NP EN 1452-2).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

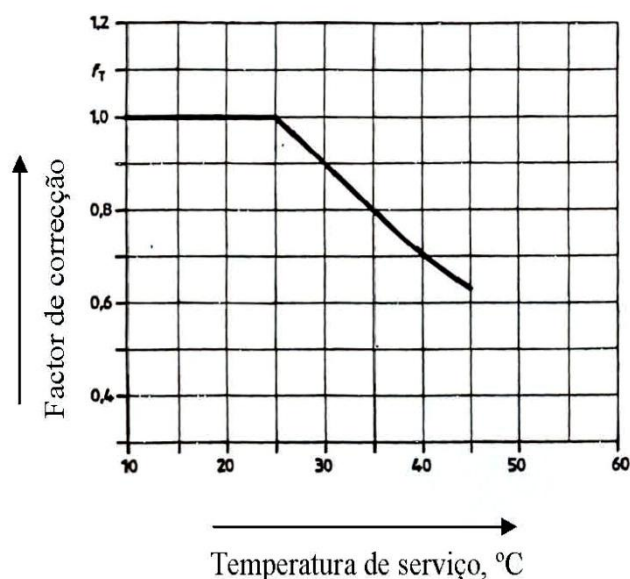


Figura 2 – Fator de correção da pressão de funcionamento admissível (PFA)

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes. Deve também ter-se em consideração o conteúdo das normas referidas na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de policloreto de vinilo, algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações, apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 21** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as tubagens de policloreto de vinilo. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
$12 \leq DN \leq 20$	0,75	1,00
$25 \leq DN \leq 32$	1,00	1,50
$40 \leq DN \leq 50$	1,50	2,00
$63 \leq DN \leq 200$	2,00	2,00

Quadro 21 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PVC-U

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 34 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

LB – braço flexível (m)

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO**6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO**

De acordo com os critérios estabelecidos na norma portuguesa NP EN 13501-1:2004, os tubos de policloreto de vinilo poderão obter as classificações europeias de reação ao fogo B a E (ou mesmo F).

As melhores classificações (B ou C) só se obtêm com produtos ignifugados.

De acordo com os referidos critérios os tubos de policloreto de vinilo poderão obter as classes de fumo s1 a s3 e as classes de queda de gotas ou de partículas inflamadas d0 a d2.

A classificação europeia de reação ao fogo é obrigatória para produtos (ou famílias de produtos) objeto de marcação CE, e será a adotada na futura regulamentação nacional de segurança contra incêndio (em preparação).

Em qualquer dos sistemas de classificação (nacional ou europeu), eventuais revestimentos de isolamento térmico, se de natureza orgânica, podem apresentar classes de reação ao fogo variadas e, eventualmente, conduzir ao agravamento da classificação global (tubagem + isolamento térmico).

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

A tubagem de policloreto de vinilo para distribuição de água para consumo humano, deve ser certificada de modo a assegurar a conformidade com as exigências estabelecidas no referencial normativo indicado na alínea 1.1 do ponto 1 desta secção, devendo essa certificação ser complementada com a verificação da ausência de potenciais efeitos nocivos na qualidade da água, por entidade certificadora competente (Despacho nº 1726/2006 de 23 de Dezembro de 2005, publicado no DR nº 16, de 23 de Janeiro de 2006 - 2ª série). Os procedimentos a adotar na aquisição e instalação das tubagens de policloreto de vinilo deverão ser os seguintes:

8.1. RECEÇÃO

Na fase de receção dos tubos e dos acessórios deve ser verificada a conformidade dos produtos com o documento de certificação. Essa verificação deve incluir a análise da marcação que está aposta no próprio produto ou na sua embalagem, e a confirmação de que dela constam os mesmos elementos que são indicados no documento de certificação. Deve também proceder-se à inspeção visual das peças recebidas, de modo a verificar se existem defeitos, que possam afetar a qualidade do produto; num exame visual, sem amplificação, não devem encontrar-se irregularidades das superfícies, tais como estrias, riscos, bolhas, nódulos, impurezas ou quaisquer outros defeitos; as extremidades dos tubos e dos acessórios devem ter a secção transversal perpendicular ao eixo e não devem apresentar rebarbas ou qualquer outra imperfeição.

8.2. INSTALAÇÃO

Na fase de instalação da tubagem deve ser tida em consideração a informação que consta do ponto 5 desta secção. Particular atenção deverá ser dada à execução das juntas, as quais são uma das causas mais comuns das anomalias que ocorrem nestes sistemas de tubagem, em resultado de uma execução deficiente.

SECÇÃO VI - TUBAGEM DE POLIETILENO (PE)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E A ACESSÓRIOS

NP EN 12201

“Sistemas de tubagens em plástico para abastecimento de água. Polietileno (PE). Parte 1: Aspectos gerais” (2004); “Parte 2: Tubos” (2004); “Parte 5: Aptidão ao uso do sistema” (2004).

EN 12201-3:2003

“Plastics piping systems for water supply. Polyethylene (PE). Part 3: Fittings” (2003); « Part 4: Valves” (2001).

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part; “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

No **Quadro 22** apresenta-se a gama de fabrico usual até ao diâmetro exterior nominal 200 e até à pressão nominal (PN) ⁷ de 16 bar. Os tubos estão classificados não só pela pressão nominal (PN) ⁷, mas também pela razão dimensional padrão (SDR) ⁸ e pela série de tubo (S) ⁹.

Os tubos são fornecidos em varas ou em rolos. As varas têm geralmente o comprimento de 3m, 6m ou 12m. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o fabricante e o cliente. Os rolos têm comprimento variável em função do diâmetro dos tubos, sendo normalmente fornecidos até ao diâmetro nominal (d_n) ¹ 110mm, já que para maiores diâmetros não são suficientemente flexíveis.

Diâmetro nominal	S 5 SDR 11	S 6,3 SDR 13,6	S 8 SDR 17	S 8,3 SDR 17,3	S 10 SDR 21	S 12,5 SDR 26
	Pressão nominal, PN (bar)					
PE 63	PN 10	PN 8	-	PN 6	PN 5	PN 4
PE 80	PN 12,5	PN 10	PN 8	-	PN 6	PN 5
PE 100	PN 16	PN 12,5	PN 10	-	PN 8	PN 6
16	-	-	-	-	-	-
20	2,0	-	-	-	-	-
25	2,3	2,0	-	-	-	-
32	3,0	2,4	2,0	2,0	-	-
40	3,7	3,0	2,4	2,3	2,0	-
50	4,6	3,3	3,0	2,9	2,4	2,0
63	5,8	4,7	3,8	3,6	3,0	2,5
75	6,8	5,6	4,5	4,3	3,6	2,9
90	8,2	6,7	5,4	5,1	4,3	3,5
110	10,0	8,1	6,6	6,3	5,3	4,2
125	11,4	9,2	7,4	7,1	6,0	4,8
140	12,7	10,3	8,3	8,0	6,7	5,4
160	14,6	11,8	9,5	9,1	7,7	6,2
180	16,4	13,3	10,7	10,2	8,6	6,9
200	18,2	14,7	11,9	11,4	9,6	7,7

Os tubos são normalmente pretos ou pretos com riscas longitudinais azuis.

Quadro 22 – Gama de dimensões dos tubos de PE (NP EN 12201-2:2004)

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

Os tipos de junta usuais na união de tubos de polietileno são as seguintes:

- Soldadura topo a topo, com ou sem material de adição,
- Soldadura com acessórios electrossoldáveis,
- Soldadura com manga auxiliar de polietileno,
- Ligação com acessórios mecânicos, que podem ser fabricados com materiais plásticos ou metálicos; estes acessórios estão munidos de anéis de borracha destinados a assegurar a estanquidade das uniões.

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma das extremidades munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

A utilização de sistemas de tubagem de polietileno em condutas de distribuição de água deve restringir-se a temperaturas não superiores a 25°C. Admitem-se subidas acidentais da temperatura até aos 40°C. No caso da sua utilização a temperaturas superiores a 25°C e desde que inferiores a 40°C, a pressão de funcionamento admissível (PFA) ⁴ terá de ser inferior à pressão nominal (PN) ⁷, mediante a aplicação de fator de correção adequado, conforme consta do **Quadro 23** (NP EN 12201-1).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

Temperatura, °C	Factor de correlação
20	1,0
30	0,87
40	0,74

Quadro 23 – Fator de correlação para tubos de PE

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes. Deve também ter-se em consideração o conteúdo das normas referidas na alínea 1.2. do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de polietileno, algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações, apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 24** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de polietileno. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
32	0,50	1,20
40	0,50	1,20
50	0,80	1,20
56	0,80	1,50
63	0,80	1,50
75	0,80	1,50
90	1,00	2,00
110	1,50	2,00
125	1,50	2,00

Quadro 24 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PE

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 27 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 7 da secção I, adicionando-se a indicação dos tubos de polietileno não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção V.

SECÇÃO VII - TUBAGEM DE POLIPROPILENO (PP)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS

EN ISO 15874:2003 + A1:2007

“Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polypropylene (PP). Part 1: General; Part 2: Pipes; Part 3: Fittings”.

NP EN ISO 15874-5:2005

“Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polipropileno (PP), Parte 5: Aptidão ao uso do sistema”

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

NP ENV 12108: 2006

“Sistemas de tubagens de plástico – Práticas e técnicas recomendadas para a instalação de sistemas de tubagens sobre pressão para água quente e fria destinados a consumo humano, no interior da estrutura de edifícios”.

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); “Part 4: Installation”(2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Nos **Quadros 25 a 28** apresenta-se a gama de fabrico que consta da norma europeia.

Os tubos apresentam cores diversas (bege, verde, cinzento, etc.) e são normalmente fornecidos em varas com os comprimentos de 3m ou de 6m. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o cliente e o fabricante.

Diâmetro nominal	Espessura nominal			
	Série			
	S 5	S 3,2	S 2,5	S 2
12	1,8	1,8	2,0	2,4
16	1,8	2,2	2,7	3,3
20	1,9	2,8	3,4	4,1
25	2,3	3,5	4,2	5,1
32	2,9	4,4	5,4	6,5
40	3,7	5,5	6,7	8,1
50	4,6	6,9	8,3	10,1
63	5,8	8,6	10,5	12,7
75	6,8	10,3	12,5	15,1
90	8,2	12,3	15,0	18,1
110	10,0	15,1	18,3	22,1
125	11,4	17,1	20,8	25,1
140	12,7	19,2	23,3	28,1
160	14,6	21,9	26,6	32,1

Quadro 25 – Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe A (NP EN 15874-2:2003 diâmetros baseados de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal			
	Série			
	S 5	S 3,2	S 2,5	S 2
10	1,8	1,8	1,8	2
12	1,8	1,8	2	2,4
15	1,8	2	2,5	3
18	1,8	2,4	3	3,6
22	2	3	3,7	4,4
28	2,5	3,8	4,7	5,6
35	3,2	4,8	5,8	7

Quadro 26 – Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe B1 (NP EN158742:2003 – diâmetros baseados de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal	Série
14,7	1,6	4,1
21	2,05	4,6
27,4	2,6	4,8
34	3,15	4,9

Quadro 27 – Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe B2 (NP EN 15874-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal	Série
14	2,0	3,0
15	2,0	3,2
16	2,0	3,5
17	2,0	3,8
18	2,0	4,0
20	2,0	4,5

Quadro 28 – Gama de dimensões dos tubos de PP para a classe C (NP EN 15874-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)

Estes tubos são classificados, na normalização europeia, pela sua série de tubo (S)⁹. A seleção de um tubo pelo valor da série é feita com base na classe de aplicação e na pressão de projeto (P_D)⁵, que pode ser 4 bar, 6 bar, 8 bar ou 10 bar. No ponto 8 desta secção indica-se o procedimento a seguir para a seleção da série.

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

A ligação entre tubos é feita com o auxílio de acessórios, de material plástico que, de acordo com o previsto na normalização europeia, podem ser dos seguintes tipos:

- Electrossoldável,
- Com abocardo para soldadura,
- Mecânicos, que podem ser fabricados com materiais plásticos ou metálicos; estes acessórios estão munidos de anéis de borracha para assegurar a estanquidade da união.

A situação mais usual corresponde ao uso de acessórios de polipropileno com abocardo para soldadura.

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma das extremidades munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

Os sistemas de tubagem de polipropileno são destinados à distribuição de água quente e fria e a circuitos de aquecimento. Os requisitos que são feitos a estes sistemas de tubagem de materiais plásticos são baseados no pressuposto de que durante o seu uso se respeitarão as condições correspondentes a uma das quatro *classes de aplicação* que constam do **Quadro 29**.

Cada classe de aplicação corresponde a condições de uso tipo, para um tempo de vida útil de 50 anos. Note-se que aquelas quatro classes de aplicação são referidas nas normas europeias como elemento orientador não sendo, contudo, obrigatórias. No entanto, constata-se que esta classificação é seguida pela generalidade dos fabricantes com a vantagem que tal atitude tem em termos de uniformização de classificações e de características dos produtos. Refere-se, contudo, que em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C. Como se vê, pela análise do **Quadro 29**, a temperatura de projeto (T_D)¹⁰ varia segundo a classe de aplicação. Admite-se que o sistema possa ser sujeito a uma temperatura máxima, superior à temperatura de projeto (T_D)¹⁰, desde que tal ocorra em períodos interpolados e que somados não excedam 1 ano do período da vida útil do sistema, que se fixa em 50 anos. A temperatura de 95°C, para a distribuição de água, e a temperatura de 100°C, para o aquecimento, são consideradas temperaturas de mau funcionamento, que só são admissíveis em períodos interpolados, cuja duração total não exceda as 100 horas, no período da vida útil do sistema. Todos os sistemas que satisfaçam as condições das classes que constam do **Quadro 29** são adequados à condução de água fria, para um tempo de vida útil de 50 anos, sendo a pressão de funcionamento admissível (PFA)⁴ de 10 bar. Cada classe de aplicação deve ser combinada com a pressão de projeto (P_D)⁵ do tubo ou do acessório.

Essa informação deve ser dada pelo fabricante e é elemento de inscrição obrigatória na marcação do componente (ex.: classe 2/6 bar).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** desta Especificação Técnica.

Classe de aplicação	Temperatura de projecto T_D (°C)	Tempo à temperatura T_D (anos)	Temperatura máxima, $T_{m\acute{a}x}$ (°C)	Tempo à temperatura $T_{m\acute{a}x}$ (anos)	Temperatura de mau funcionamento, T_{mal} (°C)	Tempo à temperatura T_{mal} (horas)
1 <i>Distribuição de água quente (60°C)</i>	60	49	80	1	95	100
2 a) <i>Distribuição de água quente (70°C)</i>	70	49	80	1	95	100
4 <i>Aquecimento instalado sob o pavimento e Aquecimento central com radiadores a baixa temperatura</i>	20 mais 40 mais 60	2,5 mais 20 mais 25	70	2,5	100	100
5 <i>Aquecimento central com radiadores a alta temperatura</i>	20 mais 60 mais 80	14 mais 25 mais 10	90	1	100	100

a) Em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C

Quadro 29 – Classes de aplicação e condições de serviço

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes, bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de polipropileno algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 30** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de PP-R.

Diâmetro nominal	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
16	10,6	40	16,6	0,24	0,037	27	9	7	6
20	13,2					32	11	8	6
25	16,6					38	12	9	7
32	21,2					46	15	10	8
40	26,6					53	17	11	9
50	33,2					61	20	13	10
63	42					70	24	16	12
75	50					76	27	18	14
90	60					83	31	20	15
110	73,2					90	35	23	18

Quadro 30 – Perdas de calor através das tubagens de PP-R

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 31** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de PP-R. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)			
	Temperatura da água (°C)			
	20	40	60	80
20	0,80	0,70	0,65	0,60
25	0,85	0,85	0,75	0,70
32	1,00	0,95	0,85	0,75
40	1,10	1,05	0,95	0,85
50	1,25	1,15	1,05	0,90
63	1,40	1,30	1,20	1,05
75	1,55	1,45	1,30	1,15
90	1,70	1,60	1,50	1,45
110	1,90	1,80	1,60	1,55

Quadro 31 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PP-R

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

Para PP-H:

$$L_B = 30 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

Para PP-B:

$$L_B = 20 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

Para PP-R:

$$L_B = 20 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

LB – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I, adicionando-se a indicação dos tubos de polipropileno não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção V.

9. SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS

Nos **Quadros 32 a 34** apresentam-se, para as diferentes classes de aplicação e para os diferentes valores da pressão de projeto (P_D)⁵, os valores do parâmetro designado por *série calculada máxima*, $S_{calc.max.}$, para os três tipos de polipropileno usados no fabrico destes tubos, a saber polipropileno homopolímero (PP-H), polipropileno bloco (PP-B) e polipropileno random (PP-R). A dedução dos valores de $S_{calc.max.}$ está feita no Anexo A da EN ISO 15874-2:2003.

O valor da série de tubo (S)⁹ a seleccionar deve ser escolhido a partir dos valores de $S_{calc.max.}$ que constam dos **Quadros 30 a 32**, conforme aplicável, com a condição de $S \leq S_{calc.max.}$

Pressão de projecto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
	$S_{calc.max.}$			
4	6,3	5,0	6,3	4,6
6	4,8	3,3	5,4	3,0
8	3,6	2,5	4,1	2,3
10	2,9	2,0	3,2	1,8

Quadro 32 – Valores de $S_{calc.max.}$ para tubos de PP-H (EN ISO 15874-2:2003)

Pressão de projecto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
	$S_{calc.max.}$			
4	4,2	3,0	4,9	3,0
6	2,8	2,0	3,3	2,0
8	2,1	1,5	2,4	1,5
10	1,7	1,2	2,0	1,2

Quadro 33 – Valores de $S_{calc.max.}$ para tubos de PP-B (EN ISO 15874-2:2003)

Pressão de projecto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
	$S_{cal,max}$			
4	6,9	5,3	6,9	4,8
6	5,2	3,6	5,5	3,2
8	3,9	2,7	4,1	2,4
10	3,1	2,1	3,3	1,9

Quadro 34 – Valores de $S_{cal,max}$ para tubos de PP-R (EN ISO 15874-2:2003)

Exemplos:

Para um tubo de PP-H e para a classe de aplicação 1:

- Para uma pressão de serviço (SP) ⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 6,3; para tubos da classe dimensional A, todas as séries podem ser utilizadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja a S 5.
- Para uma pressão de operação (OP) ³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 1,7; para tubos da classe dimensional B1, pelo que nenhuma série é adequada.

Para um tubo de PP-B e para a classe de aplicação 2:

- Para uma pressão de serviço (SP) ⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 4,2; para tubos da classe dimensional A, só todas as séries, exceto a S5 são adequadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja pela S3.2.
- Para uma pressão de operação (OP) ³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 3,1; para tubos da classe dimensional B1, só as séries S 2,5 e S 2 são adequadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja pela S2,5

Para um tubo de PP-R e para a classe de aplicação 1:

- Para uma pressão de serviço (SP) ⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 6,9; para tubos da classe dimensional A, todas as séries podem ser utilizadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja a S 5.
- Para uma pressão de operação (OP) ³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 3,1; para tubos da classe dimensional B1, só as séries S 2,5 e S 2 são adequadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja pela S2,5.

SECÇÃO VIII - TUBAGEM DE POLIETILENO RETICULADO (PE-X)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS

EN ISO 15875: 2003 + A1:2007

“Plastics piping systems for hot and cold water installations. Crosslinked polyethylene (PE-X), Part 1: General”; “Part 2: Pipes”, “Part 3: Fittings”.

NP EN ISO 15875-5: 2005

“Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 5: Aptidão ao uso do sistema”.

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

NP ENV 12108: 2006

“Sistemas de tubagens de plástico – Práticas e técnicas recomendadas para a instalação de sistemas de tubagens sobre pressão para água quente e fria destinados a consumo humano, no interior da estrutura de edifícios”.

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); “Part 4: Installation”(2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Nos Quadros 35 a 38 apresenta-se a gama de fabrico que consta da norma europeia.

Os tubos têm cores diversas (branco, preto, etc.) e são fornecidos em rolos ou em varas de 3m ou de 6m, conforme a sua flexibilidade. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o cliente e o fabricante.

Diâmetro nominal	Espessura nominal			
	Série			
	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
12	-	1,3	1,4	1,7
16	1,3	1,5	1,8	2,2
20	1,5	1,9	2,3	2,8
25	1,9	2,3	2,8	3,5
32	2,4	2,9	3,6	4,4
40	3,0	3,7	4,5	5,5
50	3,7	4,6	5,6	6,9
63	4,7	5,8	7,1	8,6
75	5,6	6,8	8,4	10,3
90	6,7	8,2	10,1	12,3
110	8,1	10,0	12,3	15,1
125	9,2	11,4	14,0	17,1
140	10,3	12,7	15,7	19,2
160	11,8	14,6	17,9	21,9

Quadro 35 – Gama de dimensões de PE-X para a classe A (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros de acordo com ISO 4065, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal
10	1,5
	1,8
12	1,5
	2,0
15	1,5
	2,5
18	1,7
	2,5
22	2,0
	3,0
28	2,6
	4,0

Quadro 36 – Gama de dimensões de PE-X para a classe B1 (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal
14,7	1,6
21	2,05
27,4	2,6
34	3,15

Quadro 37 – Gama de dimensões de PE-X para a classe B2 (EN ISO 15875-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal
12	2,0
14	2,0
15	2,0
16	2,0
17	2,0
18	2,0
20	2,0

Quadro 38 – Gama de dimensões de PE-X para a classe C (EN ISO 15875-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)

Estes tubos são classificados, na normalização europeia, pela sua série de tubo (S) 9. A seleção de um tubo pelo valor da série é feita com base na classe de aplicação e na pressão de projeto (PD) 5, que pode ser 4 bar, 6 bar, 8 bar ou 10 bar. No ponto 8 desta secção indica-se o procedimento a seguir para a seleção da série.

3. TIPOS DE JUNTAS E DE ACESSÓRIOS

A ligação entre tubos é normalmente feita com acessórios mecânicos de metal, geralmente de latão. A norma EN ISO 15875-3 prevê também o uso de acessórios de materiais plásticos, não sendo, contudo, esta solução usual. Os acessórios podem ser do tipo “compressão” e “pressão”.

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma das extremidades munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

Os sistemas de tubagem de polietileno reticulado são destinados à distribuição de água quente e fria e a circuitos de aquecimento. Os requisitos que são feitos a estes sistemas de tubagem de materiais plásticos são baseados no pressuposto de que durante o seu uso se respeitarão as condições correspondentes a uma das quatro classes de aplicação que constam do **Quadro 39**. Cada classe de aplicação corresponde a condições de uso tipo, para um tempo de vida útil de 50 anos. Note-se que aquelas quatro classes de aplicação são referidas nas normas europeias como elemento orientador, não sendo, contudo, obrigatórias. No entanto, constata-se que esta classificação é seguida pela generalidade dos fabricantes com a vantagem que tal atitude tem em termos de uniformização de classificações e de características dos produtos.

Refere-se, contudo, que em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C. Como se vê, pela análise do Quadro 37, a temperatura de projeto (T_D)¹⁰ varia segundo a classe de aplicação. Admite-se que o sistema possa ser sujeito a uma temperatura máxima, superior à temperatura de projeto (T_D)¹⁰, desde que tal ocorra em períodos interpolados e que somados não excedam 1 ano do período da vida útil do sistema, que se fixa em 50 anos. A temperatura de 95°C, para a distribuição de água, e a temperatura de 100°C, para o aquecimento, são consideradas temperaturas de mau funcionamento, que só são admissíveis em períodos interpolados, cuja duração total não exceda as 100 horas, no período da vida útil do sistema. Todos os sistemas que satisfaçam as condições das classes que constam do **Quadro 40** são adequados à condução de água fria, para um tempo de vida útil de 50 anos, sendo a pressão de funcionamento admissível (PFA)⁴ de 10 bar. Cada classe de aplicação deve ser combinada com a pressão de projeto (P_D)⁵ do tubo ou do acessório. Essa informação deve ser dada pelo fabricante e é elemento de inscrição obrigatória na marcação do componente (ex.: classe 2/6 bar).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** desta Especificação Técnica.

Classe De aplicação	Temperatura de projecto T_D (°C)	Tempo à temperatura T_D (anos)	Temperatura máxima, $T_{máx}$ (°C)	Tempo à temperatura $T_{máx}$ (anos)	Temperatura de mau funcionamento, T_{mal} (°C)	Tempo à temperatura T_{mal} (horas)
1 <i>Distribuição de água quente (60°C)</i>	60	49	80	1	95	100
2 a) <i>Distribuição de água quente (70°C)</i>	70	49	80	1	95	100
4 <i>Aquecimento instalado sob o pavimento e Aquecimento central com radiadores a baixa temperatura</i>	20 mais 40 mais 60	2,5 mais 20 mais 25	70	2,5	100	100
5 <i>Aquecimento central com radiadores a alta temperatura</i>	20 mais 60 mais 80	14 mais 25 mais 10	90	1	100	100

a) Em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C.

Quadro 39 – Classes de aplicação e condições de serviço

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de polietileno reticulado algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações, apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 40** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de polietileno reticulado da série S3,2.

Diâmetro nominal	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
12	8,4	40	16,6	0,38	0,037	23	8	6	5
16	11,6					30	10	7	6
20	14,4					36	11	8	6
25	18,0					44	13	9	7
32	23,2					54	15	10	8
40	29,0					65	18	12	9
50	36,2					77	22	14	11
63	45,8					91	26	16	13
75	54,4					102	30	19	14
90	65,4					115	34	21	16
110	79,8					129	40	25	19

Quadro 40 – Perdas de calor através das tubagens de PE-X

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 41** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de polietileno reticulado. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)			
	Água fria		Água quente	
	Suporte	Amarração	Suporte	Amarração
DN ≤ 16	0,75	0,60	0,40	0,25
16 < DN ≤ 20	0,80	0,70	0,50	0,30
20 < DN ≤ 25	0,85	0,80	0,60	0,35
25 < DN ≤ 32	1,00	0,90	0,65	0,40
32 < DN ≤ 40	1,10	1,10	0,80	0,50
40 < DN ≤ 50	1,25	1,25	1,00	0,60
50 < DN ≤ 63	1,40	1,40	1,20	0,75
63 < DN ≤ 75	1,50	1,50	1,30	0,90
75 < DN ≤ 90	1,65	1,65	1,45	1,10
90 < DN ≤ 110	1,90	1,85	1,60	1,30

Para tubagens em posição vertical, os valores relativos aos afastamentos entre abraçadeiras podem ser multiplicados por 1,3.

Quadro 41 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PE-X

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 12 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS

Na ligação entre os diversos troços de tubagem e nas mudanças de direção deverão utilizar-se os métodos de união preconizados pelos respetivos fabricantes.

No entanto, alguns tipos de tubagens, como sejam as de polietileno reticulado, possibilitam que em algumas situações, se possa prescindir de acessórios de união para obtenção das mudanças de direção, através da sua dobragem.

As dobragens deverão ser efetuadas com raios de curvatura amplos, em função dos diâmetros das tubagens, de forma a evitar a redução das suas secções, bem como a eventual introdução de tensões nessas zonas, as quais poderão dar lugar a reduções da sua resistência mecânica.

O **Quadro 42** indica os raios de curvatura mínimos para os diferentes diâmetros considerados, medidos em relação ao eixo dos tubos. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomenda-se a

consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados, sempre que estes sejam superiores aos aqui indicados.

Para outras situações o raio de curvatura pode ser determinado através da expressão:

$$e_{\min} = \frac{2 \cdot R \cdot e}{2 \cdot R + D}$$

$e_{\min}$ – espessura da parede do tubo após a dobragem para a extensão máxima admissível

e – espessura inicial da parede do tubo

R – raio da curvatura

D – diâmetro exterior do tubo

DN	Raio de curvatura (mm)		
	Dobragem a quente	Dobragem a frio	
		Com ferramenta	Sem ferramenta
10	20	30	45
12	25	30	60
15	35	45	75
16	36	65	78
18	40	70	90
20	45	90	100
22	50	-	110
25	55	-	125
28	65	-	140

Quadro 42 – Raios de curvatura para os tubos PE-X

5.8. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I, adicionando-se a indicação dos tubos de Polietileno Reticulado não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção V.

9. SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS

No **Quadro 41** apresentam-se, para as diferentes classes de aplicação e para os diferentes valores da pressão de projeto (P_D)⁵, os valores do parâmetro designado por série calculada máxima, $S_{cal,max}$, para o polietileno reticulado. A dedução dos valores de $S_{cal,max}$ está feita no Anexo A da EN ISO 15875-2:2003.

O valor da série de tubo (S)⁹, a seleccionar deve ser escolhido a partir dos valores de $S_{cal,max}$ que constam do **Quadro 43**, com a condição de $S \leq S_{cal,max}$.

Pressão de projecto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
	$S_{cal,max}$			
4	7,6	7,6	7,6	7,6
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

Quadro 43 – Valores de $S_{cal,max}$ para tubos de PE-X (EN ISO 15875-2:2003)

Exemplo:

Para um tubo de polietileno reticulado e para a classe de aplicação 1:

- Para uma pressão de serviço (SP)⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 7,6; para tubos da classe dimensional A, todas as séries podem ser utilizadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja a S 6,3.
- Para uma pressão de operação (OP)³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 3,8; para tubos da
- Classe dimensional B1, são adequados todos os tubos que tenham um $S \leq 3$.

SECÇÃO IX - TUBAGEM DE POLICLORETO DE VINILO CLORADO (PVC-C)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS

EN ISO 15877 + A1

“Plastics piping systems for hot and cold water installations. Chlorinated poly(vinyl chloride) (PVC-C), Part 1: General” (2010); “Part 2: Pipes” (2010); “Part 3: Fittings” (2010); “Part 5: Fitness for purpose of the system” (2010) .

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

NP ENV 12108: 2006

“Sistemas de tubagens de plástico – Práticas e técnicas recomendadas para a instalação de sistemas de tubagens sobre pressão para água quente e fria destinados a consumo humano, no interior da estrutura de edifícios”.

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

No **Quadro 44** apresenta-se a gama de fabrico que consta da norma europeia.

Os tubos têm cores diversas (cinza claro, branco, etc) e são normalmente fornecidos em varas de 3m ou de 6 m. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o cliente e o fabricante.

Estes tubos são classificados, na normalização europeia, pela sua série de tubo (S)⁹. A seleção de um tubo pelo valor da série é feita com base na classe de aplicação e na pressão de projeto (P_D)⁵ que pode ser 4 bar, 6 bar, 8 bar ou 10 bar. No ponto 8 desta secção indica-se o procedimento a seguir para a seleção da série.

Diâmetro nominal	Espessura nominal		
	Série		
	S 6,3	S 5	S 4
12	1,4	1,4	1,4
14	1,4	1,4	1,6
16	1,4	1,5	1,8
20	1,5	1,9	2,3
25	1,9	2,3	2,8
32	2,4	2,9	3,6
40	3,0	3,7	4,5
50	3,7	4,6	5,6
63	4,7	5,8	7,1
75	5,6	6,8	8,4
90	6,7	8,2	10,1
110	8,1	10,0	12,3
125	9,2	11,4	14,0
140	10,3	12,7	15,7
160	11,8	14,6	17,9

Quadro 44 – Gama de dimensões dos tubos de PVC-C (EN ISO 15877-2:2009)

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

A ligação entre tubos é feita com o auxílio de acessórios, que podem ser dos seguintes tipos:

- policloreto de vinilo clorado para colar,
- Mecânicos (latão).

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma das extremidades munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

Os sistemas de tubagem de policloreto de vinilo clorado são destinados à distribuição de água quente e fria e a circuitos de aquecimento. Os requisitos que são feitos a estes sistemas de tubagem de materiais plásticos são baseados no pressuposto de que durante o seu uso se respeitarão as condições correspondentes a uma das quatro classes de aplicação que constam do **Quadro 43**. Cada classe de aplicação corresponde a condições de uso tipo, para um tempo de vida útil de 50 anos. Note-se que aquelas quatro classes de aplicação são referidas nas normas europeias como elemento orientador, não sendo, contudo, obrigatórias. No entanto, constata-se que esta classificação é seguida pela generalidade dos fabricantes com a vantagem que tal atitude tem em termos de uniformização de classificações e de características dos produtos.

Refere-se, contudo, que em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C. Como se vê, pela análise do **Quadro 45**, a temperatura de projeto (T_D)¹⁰ varia segundo a classe de aplicação. Admite-se que o sistema possa ser sujeito a uma temperatura máxima, superior à temperatura de projeto (T_D)¹⁰, desde que tal ocorra em períodos interpolados e que somados não excedam 1 ano do período da vida útil do sistema, que se fixa em 50 anos. A temperatura de 95°C, para a distribuição de água, e a temperatura de 100°C, para o aquecimento, são consideradas temperaturas de mau funcionamento, que só são admissíveis em períodos

interpolados, cuja duração total não exceda as 100 horas, no período da vida útil do sistema. Todos os sistemas que satisfaçam as condições das classes que constam do **Quadro 43** são adequados à condução de água fria, para um tempo de vida útil de 50 anos, sendo a pressão de funcionamento admissível (PFA) ⁴ de 10 bar. Cada classe de aplicação deve ser combinada com a pressão de projeto (P_D) ⁵ do tubo ou do acessório. Essa informação deve ser dada pelo fabricante e é elemento de inscrição obrigatória na marcação do componente (ex.: classe 2/6 bar).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

Classe de aplicação	Temperatura de projecto T_D (°C)	Tempo à temperatura T_D (anos)	Temperatura máxima, $T_{m\acute{a}x}$ (°C)	Tempo à temperatura $T_{m\acute{a}x}$ (anos)	Temperatura de mau funcionamento, T_{mal} (°C)	Tempo à temperatura T_{mal} (horas)
1 <i>Distribuição de água quente (60°C)</i>	60	49	80	1	95	100
2 a) <i>Distribuição de água quente (70°C)</i>	70	49	80	1	95	100
4 <i>Aquecimento instalado sob o pavimento e Aquecimento central com radiadores a baixa temperatura</i>	20 mais 40 mais 60	2,5 mais 20 mais 25	 70	 2,5	 100	 100
5 <i>Aquecimento central com radiadores a alta temperatura</i>	20 mais 60 mais 80	14 mais 25 mais 10	 90	 1	 100	 100

a) Em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C.

Quadro 45 – Classes de aplicação e condições de serviço

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes, bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de policloreto de vinilo clorado algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 46** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de policloreto de vinilo clorado.

Diâmetro nominal	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
12	9,2	40	16,6	0,14	0,037	21	8	6	5
14	10,8					24	9	6	5
16	12,4					27	9	7	6
20	15,4					32	11	7	6
25	19,4					38	12	9	7
32	24,8					45	15	10	8
40	31,0					52	17	11	9
50	38,8					60	20	13	10
63	48,8					67	23	15	12
75	58,2					73	27	17	14
90	69,8					80	30	20	15
110	85,4					87	35	23	18

Quadro 46 – Perdas de calor através das tubagens de PVC-C

5.2. FIXAÇÕES, APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 47** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de policloreto de vinilo clorado. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
$12 \leq DN \leq 20$	0,75	1,00
$25 \leq DN \leq 32$	1,00	1,50
$40 \leq DN \leq 50$	1,50	2,00
$63 \leq DN \leq 110$	2,00	2,00

Quadro 47 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PVC-C

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 34 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I, adicionando-se a indicação dos tubos de policloreto de vinilo clorado não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção V.

9. SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS

No **Quadro 48** apresentam-se, para as diferentes classes de aplicação e para os diferentes valores da pressão de projeto (P_D)⁵, os valores do parâmetro designado por *série calculada máxima*, $S_{cal,max}$, para o policloreto de vinilo clorado. A dedução dos valores de $S_{cal,max}$ está feita no Anexo A da EN ISO 15877-2:2009.

O valor da série de tubo (S)⁹, a seleccionar deve ser escolhido a partir dos valores de $S_{cal,max}$ que constam do **Quadro 48**, com a condição de $S \leq S_{cal,max}$.

Pressão de projeto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
	$S_{cal,max}$			
4	10	10	-	-
6	7,3	7,3	-	-
8	5,5	4,8	-	-
10	4,4	4,2	-	-

Quadro 48 – Valores de $S_{cal,max}$ para tubos de PVC-C (EN ISO 15877-2:2009)

Exemplo

Para um tubo de policloreto de vinilo clorado e para a classe de aplicação 1:

- Para uma pressão de serviço (SP)⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 10,0; todas as séries podem ser utilizadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja a S 6,3.

Para uma pressão de operação (OP)³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 4,4; são adequados os tubos da Série S4.

SECÇÃO X - TUBAGEM DE POLIBUTILENO (PB)

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS

EN ISO 15876+ A1

“Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polybutylene (PB). Part 1: General” (2007); “Part 2: Pipes” (2007); “Part 3: Fittings” (2003); “Part 5: Fitness for purpose of the system” (2003).

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE INSTALAÇÃO

NP ENV 12108: 2006

“Sistemas de tubagens de plástico – Práticas e técnicas recomendadas para a instalação de sistemas de tubagens sobre pressão para água quente e fria destinados a consumo humano, no interior da estrutura de edifícios”.

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation” (2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.”

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

Nos **Quadros 49 a 52** apresenta-se a gama de fabrico que consta da norma europeia.

Os tubos podem ser de cores diversas (branco, cinza claro, etc.) e são normalmente fornecidos em varas de 3m ou de 6m. O fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o cliente e o fabricante.

Estes tubos são classificados, na normalização europeia, pela sua série de tubo (S)⁹. A seleção de um tubo pelo valor da série é feita com base na classe de aplicação e na pressão de projeto (P_D)⁵, que pode ser 4 bar, 6 bar, 8 bar ou 10 bar.

Diâmetro nominal	Espessura nominal					
	Série					
	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
12	1,3 ^{a)}	1,3 ^{a)}	1,3 ^{a)}	1,3 ^{a)}	1,4	1,7
16	1,3	1,3	1,3	1,5	1,8	2,2
20	1,3	1,3	1,5	1,9	2,3	2,8
25	1,3	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	1,9	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9

a) Para os diâmetros 12 aceita-se a espessura “não preferencial” 1,1.

Quadro 49 – Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe A (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros de acordo com ISO 4065:1996, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal					
	Série					
	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
10	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
12	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6
15	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7	2,0
18	1,3	1,3	1,3	1,6	2,0	2,4
22	1,3	1,3	1,6	2,0	2,4	3,0
28	1,3	1,6	2,0	2,5	3,1	3,8
35	1,7	2,0	2,6	3,2	3,9	4,8

Quadro 50 – Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe B1 (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal
14,7	1,6
21	2,05
27,4	2,6
34	3,15

Quadro 51 – Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe B2 (EN ISO 15876-2:2003 – diâmetros baseados nos diâmetros dos tubos de cobre, utilizáveis para todas as classes de aplicação)

Diâmetro nominal	Espessura nominal
12	2,0
14	2,0
15	2,0
16	2,0
17	2,0
18	2,0
20	2,0

Quadro 52 – Gama de dimensões dos tubos de PB para a classe C (EN ISO 15876-2:2003 – gama de diâmetros não preferencial usada, por exemplo, em sistemas de aquecimento)

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

A ligação entre tubos é feita com acessórios, que a normalização europeia descreve como podendo ser mecânicos, com abocardo para soldadura ou electrossoldáveis.

Os acessórios mecânicos podem ser de material plástico ou de metal (latão), enquanto que os que dispõem de abocardo para soldadura e os electrossoldáveis são de material plástico.

Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma das extremidades munida de uma rosca metálica.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

Os sistemas de tubagem de POLIBUTILENO são destinados à distribuição de água quente e fria e a circuitos de aquecimento. Os requisitos que são feitos a estes sistemas de tubagem de materiais plásticos são baseados no pressuposto de que durante o seu uso se respeitarão as condições correspondentes a uma das quatro *classes de aplicação* que constam do **Quadro 53**.

Cada classe de aplicação corresponde a condições de uso tipo, para um tempo de vida útil de 50 anos. Note-se que aquelas quatro classes de aplicação são referidas nas normas europeias como elemento orientador, não sendo, contudo, obrigatórias. No entanto, constata-se que esta classificação é seguida pela generalidade dos fabricantes com a vantagem que tal atitude tem em termos de uniformização de classificações e de características dos produtos.

Refere-se, contudo, que em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C. Como se vê, pela análise do **Quadro 53**, a temperatura de projeto (T_D)¹⁰ varia segundo a classe de aplicação. Admite-se que o sistema possa ser sujeito a uma temperatura máxima, superior à temperatura de projeto (T_D)¹⁰, desde que tal ocorra em períodos interpolados e que somados não excedam 1 ano do período da vida útil do sistema, que se fixa em 50 anos. A temperatura de 95°C, para a distribuição de água, e a temperatura de 100°C, para o aquecimento, são consideradas temperaturas de mau funcionamento, que só são admissíveis em períodos interpolados, cuja duração total não exceda as 100 horas, no período da vida útil do sistema. Todos os sistemas que satisfaçam as condições das classes que constam do Quadro 53 são adequados à condução de água fria, para um tempo de vida útil de 50 anos, sendo a pressão de funcionamento admissível (PFA)⁴ de 10 bar. Cada classe de aplicação deve ser combinada com a pressão de projeto (P_D)⁵ do tubo ou do acessório. Essa informação deve ser dada pelo fabricante e é elemento de inscrição obrigatória na marcação do componente (ex.: classe 2/6 bar).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

Classe de aplicação	Temperatura de projecto T_D (°C)	Tempo à temperatura T_D (anos)	Temperatura máxima, $T_{m\acute{a}x}$ (°C)	Tempo à temperatura $T_{m\acute{a}x}$ (anos)	Temperatura de mau funcionamento, T_{mal} (°C)	Tempo à temperatura T_{mal} (horas)
1 <i>Distribuição de água quente (60°C)</i>	60	49	80	1	95	100
2 a) <i>Distribuição de água quente (70°C)</i>	70	49	80	1	95	100
4 <i>Aquecimento instalado sob o pavimento e Aquecimento central com radiadores a baixa temperatura</i>	20 mais 40 mais 60	2,5 mais 20 mais 25	70	2,5	100	100
5 <i>Aquecimento central com radiadores a alta temperatura</i>	20 mais 60 mais 80	14 mais 25 mais 10	90	1	100	100

a) Em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C.

Quadro 53 – Classes de aplicação e condições de serviço

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para as tubagens de polibutileno algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 54** indicam-se as perdas de calor através das tubagens de polibutileno.

Diâmetro nominal	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
12	9,2	40	16,6	0,22	0,037	22	8	6	5
16	12,4					29	10	7	6
20	15,4					35	11	8	6
25	19,4					42	13	9	7
32	24,8					51	15	10	8
40	31,0					60	18	12	9
50	38,8					71	21	14	11
63	48,8					82	25	16	12
75	58,2					91	29	18	14
90	69,8					101	33	21	16
110	85,4					112	38	24	18

Quadro 54 – Perdas de calor através das tubagens de PB

5.2. FIXAÇÕES APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 55** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para as de tubagens de polibutileno. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Espaçamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
$12 \leq DN \leq 20$	0,75	1,00
$25 \leq DN \leq 32$	1,00	1,50
$40 \leq DN \leq 50$	1,50	2,00
$63 \leq DN \leq 110$	2,00	2,00

Quadro 55 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagens de PB

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = 12 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 5.6 do ponto 5 da secção VII.

5.7. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 3 da secção I, adicionando-se a indicação dos tubos de polibutileno não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção V.

9. SELEÇÃO DA SÉRIE DOS TUBOS DE POLIBUTILENO (PB)

No **Quadro 56** apresentam-se, para as diferentes classes de aplicação e para os diferentes valores da pressão de projeto (P_D)⁵, os valores do parâmetro designado por série calculada máxima, $S_{cal,max}$, para o polibutadieno. A dedução dos valores de $S_{cal,max}$ está feita no Anexo A da EN ISO 15876-2:2003.

O valor da série de tubo (S)⁹, a seleccionar deve ser escolhido a partir dos valores de $S_{cal,max}$ que constam do Quadro 56, com a condição de $S \leq S_{cal,max}$:

Pressão de projecto (bar)	Classe de aplicação			
	Classe 1	Classe 2	Classe 4	Classe 5
	$S_{cal,max}$			
4	10,9	10,9	10,9	10,9
6	9,5	8,4	9,1	7,2
8	7,1	6,3	6,8	5,4
10	5,7	5,0	5,4	4,3

Quadro 56 – Valores de $S_{cal,max}$ para tubos de PB (EN ISO 15876-2:2003)

Exemplo

Para um tubo de polibutileno e para a classe de aplicação 1:

- Para uma pressão de serviço (SP) ⁶ de 4 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 10,9; para tubos da classe dimensional A, todas as séries neles referidas podem ser utilizadas, sendo suficiente optar pela de menor espessura, ou seja a S10.
- Para uma pressão de operação (OP) ³ de 10 bar, o $S_{cal,max}$ tem o valor de 5,7; para tubos da classe dimensional B1, só as séries S5, S4 e S3,2 são adequadas, sendo suficientes optar pela de menor espessura, ou seja pela S5.

SECÇÃO XI - TUBAGEM MULTICAMADA

1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL

1.1. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL A TUBOS E ACESSÓRIOS

NP EN ISO 21003-1:2009

“Sistemas de tubagens multicamada para instalações de água quente e fria no interior de edifícios. Parte 1: Generalidades”

EN ISO 21003 + A1

“Multilayer piping systems for hot and cold water installations inside buildings” - “Part 2: Pipes” (2011), “Part 3: Fittings” (2008), “Part 5: Fitness for purpose of the system” (2008).

1.2. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL ÀS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

NP ENV 12108: 2006

“Sistemas de tubagens de plástico – Práticas e técnicas recomendadas para a instalação de sistemas de tubagens sobre pressão para água quente e fria destinados a consumo humano, no interior da estrutura de edifícios”.

EN 806 – 1:2000 +A1 2001

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General; Amendment”

EN 806

“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – “Part 2.Design” (2005); “Part 3: Pipe sizing - Simplified method” (2006); Part 4: Installation”(2010).

1.3. REFERENCIAL NORMATIVO APLICÁVEL AO COMPORTAMENTO AO FOGO

EN 13501-1:2007 + A1:2009

“Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests”.

Especificação LNEC E 365-1990

“Segurança contra incêndio. Reação ao fogo dos materiais de construção. Critérios de classificação”.

2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS

No **Quadro 57** apresenta-se a gama de dimensões previstas nas normas experimentais espanholas atrás referidas. Note-se, contudo, que aquelas dimensões são dadas neste trabalho a título meramente indicativo, uma vez que é corrente encontrar no mercado dimensões distintas daquelas, consequência da falta de normalização do produto.

Os tubos têm cores diversas, sendo a mais comum o branco e são fornecidos com *diâmetros nominais* entre 14 e 110mm. Os tubos são fornecidos em rolos ou em varas de 3m ou de 6m, conforme a sua flexibilidade, que é função do seu diâmetro exterior e da espessura.

Diâmetro nominal	Espessura nominal
14	2,0
16	2,0
	2,25
18	2,0
20	2,0
	2,25
	2,5
25	2,5
26	3,0
32	3,0
40	3,5
	4,0
50	4,5
63	6,0
75	7,5
90	8,5
110	10,0

Quadro 57 – Gama de dimensões dos tubos de parede tricomposta plástico/Al/PE-X e plástico/Al/PE-RT

Cabe ao fabricante informar sobre a classe de aplicação e a pressão de projeto (P_D)⁵ para os quais a tubagem foi dimensionada.

As classes de aplicação estão indicadas no **Quadro 56**, podendo as pressões de projeto ser de 4 bar, 8 bar ou 10 bar.

3. TIPOS DE JUNTAS E ACESSÓRIOS

A ligação entre tubos é usualmente feita por meio de acessórios mecânicos de materiais plásticos (designados por plásticos de engenharia, por exemplo à base de polifenilsulfonas), ou de metal, normalmente o latão.

Os acessórios podem ser dos tipos por “compressão” ou por “pressão”.

4. FATORES DA ÁGUA RELEVANTES PARA A DURABILIDADE DAS TUBAGENS

4.1. TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO

Os sistemas de tubagem multicamada são destinados à distribuição de água quente e fria e a circuitos de aquecimento. Os requisitos que são feitos a estes sistemas de tubagem de materiais plásticos são baseados no pressuposto de que durante o seu uso se respeitarão as condições correspondentes a uma das quatro *classes de aplicação* que constam do **Quadro 58**. Cada classe de aplicação corresponde a condições de uso tipo, para um tempo de vida útil de 50 anos. Note-se que aquelas quatro classes de aplicação são referidas nas normas europeias como elemento orientador, não sendo, contudo, obrigatórias. No entanto, constata-se que esta classificação é seguida pela generalidade dos fabricantes com a vantagem que tal atitude tem em termos de uniformização de classificações e de características dos produtos.

Refere-se, contudo, que em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C. Como se vê, pela análise do **Quadro 58**, a temperatura de projeto (T_D)¹⁰ varia segundo a classe de aplicação. Admite-se que o sistema possa ser sujeito a uma temperatura máxima, superior à temperatura de projeto

(T_D)¹⁰, desde que tal ocorra em períodos interpolados e que somados não excedam 1 ano do período da vida útil do sistema, que se fixa em 50 anos. A temperatura de 95°C, para a distribuição de água e temperatura de 100°C, para o aquecimento, são consideradas temperaturas de mau funcionamento, que só são admissíveis em períodos interpolados, cuja duração total não exceda as 100 horas, no período da vida útil do sistema. Todos os sistemas que satisfaçam as condições das classes que constam do **Quadro 58** são adequados à condução de água fria, para um tempo de vida útil de 50 anos, sendo a pressão de funcionamento admissível (PFA)⁴ de 10 bar. Cada classe de aplicação deve ser combinada com a pressão de projeto (P_D)⁵ do tubo ou do acessório. Essa informação deve ser dada pelo fabricante e é elemento de inscrição obrigatória na marcação do componente (ex.: classe 2/6 bar).

Os requisitos a que deve obedecer a monitorização da qualidade da água, tais como: técnicas de monitorização; localização, frequência e métodos da amostragem; definição dos principais parâmetros a monitorizar, etc., são objeto do **Anexo IV** destas especificações técnicas.

Classe de aplicação	Temperatura de projecto T_D (°C)	Tempo à temperatura T_D (anos)	Temperatura máxima, $T_{m\acute{a}x}$ (°C)	Tempo à temperatura $T_{m\acute{a}x}$ (anos)	Temperatura de mau funcionamento, T_{mal} (°C)	Tempo à temperatura T_{mal} (horas)
1 <i>Distribuição de água quente (60°C)</i>	60	49	80	1	95	100
2 a) <i>Distribuição de água quente (70°C)</i>	70	49	80	1	95	100
4 <i>Aquecimento instalado sob o pavimento e Aquecimento central com radiadores a baixa temperatura</i>	20 mais 40 mais 60	2,5 mais 20 mais 25	70	2,5	100	100
5 <i>Aquecimento central com radiadores a alta temperatura</i>	20 mais 60 mais 80	14 mais 25 mais 10	90	1	100	100

a) Em Portugal o “Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” estabelece que a temperatura da água, na distribuição, não deverá ser superior a 60°C.

Quadro 58 – Classes de aplicação e condições de serviço

5. REGRAS DE INSTALAÇÃO

Os sistemas deverão ser executados em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos do projeto, as especificidades dos materiais utilizados, as recomendações dos fabricantes bem como o referencial normativo reportado na alínea 1.2 do ponto 1 desta secção.

Destacam-se, para a tubagem multicamada, algumas disposições a observar relativamente à sua proteção e revestimentos, fixações apoios e seus afastamentos, atravessamentos de elementos de construção, afastamentos relativamente aos elementos de suporte, posicionamento relativo entre tubagens transportando água a diferentes temperaturas, inclinações das tubagens, juntas de dilatação e seccionamento e proteção de circuitos.

5.1. PROTEÇÃO E REVESTIMENTO

Aplica-se o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de perdas de calor.

No **Quadro 59** indicam-se as perdas de calor através da tubagem multicamada.

Diâmetro nominal	Diâmetro interior (mm)	ΔT (°C)	h_{exterior} (W/m ² .°C)	λ_{tubo} (W/m.°C)	$\lambda_{\text{isolante}}$ (W/m.°C)	Perdas de calor (W/m)			
						Espessura do isolante			
						0	10	20	30
16	12	40	16,6	0,43	0,037	31	10	7	6
18	14					35	10	7	6
20	15,5					38	11	8	6
25	20					47	13	9	7
32	26					59	16	10	8
40	32					71	19	12	9
50	41					87	22	14	11
63	51					104	27	17	13
75	60					118	31	19	15
90	73					138	36	22	17
110	90					161	43	26	19

Quadro 59 – Perdas de calor através da tubagem multicamada

5.2. FIXAÇÕES APOIOS E SEUS AFASTAMENTOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.2 do ponto 6 da secção II, à exceção do último parágrafo e respetivo quadro de afastamento máximo entre abraçadeiras.

No **Quadro 60** indicam-se os afastamentos máximos a considerar entre elementos de suporte/amarração para a de tubagem multicamada. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomendando-se a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

Diâmetro nominal	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)
16	1,20
18	1,20
20	1,30
25	1,50
32	1,60
40	1,70
50	2,00
63	2,20
75	2,40
90	2,40
110	2,40

Quadro 60 – Afastamento máximo entre abraçadeiras para tubagem multicamada

5.3. ATRAVESSAMENTOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.3 do ponto 6 da secção II.

5.4. AFASTAMENTO RELATIVO AOS ELEMENTOS DE SUPORTE

Aplica-se o disposto na alínea 6.4 do ponto 6 da secção II.

5.5. INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE TUBAGENS

Aplica-se o disposto na alínea 6.5 do ponto 6 da secção II.

5.6. JUNTAS DE DILATAÇÃO

Aplica-se o disposto na alínea 6.6 do ponto 6 da secção II, exceto no que se refere às dimensões dos troços de tubagem destinados à absorção das variações das dimensões lineares das tubagens que poderão ser determinadas através da expressão:

$$L_B = c \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

L_B – braço flexível

c – constante do material, e depende do fabricante, devendo este valor ser fornecido por ele

D – diâmetro exterior da tubagem (m)

ΔL – variação do comprimento (m)

5.7. RAIOS DE CURVATURA DAS TUBAGENS

Na ligação entre os diversos troços de tubagem e nas mudanças de direção deverão utilizar-se os métodos de união preconizados pelos respetivos fabricantes, no entanto, alguns tipos de tubagens, como sejam as “multicamadas”, possibilitam que em algumas situações, se possa prescindir de acessórios de união para obtenção das mudanças de direção, através da sua dobragem.

As dobragens deverão ser efetuadas com raios de curvatura amplos, em função dos diâmetros das tubagens, de forma a evitar a redução das suas secções, bem como a eventual introdução de tensões nessas zonas, as quais poderão dar lugar a reduções da sua resistência mecânica.

O **Quadro 61** indica os raios de curvatura mínimos para os diferentes diâmetros considerados, medidos em relação ao eixo dos tubos. Os valores indicados devem ser considerados como orientativos, neste sentido, recomenda-se, a consulta da documentação técnica dos respetivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados, sempre que estes sejam superiores aos aqui indicados.

DN	Raio de curvatura (mm)
14	55
16	60
18	60
20	105
25	105

Quadro 61 – Raios de curvatura para os tubos de “multicamada”

Para outras situações o raio de curvatura pode ser determinado através da expressão:

$$e_{\min} = \frac{2 \cdot R \cdot e}{2 \cdot R + D}$$

$e_{\min}$ – espessura da parede do tubo após a dobragem para a extensão máxima admissível

e – espessura inicial da parede do tubo

R – raio da curvatura

D – diâmetro exterior do tubo

5.8. PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Aplica-se o disposto na alínea 6.7 do ponto 6 da secção II.

6. COMPORTAMENTO AO FOGO

6.1. CLASSIFICAÇÃO DE REAÇÃO AO FOGO

Os tubos de parede multicamada são produtos combustíveis devido à natureza orgânica (plástica) das camadas exterior e interior e, eventualmente, das colas utilizadas para ligação destas à camada intermédia de alumínio, pelo que se aplica o disposto na alínea 6.1 do ponto 6 da secção V.

6.2. EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES ATUAIS

Aplica-se o disposto na alínea 7.2 do ponto 7 da secção I.

6.3. RECOMENDAÇÕES

Aplica-se o disposto na alínea 7.3 do ponto 7 da secção II, adicionando-se a indicação dos “tubos multicamada” não poderem ser utilizados em redes de combate a incêndios.

7. COMPORTAMENTO SOB A AÇÃO SÍSMICA

Aplica-se o disposto no ponto 8 da secção I.

8. REQUISITOS DE QUALIDADE

Aplica-se o disposto no ponto 7 da secção IV.

NOTAS

1. **Diâmetro nominal (d_n)** – Designação dimensional alfanumérica comum a todos os elementos de um sistema de tubagem usada como referência. Habitualmente é composta pelas letras DN seguidas de um número inteiro adimensional que se relaciona indiretamente com as dimensões de fabrico, em milímetros, do diâmetro exterior do tubo.
2. **Espessura nominal (e_n)** – designação numérica da espessura da parede do tubo, que é um número aproximadamente igual à dimensão de fabrico, em milímetros.
3. **Pressão de operação (OP)**, também designada por **Pressão de funcionamento** – pressão interior num dado instante, num ponto do sistema de tubagem.
4. **Pressão de funcionamento admissível (PFA)** – pressão máxima que o sistema de tubagem é capaz de suportar, quando em serviço permanente.
5. **Pressão de projeto (P_D)** – a mais alta pressão para a qual o sistema de tubagem foi projetado.
6. **Pressão de serviço (SP)** – pressão interior no ponto de ligação à instalação do consumidor, com caudal nulo.
7. **Pressão nominal (PN)** – designação dimensional alfanumérica usada como referência, relativa a uma combinação de características mecânicas e dimensionais de um elemento do sistema de tubagem. É composta pelas letras PN, seguidas de um número adimensional. No caso dos tubos de materiais plásticos, se a água tiver uma temperatura não superior a 25°C, PFA = PN; se a água estiver a temperaturas superiores a 25°C, PFA = f x PN, sendo f um fator de correlação inferior a 1, cujo valor depende da temperatura da água.
8. **Razão dimensional padrão (SDR)** – razão entre o diâmetro exterior nominal (d_n) e a espessura nominal (e_n) da parede do componente (e_n).
9. **Série de tubo (S)** – número adimensional definido por:

$$\frac{(d_n / e_n) - 1}{2}$$

10. **Temperatura de projeto (T_D)** – uma temperatura ou combinação de temperaturas da água que depende das condições de serviço para as quais o sistema foi projetado.

ANEXO I

ADEQUAÇÃO DAS DIFERENTES TUBAGENS À CONDUÇÃO DE ÁGUA PARA AS APLICAÇÕES PREVISTAS

Com base na informação constante das especificações anteriores apresenta-se, no **Quadro 62**, uma análise da adequação exclusivamente técnica das diferentes tubagens à condução de água para as aplicações previstas.

Material		Água de consumo humano		Rede de combate a incêndios	Água desmineralizada	Água descalcificada	Condições de instalação: embutido, à vista, espaço técnico
		Fria	Quente h)				
Aço	Inoxidável			Não adequado a)	Não adequado a)		
	Galvanizado				Não adequado	c)	
	Com outro revestimento	Não adequado	Não adequado		Não adequado	c)	
Ferro Fundido		Não adequado b)	Não adequado b)		Não adequado	Não adequado	f)
Cobre				g)	Não adequado	c)	
PVC			Não adequado	Não adequado			
PE			Não adequado	Não adequado			e)
PP				Não adequado			
PE-X				Não adequado			e)
PB				Não adequado			
PVC-C				Não adequado			
Multicamada				Não adequado	Não adequado d)		

Quadro 62 – Análise da adequação das tubagens de diferentes materiais para a condução de água para diversos fins

Obs. A cor verde significa que há adequação do material à aplicação considerada

- a) Devido a condições de estagnação
- b) Devido às dimensões usuais destas tubagens.
- c) Exige-se tratamento com inibidores de corrosão.
- d) Considera-se não adequado pelo facto da camada intermédia da parede do tubo ser de alumínio; qualquer deficiência da camada interior (fissura, picada, etc.) permitirá o contacto direto da água com o alumínio.
- e) Estas tubagens deverão, preferencialmente, serem instaladas de modo a não ficarem à vista.
- f) Devido às dimensões usuais destas tubagens, torna-se pouco adequada a sua instalação por embutimento.
- g) Considera-se adequado se as juntas forem efetuadas por brasagem com ligas de alto ponto de fusão.
- h) Ver limites de temperatura na secção respetiva.

Na definição desta adequação não foram considerados os aspetos de natureza económica. Note-se que na seleção das tubagens para a condução de água para consumo humano e de água desmineralizada deve ser assegurada a inexistência de problemas de toxicidade da água, eventualmente induzidos pelo material constituinte das tubagens.

ANEXO II

MÉTODOS UTILIZADOS PARA A CRIAÇÃO DE UNIÕES/JUNÇÕES DE TUBAGENS

Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistemas de tubagem metálicos	Materiais aplicados no sistema de tubagem			
	Ferro fundido	Aço inoxidável	Aço galvanizado	Cobre e ligas de cobre
	Materiais utilizados em acessórios			
	Ferro fundido	Aço inoxidável	Aço galvanizado	Cobre e ligas de cobre
Soldadura capilar				
Brasagem		d)	d)	d)
Soldadura		d)		c)
Juntas roscadas a)	b)	b)	b)	b)
Acessórios de compressão				
Acessórios por pressão				
Juntas flangeadas com anéis vedantes ou torneiras				
Push-fit fittings				
Flanges				
Uniões por aperto desmontáveis	b)	b)	b)	b)

Quadro 63 – Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens metálicos (EN 806-4:2010)

Obs. A cor verde significa que há adequação do material ao método considerado.

- a) Rosca de acordo com a norma EN 10226-1 ou com a norma EN 10226-2
- b) Rosca em acessórios de transição
- c) Ver regulamentos e normas nacionais
- d) Deve-se ter em consideração riscos de manutenção, ver regulamentos e normas nacionais

Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistemas de tubagem plástica	Materiais aplicados no sistema de tubagem									
	PE-X		PE (água fria apenas)						PVC-U	
	Materiais utilizados em acessórios									
	Acessórios em plástico	Acessórios em metal	FF	FF maleável	Ligas de Cobre	POM	PP	PE	FF	PVC-U
Soldadura: eletrofusão, topo a topo, por fusão...										
Juntas autoblocantes										
Juntas roscadas a)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)
Acessórios de compressão										
Acessórios por pressão										
Juntas flangeadas com anéis vedantes ou torneiras										
Push-fit fittings										
Flanges										
Uniões por aperto desmontáveis										

Quadro 64 – Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens plásticos (EN 806-4:2010)

Obs. A cor verde significa que há adequação do material ao método considerado.

- a) Rosca de acordo com a norma EN 10226-1 ou com a norma EN 10226-2
b) Rosca em acessórios de transição

Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistemas de tubagem plástica	Materiais aplicados no sistema de tubagem								
	PVC-C			PP			PB		
	Materiais utilizados em acessórios								
	AI	Ligas de CU	PVC-C	Acessórios em plástico sem ser PP	Acessórios em metal	PP	Acessórios em plástico sem ser PB	Acessórios em metal	PB
Soldadura									
Juntas autoblocantes									
Juntas roscadas a)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)
Acessórios de compressão									
Acessórios por pressão									
Juntas flangeadas com anéis vedantes ou torneiras									
Push-fit fittings									
Flanges									
Uniões por aperto desmontáveis									

Quadro 65 – Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens plásticos (EN 806-4:2010) (cont.)

Obs. A cor verde significa que há adequação do material ao método considerado.

- a) Rosca de acordo com a norma EN 10226-1 ou com a norma EN 10226-2
- b) Rosca em acessórios de transição

Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistemas de tubagem plástica	Materiais utilizados em tubagens	
	MULTICAMADA	
	Materiais utilizados em acessórios	
	Acessórios em plástico	Acessórios em metal
Soldadura		
Juntas autoblocantes		
Juntas roscadas a)	b)	b)
Acessórios de compressão		
Acessórios por pressão		
Juntas flangeadas com anéis vedantes ou torneiras		
<i>Push-fit fittings</i>		
Flanges		
Uniões por aperto desmontáveis	b)	b)

Quadro 66 – Métodos disponíveis para criar uniões/junções em sistema de tubagens multicamada (EN 806-4:2010)

Obs. A cor verde significa que há adequação do material ao método considerado.

- a) Rosca de acordo com a norma EN 10226-1 ou com a norma EN 10226-2
- b) Rosca em acessórios de transição

ANEXO III

CUIDADOS ESPECÍFICOS PARA SISTEMAS DE MATERIAIS METÁLICOS

Na conceção e instalação de sistemas de tubagem de materiais metálicos devem ser considerados alguns aspetos fundamentais que visam minimizar a ocorrência de corrosão.

Evitar o contacto entre metais diferentes

Quando dois metais com características e resistência à corrosão muito diferentes estão em contacto direto, na presença de água, existe o risco de ocorrer corrosão bimetálica. Isto é particularmente importante no caso em que o elemento do metal menos nobre tem uma área muito inferior, como por exemplo, os elementos de fixação. Para estes, o metal selecionado deve ter uma resistência à corrosão igual ou superior à do metal do elemento a fixar. Do mesmo modo, no caso das uniões por soldadura, o material da solda deve ser pelo menos da mesma nobreza do metal das peças a unir.

Os acessórios e os tubos aplicados devem ter uma resistência à corrosão similar: nos tubos de aço galvanizado devem usar-se acessórios do mesmo material ou com comportamento à corrosão idêntico, nos de cobre devem usar-se acessórios de latão ou bronze. Também pode ocorrer a corrosão bimetálica nas tubagens de aço galvanizado se estiverem unidas a troços de tubagem de cobre sem o adequado isolamento elétrico, ou se a água contiver iões cobre, pelo que não deverão ser colocadas tubagens de aço galvanizado a jusante de tubagens de cobre.

O quadro que se segue ilustra a adequação da utilização de materiais metálicos diferentes:

Acessórios (válvulas)	Tubagem		
	Aço Inoxidável	Aço Galvanizado	Cobre
Aço Inoxidável		Ver recomendações do fabricante	
Aço Galvanizado			
Cobre		Ver recomendações do fabricante	
Ligas de Cobre			

Quadro 67 – Utilização de materiais diferentes (EN 806-4:2010)

LEGENDA:

A cor verde significa que podem ser utilizados em conjunto

A cor vermelha significa que não devem ser utilizados em conjunto

Evitar existência de zonas de retenção

Deve prevenir-se a existência de zonas no circuito que permitam a retenção da água e a acumulação de partículas em suspensão na água, por favorecerem a ocorrência de corrosão intersticial, além de favorecerem também o crescimento de colónias de bactérias. Evitar a formação de interstícios nas uniões, usando materiais isolantes e hidrófobos para isolar uniões mecânicas e sempre que adequado utilizar uniões soldadas, devendo as soldaduras

ser contínuas, ter superfície regular e preencher totalmente a zona de união. Os troços horizontais devem ter uma ligeira inclinação para facilitar o escoamento dos sedimentos eventualmente existentes na água.

Garantir condições de escoamento adequadas

O sub-dimensionamento de tubagens (no qual não foram contabilizados os períodos de maior circulação), com diâmetro demasiado baixo para os caudais necessários, ou a existência de mudanças bruscas de direção ou de secção no circuito, ou ainda a existência de irregularidades na superfície interior originando fluxo turbulento, conduzem a velocidades de escoamento demasiado elevadas (global ou pontualmente), que podem dar origem a corrosão/erosão e, consequentemente, a roturas.

Para cada tipo de metal existe um valor crítico para a velocidade de circulação da água no seu interior (ver seção específica), acima do qual pode ocorrer corrosão por erosão, e que depende das características da água e da sua temperatura. Este limite é geralmente inferior a 2 m/s, no caso dos metais abordados no presente relatório.

Referem-se ainda alguns cuidados e procedimentos específicos nas diferentes fases de instalação e colocação em serviço de sistemas de tubagem de materiais metálicos.

Nas operações de instalação dos tubos e acessórios metálicos deve-se:

- Ter cuidado no manuseamento dos elementos metálicos e não utilizar ferramentas inadequadas, que possam causar danos nos revestimentos protetores, por exemplo, no revestimento de zinco dos tubos de aço galvanizado, que serão locais preferenciais para o aparecimento de corrosão.
- Não efetuar a limpeza com produtos corrosivos como seja: ácido muriático, para remoção de resíduos de materiais de construção e produtos excessivamente abrasivos, que danifiquem revestimentos protetores.
- Não utilizar aplicações de gesso ou cal, ou misturas que contenham estes materiais sobre as tubagens.
- Evitar o contacto da superfície exterior dos tubos com materiais húmidos ou a sua permanência prolongada em condições de humidade. Caso se preveja que os tubos tenham de permanecer em ambiente húmido deve aplicar-se um revestimento protetor adequado. No caso dos tubos instalados nos pisos deve prevenir-se que venham a ter contacto com água, providenciando os meios adequados para secagem rápida da sua superfície.
- Não utilizar materiais incompatíveis do ponto de vista da corrosão para a execução das uniões mecânicas.
- Não aquecer os tubos galvanizados para facilitar a sua dobragem. Utilizar uma máquina de dobrar e acessórios adequados para efetuar a dobragem a frio ou de preferência utilizar acessórios para efetuar as mudanças de direção.
- Utilizar processos de execução das soldaduras e soldas adequadas.
De facto as soldaduras podem, ser pontos críticos no desempenho das tubagens metálicas, devido a:
 - Soldaduras incompletas ou irregulares dão origem a fendas ou interstícios, que favorecem a acumulação de partículas e a retenção de água, e por isso promovem a corrosão intersticial;
 - A operação de soldadura causa a destruição dos revestimentos protetores, como o revestimento de zinco do aço galvanizado. Embora se possa refazer a proteção, isso apenas é possível na superfície exterior, ficando a superfície interior desprotegida na zona soldada. Para este tipo de tubos devem ser sempre usadas uniões roscadas;
 - O uso de fluxos de soldadura inadequados (de corrosividade excessiva) ou em quantidades excessivas, que podem entrar para o interior da tubagem durante a soldadura, onde vão dar origem à formação de picadas, quer pelo ataque direto dos agentes corrosivos que os constituem, quer por corrosão intersticial sob os seus depósitos.

Após a conclusão da instalação das tubagens, deve fazer-se circular água limpa no interior das tubagens, para que os resíduos das operações de montagem sejam completamente arrastados.

Nos ensaios de estanquidade deve também ser usada água limpa e filtrada, de preferência água potável.

Para minimizar o risco de corrosão até entrada em serviço, as tubagens devem manter-se completamente cheias de água, a qual deverá ser renovada regularmente, para a remoção dos sólidos eventualmente depositados, evitar a manutenção de condições de estagnação e promover a formação de camadas de produtos protetores. Em alternativa, devem secar-se completamente as tubagens com ar comprimido, selando-as para impedir o ingresso de água ou de matérias estranhas.

Adicionalmente refere-se ainda que durante o funcionamento das tubagens, deverá ser mantido um caudal mínimo para evitar a estagnação e a acumulação de depósitos. Caso isso não seja possível, nos sistemas sujeitos a menor utilização, fazer circular a água pelo menos uma hora/dia.

ANEXO IV

MONITORIZAÇÃO DE CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS

1. Objetivo

A monitorização deve fazer parte integrante do funcionamento dos circuitos de distribuição de águas, devendo, na fase de projeto, ser prevista a montagem dos dispositivos requeridos para a criação de um sistema independente de inspeção que assegure a verificação do especificado no presente capítulo.

Definição de um sistema de medições e análises do estado técnico e operacional das redes de distribuição de águas, de modo a sustentar as bases para o seu eficiente uso e controlo.

2. Normas portuguesas/europeias

NP EN 12062

“Ensaaios não destrutivos de soldaduras. Requisitos gerais para materiais metálicos”, última edição.

NP EN 1713

“Ensaaios não destrutivos de soldaduras. Ensaio por ultra-sons. Caracterização das indicações nas soldaduras”, última edição.

NP EN 12517

“Ensaaios não destrutivos de soldaduras. Ensaaios radiográficos de juntas soldadas. Níveis de aceitação”, última edição.

3. Outras normas

ASTM G1-90

“Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens”, última edição.

ASTM G3-89

“Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing”, última edição.

ASTM G4-01

“Standard Guide for Conducting Corrosion Coupons Tests in Field Applications”, última edição.

ASTM G30-97

“Standard Practice for Making and Using U-Bend Stress-Corrosion Test Specimens”, última edição.

ASTM G58-85

“Standard for preparation of Stress-Corrosion Test Specimens for Weldments”, última edição.

ASTM G59-97

“Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements”, última edição.

ASTM G96-90

"Standard Guide for on-line Monitoring of Corrosion in Plant Equipment. (Electric and Electrochemical Methods). (Historical Standard)", última edição.

ASTM G102-89

"Standard Practice for Calculation for Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements", última edição.

ASTM G106-89

"Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements", última edição.

ASTM G108-94

"Standard Test Method for Electrochemical Reactivation (EPR) for detecting Sensitization of AISI Type 304 and 316L Stainless Steels", última edição.

ASTM D2688-94

"Standard Test Methods for Corrosivity of Water in the Absence of Heat Transfer", última edição.

4. Programa de monitorização da corrosão

O programa de monitorização da corrosão, em circuitos de distribuição de águas, deve ser objeto de um estudo específico e autónomo, mas necessariamente articulado com os projetos de instalações de águas e de gestão centralizada do edifício.

A título indicativo, apresenta-se um conjunto de orientações que poderão servir de base à elaboração de um programa de monitorização da corrosão.

O programa de monitorização da corrosão, a elaborar e implementar, deve estabelecer as metodologias para a determinação da adequação do sistema metal/fluido, tendo em conta:

- a) Os tipos de corrosão mais frequentes em instalações deste tipo; associados ou não, às tecnologias de união utilizadas;
- b) O tipo de combinações galvânicas a evitar, a composição química da água e o efeito da temperatura;
- c) As condições de fluxo e a sua velocidade;
- d) O tratamento de desinfeção da água e, ainda;
- e) As condições operacionais, em geral.

Os tipos de corrosão determinantes, que requerem monitorização, devem ser listados e os métodos mais adequados e alternativos devem ser identificados, tendo em conta que um programa efetivo de monitorização deve utilizar:

- a) Métodos de monitorização em simultâneo, de modo a que o desempenho do material seja corroborado;
- b) Métodos de teste e práticas normalizadas em vigor;
- c) Técnicas de monitorização em tempo real, dado serem estes métodos os que podem dar resposta à questão da identificação das condições passageiras que determinam mudanças bruscas na velocidade de corrosão e mecanismos de degradação.

O programa de monitorização deve ser elaborado por técnicos qualificados e implementado por pessoal com formação adequada e específica no que respeita à corrosão.

4.1. Verificação da adequação dos procedimentos

A verificação da adequação dos procedimentos deve compreender:

- d) Definição dos critérios de aceitação, qualitativos e quantitativos, relativos às especificações requeridas;
- e) Verificação dos procedimentos de monitorização e calibração dos equipamentos;

- f) Verificação dos procedimentos que assegurem a qualificação do pessoal;
- g) Verificação da adequação dos registos (instalação e testes).

4.2. Inspeção e monitorização para o controlo da corrosão

4.2.1. Técnicas de inspeção relevantes para avaliação da corrosão

Técnicas de inspeção por métodos não destrutivos, a adotar na avaliação da corrosão em circuitos de distribuição de água, em conformidade com “standards” e segundo procedimentos normalizados:

a) Ensaios por líquidos penetrante

Procedimento para localização de fissuras superficiais;

b) Ensaios radiográficos

Procedimento para medição de espessuras de paredes e localização de defeitos e fissuras;

c) Ensaios de ultrassons

Procedimento para determinação de defeitos internos, porosidade, espessuras de paredes e localização de fissuras;

d) Exame visual

Procedimento para identificação de corrosão localizada, erosão, picadas, depósitos e perfuração devida a fissuração.

Normas aplicáveis aos métodos de ensaios não destrutivos de soldaduras: NP EN 12062, NP EN 1713 e NP EN 12517.

4.2.2. Técnicas para a monitorização “on-line” da corrosão - Identificação de problemas específicos que causam corrosão

Técnicas para a monitorização “on-line”, a adotar na avaliação da corrosão em circuitos de distribuição de água, conforme “standards” e segundo procedimentos normalizados:

a) Provetes testemunho/ Perda de peso

Método tradicional para determinação do tipo de corrosão;

b) Resistência Elétrica

Medição da variação em resistência elétrica, através de sonda;

c) Resistência de Polarização Linear

Método eletroquímico, em corrente contínua, para medição da corrosão uniforme. Obtenção de medidas instantâneas da velocidade de corrosão;

d) Impedância eletroquímica

Método eletroquímico, em corrente alternada, para medição da velocidade de corrosão generalizada;

e) Ruído eletroquímico

Técnica eletroquímica, de desenvolvimento recente, para avaliação da corrosão localizada em tempo real.

Normas aplicáveis às técnicas para a monitorização “on-line” da corrosão: ASTM G4-01, ASTM G96-90 e ASTM D2688-94

4.2.3. Testes de corrosão acelerados em laboratório

a) Determinação do grau de sensibilização à corrosão intergranular de aços inoxidáveis após soldadura, segundo a norma: ASTM G108-94;

b) Determinação do grau de suscetibilidade à corrosão sob tensão de aços inoxidáveis antes e após soldadura, segundo as normas: ASTM G58-85 e ASTM G30-97;

c) Análise de falha - Caracterização eletroquímica na simulação de condições de serviço – segundo as normas: ASTM G1-90, ASTM G59-97, ASTM G3-89, ASTM G102-89 e ASTM G106-89.

4.3. Monitorização da qualidade da água

Requisitos gerais a observar na monitorização da qualidade da água, tendo em vista: garantir a eficiência do processo de tratamento; minimizar a contaminação dos circuitos de distribuição e controlar os fenómenos da corrosão:

- a) Definição dos indicadores físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água a monitorizar durante o tempo de operação do sistema;
- b) Monitorização dos parâmetros da qualidade da água, a partir de resultados analíticos e durante o tempo de operação do sistema;
 - b₁) Do ponto de vista da corrosão, as análises a efetuar que merecem especial atenção, exigindo-se, para o efeito, uma maior frequência de amostragem, devem ser as seguintes:

- Temperatura
- Condutividade;
- Cloretos;
- Sulfatos;
- Sólidos dissolvidos totais;
- pH;
- Oxigénio dissolvido;
- Anidrido carbónico livre;
- Cloro residual livre;
- Ferro;
- Manganês;
- Dureza cálcica;
- Alcalinidade total;
- LSI (Índice de Saturação de Langelier).

b₂) As determinações dos metais pesados a efetuar, que podem estar associados à decomposição dos materiais em contacto a água, devem ser as seguintes:

- Níquel;
- Crómio;

desde que o Índice de Saturação de Langelier aponte no sentido do carácter corrosivo da água.

b₃) Os parâmetros microbiológicos a analisar devem ser os seguintes:

- Bactérias redutoras e oxidantes de sulfato e de ferro;

- c) Nas determinações dos valores paramétricos da qualidade da água, a efetuar, devem ser aplicados os métodos analíticos especificados; no Anexo IV do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto e no Artigo 12º da Diretiva 98/83/CE;

- d) Localização dos pontos de amostragem:

d₁) Na rede de água fria: (1) - à entrada da rede, ou seja na ligação à rede pública, (2) - nos reservatórios existentes, e (3) - na extremidade da rede, em cada piso;

d₂) Na rede de água quente: (1) - à saída de cada depósito, se estiverem em paralelo, (2) - à saída do último depósito, se estiverem em série, (3) - no sistema de retorno da água quente, e (4) - na extremidade da rede, em cada piso;

- e) Frequência de amostragem, em função dos parâmetros a analisar:

e₁) Os parâmetros com maior peso na avaliação dos fenómenos de corrosão, tais como: condutividade, pH, temperatura, residual de desinfetante (*"on-line"*), devem ser determinados diariamente, numa fase inicial da operação das redes, depois, semanalmente;

e₂) Os cloretos, sulfatos e ferro, devem ser determinados mensalmente. Numa fase inicial da operação das redes, poderá tornar-se necessário fazer determinações diárias/semanais, de acordo com os valores de base a considerar após análise da água e tratamento;

e₃) Os restantes parâmetros físico-químicos, sem grande peso na avaliação da corrosão, bem como os parâmetros relativos aos metais (Níquel e Crómio), numa fase inicial da operação, devem ser analisados trimestralmente. Contudo, se os valores dos parâmetros analisados se mantiverem dentro dos limites recomendados, a frequência de amostragem deve passar a semestral;

Deve ser solicitado à entidade gestora da rede pública de abastecimento de água o envio, com uma periodicidade trimestral, dos dados do programa de controlo referentes a um ponto da rede pública próxima do edifício hospitalar.

Deve-se promover a inspeção contínua das instalações, de modo a avaliar se o tratamento de água e a sua distribuição cumprem com os objetivos e requerimentos especificados.

Devem ser efetuadas, pelo menos de dois em dois anos, auditorias externas às redes e equipamentos que a compõem, assim como ao programa de controlo da qualidade da água e de prevenção dos fenómenos de corrosão.

A monitorização, tendo em vista o controlo dos fenómenos de corrosão, deve compreender a monitorização da qualidade da água para consumo, a estabelecer pela Autoridade de Saúde em conjunto com a Administração do Hospital, de acordo com determinações epidemiológicas.



Administração Central
do Sistema de Saúde, IP

Sede: Av. João Crisóstomo nº 11 | 1000-177 Lisboa
Telefone: 217 925 800 | Fax: 217 925 848 | Email: geral@acss.min-saude.pt
www.acss.min-saude.pt