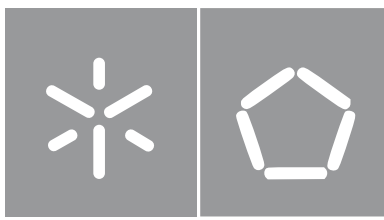




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luis Filipe Gonçalves Calheiros Teixeira Pinto

**Implementação das normas europeias
EN 806 e EN 12056 sobre instalações
hidráulicas em edifícios:
Oportunidades e limitações.**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Luís Filipe Gonçalves Calheiros Teixeira Pinto

**Implementação das normas europeias
EN 806 e EN 12056 sobre instalações
hidráulicas em edifícios:
Oportunidades e limitações.**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Civil
Hidráulica e Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Jorge Ramísio Pernagorda

setembro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos às pessoas que foram fundamentais para a realização desta dissertação de mestrado.

Primeiramente, o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Ramísio, pela sua orientação paciente, pelo conhecimento especializado e constante motivação ao longo deste processo. A sua dedicação e apoio foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria também de agradecer à minha querida namorada Ana Rita por estar ao meu lado durante todo este percurso académico, fornecendo amor, apoio emocional e compreensão. As tuas palavras de incentivo e encorajamento foram uma fonte de estímulo constante.

Além disso, sou imensamente grato à minha família pelo seu amor incondicional e apoio contínuo ao longo da minha jornada académica. As vossas palavras de motivação e paciência foram inestimáveis para alcançar este marco.

Como nos ensina *A Arte da Guerra*, de Sun Tzu, a verdadeira vitória reside na preparação, estratégia e determinação. Neste capítulo, mergulhamos em batalhas intelectuais, onde a pesquisa se torna a nossa arma e o conhecimento o nosso escudo. Sigamos adiante, guiados pelas palavras sábias de Sun Tzu, rumo à conquista do conhecimento e ao triunfo académico.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for a signature or stamp.

RESUMO

A eficiente gestão da água tem vindo a assumir uma crescente importância. Os sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e pluviais tem importante papel no desempenho global dos edifícios e do conforto dos seus utilizadores. Para cumprir aquele desígnio é importante a constante atualização das normas construtivas tendo em conta a rápida evolução do conhecimento adquirido dentro da área com o aparecimento de novas soluções técnicas e a descoberta de novos materiais mais eficientes.

Sabendo que em Portugal 85% dos principais problemas nos edifícios são causados por instalações prediais de águas e drenagens de águas residuais, que em último caso obrigam a intervenções de elevado custo e significativa incomodidade, é de extrema importância avaliar a regulamentação em vigor, nomeadamente para as normas europeias mais recentes, mas que não foram especificamente concebidas para o caso português.

A presente dissertação de mestrado tem como objetivo principal efetuar uma análise comparativa e crítica entre o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, que representou um grande avanço relativamente à legislação de 1946 que veio substituir, mas que não sofria atualização há 28 anos, e as Normas Europeias 806 e 12056, no que se refere à conceção, exploração e manutenção dos sistemas prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais e pluviais. Com base nestes resultados serão feitas comparações das metodologias adotadas nas normas europeias em questão, identificação e análise das oportunidades previstas e as limitações ainda por resolver, assim como a identificação dos constrangimentos associados à sua implementação.

Palavras Chave: Abastecimento de água, dimensionamento, drenagem de águas residuais, EN 806, EN 12056, RGSPPDADAR.

ABSTRACT

The efficient management of water has been assuming increasing importance. Water supply and waste and rainwater drainage systems play a significant role in the overall performance of buildings and the comfort of their users. To fulfill this purpose, it is important to constantly update construction standards, taking into account the rapid evolution of knowledge in the field with the emergence of new technical solutions and the discovery of more efficient materials.

Knowing that in Portugal, 85% of the main problems in buildings are caused by plumbing and waste water drainage systems, which ultimately require costly and significantly inconvenient interventions, it is extremely important to evaluate the current regulations, particularly with regard to the latest European standards, although they were not specifically designed for the Portuguese case.

The main objective of this master's dissertation is to conduct a comparative and critical analysis between Decreto Regulamentar n.º 23/95 of August 23, which represented a significant advancement compared to the 1946 legislation it replaced but has not been updated for 28 years, and European Standards 806 and 12056, regarding the design, operation, and maintenance of building water supply and waste and rainwater drainage systems. Based on these results, comparisons will be made of the methodologies adopted in the respective European standards, identification and analysis of anticipated opportunities and unresolved limitations, as well as the identification of constraints associated with their implementation.

Keywords: Domestic waste water and rainwater drainage, EN 806, EN 12056, RGSPDADAR, sizing, water supply.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Estrutura da dissertação	2
2	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	3
2.1	Conceção de sistemas	3
2.2	Rede de distribuição	3
2.2.1	Traçado	3
2.2.2	Natureza dos materiais	4
2.2.3	Caudais instantâneos	5
2.2.4	Isolamento da rede de água quente	6
2.2.5	Prevenção contra a corrosão	7
2.3	Sistemas de armazenamento e pressurização	8
2.3.1	Reservatórios	8
2.3.2	Instalações elevatórias e sobressoras	15
2.4	Dimensionamento do sistema	18
2.4.1	Caudais de cálculo	18
2.4.2	Pressão da rede	20
2.4.3	Velocidades e perdas de carga	21
2.5	Elementos acessórios da rede	21
2.5.1	Torneiras e fluxómetros	21
2.5.2	Válvulas	22
2.5.3	Contadores	24
2.6	Verificação, ensaios e desinfeção	24
2.6.1	Verificação	24
2.6.2	Ensaio de estanquidade	25
2.6.3	Desinfeção dos sistemas	26
2.6.4	Prova de funcionamento hidráulico	26
2.7	Novidades da EN 806 [Exigências Adicionais]	27
2.7.1	Instalação	27

2.7.2	Acessibilidade dos acessórios	28
2.7.3	Desinfecção dos sistemas	28
2.7.4	Operação, Inspeção e Manutenção	31
2.7.5	Documentação	33
2.7.6	Operação	33
2.7.7	Danos e defeitos	36
2.7.8	Alterações, extensões e reabilitações	36
2.7.9	Acústica	37
2.7.10	Requerimentos adicionais para sistemas ventilados	38
2.7.11	Conforto	39
3	DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	40
3.1	Conceção dos sistemas de drenagem de águas residuais	40
3.1.1	Tipos de sistemas	40
3.1.2	Configurações	41
3.2	Regras de disposição	45
3.2.1	Conformidade com os padrões europeus	45
3.2.2	Proteção contra cheias, Odores e Fecho hídrico	46
3.2.3	Redução de diâmetro nominal	46
3.2.4	Ventilação	47
3.2.5	Válvulas de admissão de ar	47
3.3	Dimensionamento Hidráulico	47
3.3.1	Dados de base para dimensionamento	47
3.3.2	Cálculo do caudal	50
3.3.3	Configuração dos ramais de descarga	52
3.3.4	Configurações dos tubos de queda	58
3.3.5	Configurações dos coletores	62
3.4	Novidades da EN 12056-2	63
3.4.1	Estações elevatórias prediais	63
3.4.2	Válvulas de admissão de ar	64
4	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	64
4.1	Dimensionamento Hidráulico	64

4.1.1	Quantificação de escoamento de água pluvial	64
4.1.2	Intensidade da chuvada r	65
4.1.3	Área efetiva de telhado A	67
4.2	Conceção hidráulica	68
4.2.1	Caleiras	70
4.2.2	Larós e algerozes	74
4.2.3	Escoamento de caleiras	80
4.2.4	Escoamento de telhados rasos	83
4.3	Rede de drenagem de águas pluviais	88
4.3.1	Tubos de queda parcialmente preenchidos (sistemas não sifonados)	88
4.3.2	Tubos de queda com sistemas sifonados	91
4.3.3	Coletores	92
4.3.4	Ligação a sistemas de drenagem de águas residuais	93
4.4	Configurações	93
4.4.1	Geral	93
4.4.2	Caleiras	93
4.4.3	Descargas	94
4.4.4	Descarga de emergência	94
4.4.5	Acessibilidade	94
4.4.6	Tubagens	94
4.5	Ensaio das caleiras e escoamento de água	95
4.5.1	Capacidade das caleiras e descargas em combinação	96
4.5.2	Capacidade da caleira	97
4.5.3	Capacidade dos coletores	98
4.6	Novidades da EN 12056-3	98
5	Novos desafios à conceção de sistemas hidráulicos prediais	99
5.1	Não abordado pela EN 806	99
5.1.1	Prova de funcionamento hidráulico	99
5.1.2	Conforto	99
5.2	Não abordado pela EN 12056-2	100
5.3	Não abordado pela EN 12056-3	100

6 CONCLUSÕES	101
---------------------	------------

Referências	103
--------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Representação esquemática da perda de carga provocada pelos componentes num sistema de abastecimento de água para consumo.	16
2.2	Caudais de cálculo	18
2.3	Ábaco para obtenção dos caudais de cálculo	19
3.1	Configurações de sistemas com ventilação primária.	42
3.2	Configuração de sistemas de ventilação secundários.	43
3.3	Configuração de ramal de descarga não ventilado	44
3.4	Configurações de ramais de descarga ventilados	45
3.5	Limitações para ramais de descarga não ventilados nos sistemas I, II e IV	53
3.6	Limitações dos ramais de descarga ventilados dos sistemas I, II e IV	56
4.1	Dimensões do telhado	68
4.2	Ilustração de uma caleira de beiral	69
4.3	Ilustração de um tipo de algeroz	70
4.4	Ilustração das área transversais totais das caleiras	71
4.5	Capacidade de caleiras de beiral	73
4.6	Dimensões das caleiras	78
4.7	Fator de profundidade, F_d	79
4.8	Fator de forma, F_s	79
4.9	Capacidade de larós e algerozes retangulares, hidraulicamente curtos e nominalmente nivelados	80
4.10	Descarga de caleiras de base não rasa, para ilustrar o ponto 4.2.3	81
4.11	Diâmetro efetivo de descarga de caleiras	84
4.12	Fator de carga do escoamento, F_h , para determinar o fator de carga num escoamento	85
4.13	Funis de recolha	86
4.14	Caudal sobre açudes de aresta afiada	87
4.15	Efeito dos desvios em tubos de queda, relativamente ao seu procedimento de dimensionamento	90

ÍNDICE DE TABELAS

2.1	Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água fria ou quente	6
2.2	Combinação de tubagens e acessórios	8
2.3	Armazenamento mínimo recomendado de água fria para consumo doméstico (escoamento de água quente e água fria)	10
3.1	Diâmetros nominais e respetivos diâmetros mínimos internos	48
3.2	Unidades de descarga	49
3.3	Fatores de frequência de utilização	51
3.4	Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetros nominais (DN)	52
3.5	Limitações	53
3.6	Limitações das tubagens para ramais de descarga não ventilados, Sistemas III	54
3.7	Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetros nominais (DN)	55
3.8	Limitações	55
3.9	Limitações das tubagens para ramais de descarga ventilados, Sistemas III	57
3.10	Caudais mínimos de ar para válvulas de admissão de ar em ramais	58
3.11	Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetro nominal (DN)	59
3.12	Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetro nominal (DN)	60
4.1	Intensidades de precipitação	66
4.2	Fatores de risco	66
4.3	Área efetiva de telhado impermeável	68
4.4	Bordo livre mínimo para larós e algerozes	74
4.5	Fator de capacidade, F_L , para caleiras longas, nominalmente niveladas ou com desnível em direção ao orifício	77
4.6	Capacidade de tubos de queda de águas pluviais	89
4.7	Valores de descarga, taxa de ocupação 70%, ($h/d = 0,7$)	98

NOMENCLATURA

EN 752 - Norma Europeia 752, coletores e sistemas de drenagem fora de edifícios - gestão de sistemas de esgoto;

EN 806-1 - Norma Europeia 806, fascículo 1, Geral;

EN 806-2 - Norma Europeia 806, fascículo 2, Conceção;

EN 806-3 - Norma Europeia 806, fascículo 3, Dimensionamento - método simplificado;

EN 806-4 - Norma Europeia 806, fascículo 4, Instalação;

EN 806-5 - Norma Europeia 806, fascículo 5, Operação e manutenção;

EN 12056-1 - Norma Europeia 12056, fascículo 1, Geral;

EN 12056-2 - Norma Europeia 12056, fascículo 2, Drenagem de águas residuais, conceção e cálculos;

EN 12056-3 - Norma Europeia 12056, fascículo 3, Drenagem de águas pluviais, conceção e cálculos;

EN 12056-4 - Norma Europeia 12056, fascículo 4, Instalações elevatórias, configuração e dimensionamento;

EN 12056-5 - Norma Europeia 12056, fascículo 5, Instalação e testagem, instruções para operação, manutenção e uso;

EN 12380 - Norma Europeia 12380, Válvulas de admissão de ar para sistemas de drenagem - requerimentos, métodos de testagem e avaliação da conformidade;

EN 1717 - Norma Europeia 1717, Proteção contra a contaminação de água potável nas instalações hidráulicas e requisitos gerais dos dispositivos aptos a prevenir a contaminação por refluxo;

DR 23/95 - Decreto Regulamentar n.º 23/95;

DN - Diâmetro Nominal.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, que sucede a legislação da década 40 do século XX, foi desenvolvido por forma a apoiar a materialização das infraestruturas públicas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e pluviais. Este documento constituiu um valioso apoio nesta missão, mas conta com cerca de 28 anos, e não aborda áreas que hoje se demonstram como fundamentais.

Entretanto, existe um esforço de uniformização de normalização europeia nesta área, nomeadamente a EN 806 e a EN 12056, que vem introduzir uma abordagem que importa rever, apreciar e comparar com a regulamentação em vigor.

Esta dissertação é motivada pela necessidade de conhecer em que medida este processo vem colmatar as lacunas sentidas, e quais são os problemas ainda não endereçados neste setor. Com base nesta análise será possível avaliar o percurso de transição a adotar. Principalmente face à disponibilidade de novos materiais e soluções construtivas com uma melhor eficiência, o que se traduz em economia de recursos, sendo que na atualidade este é um alvo cada mais importante a ser alcançado, para além de que posteriormente se traduz em benefício para o utilizador final tanto em termos económicos como de conforto.

1.2 Objetivos

Os dois principais objetivos da presente dissertação são: a comparação das metodologias adotadas nas normas europeias em questão; a identificação e a análise das oportunidades previstas, as limitações ainda por resolver; assim como identificação dos constrangimentos associados à sua implementação.

Para atingir este objetivo, será necessária uma análise da legislação e regulamentação nacional em vigor, o estudo comparativo com a EN 806 e a EN 12056, e a investigação crítica das diferentes metodologias propostas. Este resultado será culminado com a apresentação da análise comparativa das oportunidades alcançadas e das limitações ainda por resolver.

Os resultados esperados permitirão a compreensão teórica dos fenómenos envolvidos assim como o enquadramento operacional que permitirá uma melhor conceção e gestão dos sistemas hidráulicos prediais, constituindo um instrumento útil para a transição de uma normalização europeia.

1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos nos quais são abordadas as várias temáticas.

O primeiro capítulo contém a introdução do tema e os objetivos pretendidos com a realização desta dissertação.

No segundo capítulo, é feita a abordagem ao conteúdo presente no Decreto-Regulamentar nº 23/95, comparando-o com a Norma Europeia 806, relativamente aos sistemas prediais de abastecimento águas, resumindo as diferenças prementes entre ambos e delineando algumas conclusões.

No terceiro capítulo, aborda-se a temática da drenagem de águas residuais comparando, novamente, o conteúdo presente no Decreto-Lei nº 23/95 com a Norma 12056. Neste capítulo compara-se a configuração dos sistemas entre ambos os documentos, as regras de disposição e o dimensionamento hidráulico.

No quarto capítulo, apresenta-se a comparação dos sistemas prediais de drenagem de águas pluviais previstos pelo Decreto-Lei nº 23/95 e a Norma Europeia 12056. Aqui, contrasta-se o dimensionamento hidráulico, conceção hidráulica, a tubagem usada para drenagem de águas pluviais, configurações e procedimentos de testagem do sistemas apresentadas entre ambos os documentos, relevando comparativos e críticas aos mesmos.

No quinto e penúltimo capítulo apresentam-se as devidas conclusões, conseguidas após a elaboração da presente dissertação.

Por fim, no final deste trabalho, citam-se as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração da seguinte dissertação.

2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.1 Conceção de sistemas

Para que a qualidade da água usada no abastecimento das habitações seja controlada e mantenha os seus devidos padrões de qualidade, o DR n.º 23/95, no artigo 82.º, refere que os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos privados. No entanto, apesar de a EN 806-2, no ponto 3.1, estar alinhada com a legislação portuguesa, não faz distinção da origem privada de água. Assim sendo, a legislação portuguesa salvaguarda possíveis problemas e o documento europeu deixa uma lacuna neste sentido.

2.2 Rede de distribuição

2.2.1 Traçado

O traçado do sistema de abastecimento de águas, que depende da análise dos dados do edifício a construir, tem uma grande importância no dimensionamento hidráulico. Assim, esta é uma fase importante para delinear corretamente a disposição das tubagens e todos os seus acessórios de maneira a que esteja tudo de acordo com a regulamentação vigente.

Uma análise à EN 806-2 e ao DR 23/95, evidencia que os dois documentos estão em sintonia quanto à maioria das regras a cumprir, verificando-se apenas algumas divergências.

Quanto à inclinação das tubagens, o DR 23/95, no artigo 95.º, recomenda uma inclinação ascendente de 0,5%, no sentido do escoamento do fluido, como valor orientativo para favorecer a circulação do ar. No entanto a Norma Europeia não refere nada a esse respeito. Ainda sobre a disposição das tubagens, o documento português é o único a referir um distanciamento mínimo a ser cumprido no valor de 5 cm entre a tubagem de água fria e a de água quente.

Quanto aos locais de instalação, o DR 23/95 considera todas as mesmas restrições que são listadas na Norma Europeia, à exceção da instalação em caixas de elevador ou caixas de lixo doméstico, onde no documento português essa informação é omissa, ao contrário da Norma Europeia que refere ser proibida a instalação de tubagens nesses mesmos locais. Ainda sobre a instalação, a EN 806-2, no ponto 7.2, refere que durante a instalação do sistema de abastecimento de água, no seu geral, deve ser mantido um registo da posição de todos os elementos da rede. Aquando do término da instalação, os registos

devem ser guardados num formato durável. Estes registos devem ser passados posteriormente ao dono do edifício. No entanto, o documento português só refere, no artigo 83º, que a entidade gestora do serviço de abastecimento de água pública de água deve manter em arquivo os cadastros dos sistemas prediais de água.

Em suma, poucas são as divergências. Neste ponto, devia haver uma pequena atualização ao nível do esclarecimento sobre a possibilidade de instalação de tubagens em caixas de elevador ou caixas de lixo para que não haja dúvidas. Sobre os registos também devia haver a menção de fornecer os dados do cadastro do sistema ao dono do edifício para que posteriormente, se for necessário haver qualquer tipo de intervenção dentro da propriedade, não haja qualquer tipo de problema por não se conhecer o circuito das tubagens, para além de que apesar da entidade gestora do serviço de abastecimento de água possuir esses mesmos registos, para efeitos de aprovação de projeto, evitam-se questões burocráticas e sobrecarga dos serviços.

2.2.2 Natureza dos materiais

Relativamente à natureza dos materiais, o documento português faz breves recomendações, no artigo 99.º, sobre a natureza dos materiais a utilizar na rede de abastecimento de água. No entanto a EN 806-2, para além de ter um anexo exaustivo sobre os materiais que se podem utilizar, Anexo A, ainda refere os seguintes cuidados, no ponto 5.1, aquando da seleção dos materiais para o sistema de abastecimento de água:

- (a) o efeito na qualidade da água;
- (b) as vibrações, esforços ou assentamentos;
- (c) a pressão interna da água;
- (d) as temperaturas internas e externas;
- (e) a corrosão interna e externa;
- (f) a compatibilidade de diferentes materiais;
- (g) o envelhecimento, fadiga, durabilidade e fatores mecânicos;
- (h) a permeabilidade.

Os pontos acima listados são bastante importantes e a ter em conta para a prevenção de futuros problemas com a rede e para a qualidade do abastecimento e conforto do utilizador. Portanto, a atualização do DR

23/95 para o que a EN 806-2 recomenda seria importante.

Para além disto, convém salientar que o documento português prevê a possibilidade do uso de tubagens e acessórios em fibrocimento nas redes exteriores de água fria, o que pode revelar-se um sério problema tendo em consideração que o fibrocimento é constituído por uma mistura homogeneizada com cerca de 10 a 15% de amianto e onde a legislação criada (*Decreto-Lei n.º 101/2005 de 23 de Junho de 2005 do Ministério da Economia e Inovação, 2005*) proíbe o uso de amianto. Tendo em conta que a partir de 2005 foi proibida a colocação no mercado e a utilização de todos os tipos de amianto e de produtos que o contenham, este seria um ponto muito importante a ter em conta aquando da actualização do DR 23/95.

2.2.3 Caudais instantâneos

Os caudais instantâneos a atribuir aos dispositivos de utilização são definidos no DR 23/95, Artigo 90.º e Anexo IV, de maneira semelhante, diferindo somente em alguns dispositivos, ao que está também definido no ponto 5.4 da EN 806-2. A Tabela 2.1 evidencia as diferenças entre ambos.

Tabela 2.1: Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água fria ou quente

Dispositivos de utilização para:	Caudais mínimos (L/s) DR23/95	Caudais mínimos (L/s) EN806-2
Lavatório individual	0,10	0,10
Lavatório coletivo (por bica)	0,05	N/A
Bidé	0,10	0,10
Banheira	0,25	0,30
Chuveiro individual	0,15	0,15
Pia de despejo com torneira de $\varnothing 15$ mm	0,15	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10	0,10
Mictório com torneira individual	0,15	0,15
Pia lava-louça	0,20	0,15
Bebedouro	0,10	N/A
Máquina de lavar louça	0,15	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0,20	0,15
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50	N/A
Mictório com fluxómetro	0,50	0,15
Boca de rega ou de lavagem de $\varnothing 15$ mm	0,30	N/A
Boca de rega ou de lavagem de $\varnothing 20$ mm	0,45	0,40
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações do fabricante	

Tendo em conta a atual importância da eficiência na utilização de água, o facto de o DR considerar caudais mais elevados, em alguns dispositivos, relativamente ao que a EN contempla, revela que tem de haver uma atualização destes mesmos valores considerando que a longo prazo existe uma considerável poupança de água, sendo assim mais conveniente para o ambiente e consequentemente para o utilizador final que acaba por poupar na fatura de água.

2.2.4 Isolamento da rede de água quente

O isolamento da rede de água quente é um ponto a ser considerado tanto por questões de poupança de energia e de água, como para prevenção de perigos associados ao contacto accidental com a rede por parte das pessoas que utilizem o edifício, ou até para prevenção de desenvolvimento microbiológico (Fernando, Rebelo, Benoliel, Diegues, & Casimiro, 2019).

O DR 23/95, no artigo 98.º, restringe-se a questões mais técnicas como o tipo de isolamento a utilizar na rede, refere certas exceções de isolamento e locais onde deve haver o cuidado de se isolar com mais atenção, como é o caso de trechos onde haja possível condensação de vapor de água, infiltrações ou choques hidráulicos.

No entanto, a EN 806-2, no seu ponto 9, não refere estes aspetos específicos de isolamento da rede mas faz menção de importantes cuidados a ter com a mesma, pensando na poupança de energia e água e precauções ao nível da segurança do utilizador.

Assim sendo, o DR 23/95 pode ser complementado com a introdução de certos pontos tratados na norma europeia, que são omissos na sua extensão. Entre outros, referir uma temperatura máxima a que a rede possa estar, dependendo da utilização do edifício. Para além disso, devia ser reforçada a importância do isolamento da rede de água quente para que seja impedido o desenvolvimento de *Legionella* (Fernando et al., 2019) devido à proximidade da rede de água quente, sem isolamento adequado, à rede de água fria, podendo elevar a sua temperatura para valores acima de $25^{\circ}C$.

2.2.5 Prevenção contra a corrosão

A corrosão é um problema que pode afetar adversamente um sistema de abastecimento de água levando a possível deterioração da qualidade química, microbiológica e organolética (cheiro, sabor, cor e turvação) da água e com danos no estado de conservação das tubagens e equipamentos (Fernando et al., 2019). Assim sendo, é importante prevenir o aparecimento do fenómeno de corrosão nas condutas e ou acessórios da rede.

O DR 23/95, no artigo 97.º, faz uma listagem pormenorizada de medidas a serem consideradas aquando da instalação das condutas e acessórios para atenuar os fenómenos de corrosão, enquanto que na EN 806-2, são feitas recomendações ao projetista e ao instalador de uma forma menos extensa. Contudo, é referido, no documento europeu, ao contrário do que acontece no DR 23/95, que para evitar este tipo de fenómenos de corrosão, é preciso ter em conta a qualidade da água e que para isso seja feita a instalação de equipamento de tratamento de água dentro do edifício para minimizar os referidos efeitos.

Ainda assim, a temperatura é uma variável que pode causar o aparecimento de corrosão, que no DR 23/95 é equacionado e referido que não devem ser ultrapassados os $60^{\circ}C$ a não ser que os materiais usados já estejam de acordo com essa utilização, ao par que no documento europeu só é estabelecida a possibilidade de temperaturas exteriores poderem afetar a camada de tratamento superficial contra corrosão das condutas.

Em relação aos materiais a serem usados, a EN 806-4 fornece uma tabela 2.2 que relaciona a possibilidade de interação dos materiais a serem utilizados para evitar possíveis efeitos de corrosão.

Tabela 2.2: Combinação de tubagens e acessórios

Acessório (ou válvula)	Tubagem		
	Aço inoxidável	Aço galvanizado a quente	Cobre
Aço inoxidável	+	Ver recomendações do fabricante	+
Aço galvanizado a quente	-	+	-
Cobre	+	Ver recomendações do fabricante	+
Liga de cobre	+	+	+
+ compatível		- incompatível	

Neste sentido, o documento português podia optar por assimilar o conteúdo do documento europeu que trata das interações entre materiais a serem utilizados.

2.3 Sistemas de armazenamento e pressurização

2.3.1 Reservatórios

O DR 23/95, na secção III do capítulo V, sobre os sistemas públicos de distribuição de água, estabelece e regula vários pontos relativos aos reservatórios de armazenamento de água. Apesar de o documento nacional, na sua vertente predial, não remeter para a parte pública, o que os distingue é o tamanho, localização e parte do seu dimensionamento. Portanto, a comparação seguinte terá por base esta assumpção. Nos pontos dois e três do artigo 108.º é referido que quando o reservatório tiver a finalidade de armazenamento de água para fins alimentares, a entidade gestora é que define os aspetos construtivos, o dimensionamento e a localização dos reservatórios.

No entanto a EN 806-2 é bastante extensa quanto às recomendações relativas aos reservatórios. O documento só contempla um momento em que se deve atender às exigências da entidade gestora que é antes de se finalizar a capacidade dos reservatórios para hotéis, albergues, escritórios (com ou sem cantinas), escolas ou colégios internos e outros estabelecimentos de relevo. No entanto, pormenoriza quanto à capacidade, materiais de construção usados, apoios, posicionamento, dispositivos de controlo de entrada de água, escoamento e tubagens de alerta.

O documento europeu refere ainda que as cisternas de armazenamento para uso doméstico não devem transmitir paladar, cor, odor ou toxicidade à água, nem promover ou permitir o crescimento de bactérias.

Define também que qualquer cisterna de armazenamento de água para consumo doméstico deve ser estanque e deve:

- (a) ser munida de uma cobertura rígida, ajustada e devidamente segura mas que não seja estanque e que não permita a entrada de luz e insectos na cisterna, caso tenha algum tubo de arejamento, deve ser bem ajustada em redor do tubo e feita de um material que não se estilhaça e fragmente quando partido e que não contamine a água que possa condensar na camada inferior;
- (b) onde necessário, deve ser forrado ou revestido de um material adequado para o uso em contacto com água potável;
- (c) isolado contra calor ou geada;
- (d) alimentado com água de uma tubagem de abastecimento da entidade gestora ou de uma bomba que esteja a extrair água de uma cisterna com as mesmas características acima mencionadas;
- (e) quando a capacidade for superior a 1000 L, deve ser construída de maneira a que o interior possa ser facilmente inspecionado e limpo e a válvula de controlo de entrada de água ajustada e mantida sem se ter de remover a cobertura ou até a totalidade da cobertura que está instalada em duas ou mais partes;
- (f) provida com tubagem de emergência ou de extravasamento, como for conveniente, que são construídos e instalados de maneira a excluir insetos.

2.3.1.1 Capacidade das cisternas de armazenamento

A EN 806-2 define as capacidades das cisternas de armazenamento na tabela 2.3, onde são fornecidas recomendações em relação à capacidade de armazenamento das mesmas no que concerne aos vários tipos de uso, no entanto é feita a ressalva de que não passa de uma recomendação.

A norma europeia define ainda que para a determinação da capacidade total dos reservatórios de água fria, nas devidas instalações, deve ser tido em conta:

- (a) a necessidade de prevenir a estagnação da água armazenada assegurando com que seja mantida o menor tempo possível no reservatório;
- (b) os requerimentos associados a qualquer acessório ou aparelho, em particular quando a interrupção

de abastecimento pode causar danos às instalações ou inconveniência para o utilizador.

Tabela 2.3: Armazenamento mínimo recomendado de água fria para consumo doméstico (escoamento de água quente e água fria)

Tipo de edifício ou ocupação	Armazenamento mínimo (em litros)
Albergue	90 por cama
Hotel	200 por cama
Escritório com cantina	45 por funcionário
Escritório sem cantina	40 por funcionário
Restaurante	7 por refeição
Escola: infantil ou primária	15 por aluno
Escola: Secundária ou Profissional	20 por aluno
Colégio Interno	90 por aluno
Orfanato ou Casa residencial	135 por cama
Lar de idosos	120 por cama
Casa de cuidados continuados	135 por cama

O padrão de consumo provável de água (taxa ou duração) deve ser determinado. Deve também ser tido em conta qualquer tipo de condição de baixa ou reduzida pressão da conduta principal que possa afetar o reabastecimento do reservatório em horas de ponta.

A separação da capacidade por duas ou mais cisternas deve facilitar a distribuição de água mas a tubagem de entrada e saída de água deve localizar-se dentro dos reservatórios de modo a evitar curto-circuito.

A entidade gestora do abastecimento de água deve ser consultada antes de se finalizar a capacidade dos reservatórios de hotéis, albergues, escritórios (com ou sem cantinas), escolas ou colégios internos e outros estabelecimentos de relevo.

Para a maioria das habitações onde uma demanda constante a uma pressão adequada é um requerimento normativo, uma capacidade máxima de 80 L por pessoa, normalmente residente, deve provar-se suficiente. Uma capacidade mais alargada baseada em 130 L por pessoa seria apropriado para o caso onde o reabastecimento do reservatório só é realizado em período noturno.

Relativamente à capacidade das cisternas de armazenamento, o DR 23/95 não ressalva qualquer tipo de informação. Apesar de definir que tal informação fica à responsabilidade da entidade gestora, tal situação

só ocorre quando o destino da água armazenada for para fins alimentares, contudo, nada é dito quando o motivo de construção da cisterna for distinto do anterior.

2.3.1.2 Materiais das cisternas

Relativamente aos materiais usados nas cisternas de armazenamento, a norma europeia refere que devem ser à prova de corrosão ou devem ser revestidas internamente de um material à prova de corrosão que esteja certificado como sendo não tóxico. A cisterna e a sua cobertura devem ser desenhados de maneira a suportarem os vários esforços a que possam estar submetidos sem criar nenhum tipo de deformação.

Aqui, o documento português especifica unicamente, na alínea *d* do artigo 72.º, que se devem utilizar materiais não poluentes, ou tóxicos, em contacto permanente ou eventual com água. Uma vez mais, para qualquer outro tipo de informação, remete para a entidade gestora a responsabilidade de definir tais parâmetros.

2.3.1.3 Apoios

A EN 806-2, ao contrário do DR 23/95 que nada refere quanto a este assunto, refere que é importante a cisterna estar apoiada numa base firme e capaz de suportar o peso da cisterna quando esta está cheia até ao limite da sua capacidade. Qualquer cisterna de plástico deve estar apoiada numa plataforma plana e rígida que esteja em contacto total com a base da cisterna.

2.3.1.4 Posicionamento

No que concerne ao posicionamento da cisterna, o documento europeu menciona que a mesma deve ser provida de bons acessos, tanto em seu redor como por baixo, para efeitos de manutenção. Define ainda que o escoamento de qualquer tubo de descarga deve estar acima do nível exterior de cheia do pavimento onde se insira. Caso as cisternas estejam enterradas, devem ser munidas de meios que possam detetar fugas.

Destaca ainda que todas as cisternas que sejam usadas para abastecimento de água para consumo humano devem estar protegidas contra infiltração de contaminantes.

O DR 23/95 não se pronuncia sobre o posicionamento das mesmas, deixa novamente a cargo da entidade gestora definir este tipo de parâmetros.

2.3.1.5 Dispositivos de controlo de entrada de água

Relativamente aos dispositivos de controlo de entrada de água nas cisternas, o documento português

não faz referência a qualquer tipo de cuidado. Já a norma europeia refere que à exceção de cisternas interconectadas dispostas de maneira a que armazenem água ao mesmo nível, qualquer tubo que forneça água a uma cisterna deve ser dotado de uma válvula flutuadora ou de um outro dispositivo que seja igualmente eficaz.

As válvulas flutuadoras, ou qualquer outro dispositivo para controlar o abastecimento das cisternas devem ser:

- (a) capaz de controlar o caudal para qualquer cisterna ou aparelho e, quando fechado, ser estanque e permanecer estanque;
- (b) incorporar, se necessário, uma membrana de borracha que seja resistente tanto à corrosão como erosão provocada pela água ou ser dotada de um outro tipo de válvula que funcione da mesma maneira;
- (c) se aplicável, conter um flutuador constituído por um material capaz de aguentar, sem vaziar, qualquer gama de temperatura dentro do qual opera ou é normal operar, e tenha uma capacidade de sustentação tal que quando emersa até meio, a válvula seja capaz de ser estanque a uma pressão 1,5 vezes superior à máxima pressão de operação;
- (d) ter um nível de operação que quando a válvula está fechada consiga aguentar, sem dobrar ou torcer, uma força duas vezes superior ao que é normal suportar, no caso de uma válvula de tamanho G1/2, e seja construída de maneira a que o nível em que a água pára de correr possa ser alterado ou ajustado sem dobrar o braço do flutuador;
- (e) quando usado em cisternas de armazenamento de água que não seja para consumo humano, a instalação dos acessórios deve ser feita de tal maneira que seja capaz de satisfazer os requerimentos de anti-refluxo, quando o nível de água na cisterna está à mesma altura do eixo da válvula flutuadora.

Todas as válvulas flutuadoras devem estar fixadas de modo seguro à cisterna à qual estão agregadas e, quando necessário, usar um fixador para prevenir o impulso do flutuador que pode fazer com que a válvula se mova e conseqüentemente afete o nível de água com que normalmente cerra o sistema. Este nível da água deve ser pelo menos 25 mm abaixo do ponto mais baixo do tubo de aviso ou, caso não haja nenhum, 50 mm abaixo do ponto mais baixo do tubo de emergência.

Uma válvula de serviço deve ser instalada a montante de, e tão próximo quanto possível, qualquer válvula flutuadora.

2.3.1.6 Escoamento de cisternas

O DR 23/95 não faz qualquer tipo de menção sobre como proceder para se extrair a água das cisternas ou reservatórios. Contudo, a EN 806-2 aponta que todas as tubagens de distribuição de água que servem aparelhos sanitários devem ser conectadas ao nível mais baixo da cisterna.

Todas as conexões a tubagens de distribuição de água para aparelhos de água quente, devem ser colocados a pelo menos 25 mm acima de tubagens que forneçam água para dispositivos de água fria e não podem servir qualquer outro dispositivo.

À exceção de tubos que conectem cisternas de alimentação a circuitos primários, qualquer tubo que remova água de uma cisterna deve ser dotado de uma válvula de serviço junto da cisterna.

2.3.1.7 Cisternas de grande tamanho

Aqui, a EN 806-2 define que cisternas com capacidade superior a 1000 L devem, adicionalmente, cumprir os seguintes requisitos:

- Para evitar interrupção do fornecimento de água quando esteja a ser feita manutenção ou reparação, a cisterna deve ser provida de compartimentos ou uma cisterna secundária;
- Um tubo de drenagem não deve ser conectado a um coletor mas pode ser posicionado de maneira a descarregar livremente pelo menos 150 mm sobre um coletor, se necessário.

O DR 23/95 só está em sintonia com o primeiro ponto aqui apresentado, relativamente ao segundo não faz qualquer tipo de menção. É de notar que o documento europeu classifica uma cisterna como sendo de tamanho grande quando o seu volume de água armazenada ultrapassa os 1000 litros de água, onde o documento português, no caso dos sistemas prediais não faz distinção de tamanhos. Tal volume não pode sequer ser comparado com o que está previsto no sistema público porque tudo o que seja menor que 500 m³ (500000 litros) é considerado de tamanho pequeno.

2.3.1.8 Tubos de aviso ou emergência

No que concerne à tubagem de aviso ou de emergência, o DR 23/95 não faz qualquer tipo de menção. Já a EN 806-2 refere que todas as cisternas (se cheias a um nível em que a água começa a escoar através de um qualquer tubo de emergência) até a uma capacidade de 1000 litros devem ser dotadas de uma tubagem de aviso e mais nenhum tipo de tubagem de extravasamento. As cisternas com capacidade superior a 1000 litros devem ter um ou mais tubos de extravasamento. Para capacidades até 5000 litros o tubo de extravasamento mais baixo deve ser o de aviso. Para capacidades superior a 5000 litros mas

não mais de 10000 litros, ou a tubagem de extravasamento mais baixa deve ser a de aviso ou deve existir um dispositivo que alerte que o nível de armazenamento de água chegou a 50 mm abaixo do ponto mais baixo da primeira tubagem de aviso. Para capacidades superior a 10000 litros ou a tubagem de extravasamento mais baixa é de aviso ou é dotada de um dispositivo que emite um alarme visual ou auditivo quando a água chega ao ponto de extravasamento e que atua de modo independente do serviço normal da válvula de regulação de entrada.

O documento europeu menciona ainda que a tubagem de extravasamento deve ser feita de um material rígido e resistente à corrosão; nenhuma mangueira flexível deve ser conectada ou até fazer parte dessa mesma tubagem. Quando é usada uma única tubagem, o diâmetro do furo deve ser maior que aquele feito para a entrada de água na cisterna e em nenhum momento a tubagem de extravasamento de aviso deve ter um diâmetro interno inferior a 19 mm.

Nenhuma tubagem de aviso ou emergência deve subir de nível fora da cisterna, ou seja, deve ter uma altura constante.

Toda a tubagem de aviso deve descarregar a água imediatamente em que o nível de extravasamento é atingido e deve descarregar para uma posição notória, preferencialmente para fora do edifício onde tal seja apropriado.

É permitido que para os vários tubos de aviso de diferentes armazenamentos sejam combinados em um único tubo de saída desde que seja facilmente perceptível de onde houve esse extravasamento mas que ao mesmo tempo não permita que esse mesmo escoamento descarregue para outra cisterna. Nenhum tubo de aviso pode descarregar para uma sanita monobloco por via de um tubo de fluxo.

2.3.1.9 Conclusões sobre sistemas de armazenamento e pressurização

Relativamente aos reservatórios, o DR 23/95 faz breves menções sobre os mesmos, como já foi mencionado anteriormente, no entanto, como é referido em (Fernando et al., 2019), a instalação de reservatórios na rede predial exige cuidados especiais de manutenção e apesar de a entidade gestora estar incumbida de definir os aspetos construtivos, o dimensionamento e a localização, tal só tem de acontecer quando está previsto o uso desse mesmo reservatório para fins alimentares. Ou seja, qualquer outro motivo para o uso de um reservatório ou cisterna de armazenamento de água, alheio a fins alimentares, não está previsto pelo documento português, criando assim uma lacuna na regulamentação portuguesa.

Seria de todo o interesse que fosse regulamentado, tal como é apresentado detalhadamente pelo documento europeu, para deixar de haver esta lacuna na lei e possíveis problemas associados à falta de normas

para a construção e utilização dos sistemas de armazenamento, levando assim a uma uniformização dos processos construtivos.

2.3.2 Instalações elevatórias e sobrepessoras

O DR 23/95, no artigo 109.º, é breve e explica só qual a diferença entre uma instalação elevatória e uma instalação sobrepessora, não especificando qualquer tipo de pormenor de quando se devem instalar ou até determinar, ainda para mais sendo este um ponto relevante no abastecimento de um edifício e uma maneira importante de ser eficiente e de se poupar.

Já a EN 806-2, no seu ponto 15, detalha os motivos de escolha de uma instalação elevatória e de uma instalação sobrepessora. Refere que o aumento de pressão é necessário sempre que em condições normais a pressão de serviço é insuficiente para providenciar a pressão necessária dos vários dispositivos onde a água seja necessária.

O documento europeu refere ainda que o uso de instalações sobrepessoras deve ser minimizado tirando o maior proveito possível das condutas de abastecimento da rede pública, por exemplo, usando a pressão da rede pública para abastecer os andares inferiores de um edifício e bombear para os andares onde a pressão de serviço seja insuficiente.

2.3.2.1 Princípios de conceção

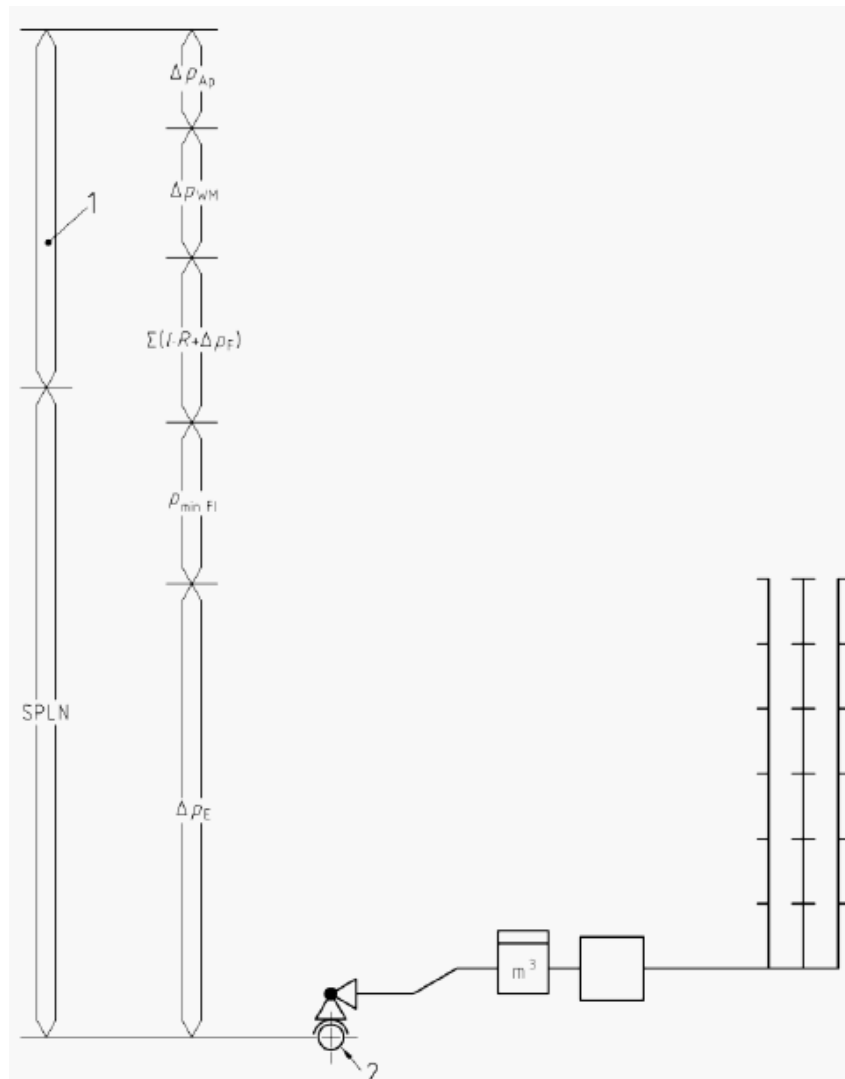
Uma instalação sobrepessora só é necessária se a pressão normal de serviço mínima é menor que o total de:

- perda de carga devido à diferença de elevação;
- pressão mínima do caudal no dispositivo de utilização mais elevado (p_{minFI}).

E o somatório das perdas de carga devido a:

- resistência à fricção das paredes e pontos únicos de resistência $\sum(1 \times R + \Delta p_F)$;
- resistência dos contadores;
- resistência dos dispositivos.

A figura 2.1 mostra um exemplo das condições de pressão em que a instalação sobrepessora é necessária devido à pressão mínima de serviço.



1 – diferença de pressões que um sistema sobressor tem de colmatar

2 – entrada do sistema de abastecimento de água público

Δp_E – perda de pressão devido à diferença de cotas

SPLN – baixa pressão de serviço típica

Δp_{Ap} – perda de pressão dos dispositivos

Δp_{WM} – perda de pressão do contador

$\Sigma(1 \times R + \Delta p_F)$ – somatório da resistência à fricção das paredes e pontos únicos de resistência

p_{minFl} – pressão mínima de serviço

Figura 2.1: Representação esquemática da perda de carga provocada pelos componentes num sistema de abastecimento de água para consumo (fonte:(EN 806-2, 2005)).

Neste caso, o DR 23/95 não faz qualquer tipo de menção sobre os processos de conceção de instalações elevatórias e sobressoras. Sendo este um método cada vez mais comum de suprimir a insuficiência

de pressão que a rede pública fornece, principalmente em grandes cidades onde os edifícios são cada vez mais altos, não faz sentido que o documento português não regule este tipo de situações.

2.3.2.2 Instalações sobrepessoras

O documento europeu salienta que as instalações sobrepessoras devem ser concebidas, operadas e mantidas de maneira a que a continuidade do abastecimento é providenciada e que não deva haver qualquer interferência com o abastecimento de água pública ou outro sistema de abastecimento. Qualquer tipo de degradação da água deve ser prevenido.

Refere ainda que é necessário determinar se a instalação sobrepessora é necessária para o edifício na sua totalidade ou se é só para os pisos em que não possa haver um abastecimento contínuo com a pressão mínima requerida. Em caso limite, a necessidade de uma instalação sobrepessora deve ser demonstrada por meios de um processo de cálculo diferenciado.

2.3.2.3 Determinação das zonas de pressão

Para a determinação das zonas de pressão, a EN 806-2 indica que as conceções seguintes são possíveis onde diferentes zonas de pressão estão para ser instaladas:

- (a) instalação de várias unidades sobrepessoras, de maneira a que cada unidade seja alocada a cada zona de pressão;
- (b) uma única unidade sobrepessora com uma válvula redutora de pressão central para cada zona de pressão;
- (c) uma única unidade sobrepessora com válvulas redutoras de pressão em cada sector dos andares mais baixos.

A conservação da energia tem de ser tida em conta aquando da instalação destas unidades sobrepessoras.

Como já foi mencionado anteriormente, o DR 23/95 apresenta uma lacuna neste tema, situação essa que devia ser alterada com a assimilação do conteúdo apresentado pelo documento europeu relativamente a este assunto.

2.4 Dimensionamento do sistema

2.4.1 Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo, no DR 23/95, artigo 93.º, são calculados em função do produto dos caudais acumulados pelo coeficiente de simultaneidade, este último explicado no artigo 91.º, e do nível de conforto pretendido através de ábacos, como os da figura 2.2 presente no Anexo V do mesmo documento, ou expressões de cálculo.

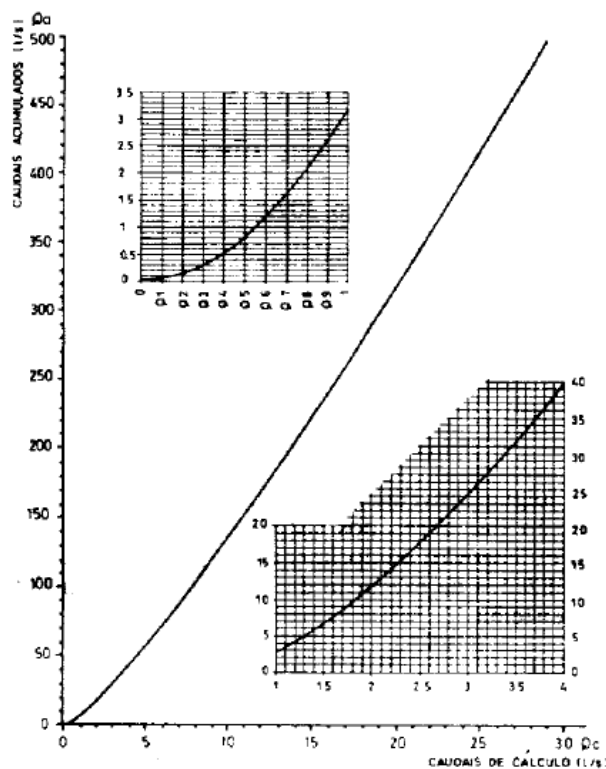


Figura 2.2: Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível de conforto médio. (fonte:(Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, 1995))

No entanto, na EN 806-3, o procedimento de cálculo é diferente. Aqui o critério principal a ter em conta são as velocidades máximas admissíveis, apesar de ser referido que se tem em atenção as características da instalação, as condições relativas a pressão e as velocidades de escoamento. As unidades usadas são unidades de carga (LU, *Loading Units*), onde uma unidade de carga equivale a um caudal de 0,1 L/s. No Anexo B, do mesmo documento, é fornecido um ábaco, indicado na figura 2.3, para se obter o caudal de cálculo (Q_d , L/s) em função do caudal total (Q_T , LU). O processo de cálculo a partir do ábaco é efetuado da seguinte maneira:

- Primeiro obtém-se o caudal total (Q_T , em LU) da rede a jusante da secção. Isto é, soma-se todas

as unidades de carga (LU) dos dispositivos a jusante. Posteriormente, no ábaco, vamos usar, no eixo das abcissas o valor anteriormente obtido, que diz respeito à referência número "2" do ábaco;

- De seguida, vamos usar o ponto de entrada número "3", que diz respeito ao caudal de projeto (Q_A , em LU) do dispositivo com maior valor de consumo a jusante da secção em estudo;
- Fazendo a intersecção dos dois valores anteriores, neste caso, caudal total e caudal de projeto, podemos assim usar a parte do ábaco com a ordenada correspondente da reta número "1" que diz respeito ao caudal de cálculo que pretendemos obter.

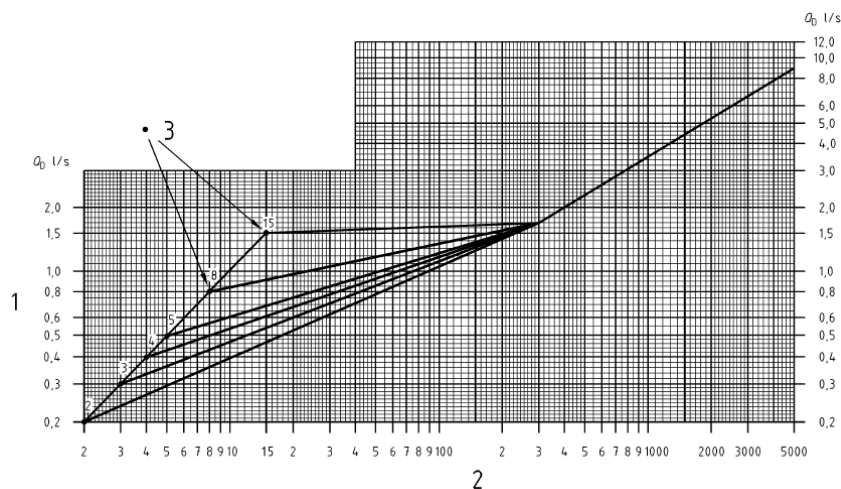


Figura 2.3: Caudais de cálculo em L/s para instalações típicas em relação ao caudal total em unidades de carga (LU) (fonte:(EN 806-3, 2006))

Segue, a título de exemplo, o comparativo entre o método português e o apresentado pela norma europeia:

Para o cálculo é considerado um edifício constituído por 4 pisos com 1 fração T1 por piso contendo uma pia lava loiça, uma máquina de lavar roupa, um chuveiro individual, dois lavatórios e duas bacias de retrete com autoclismo. De acordo com a Norma Europeia temos:

- 1 pia lava-loiça = 2 LU;
- 1 chuveiro individual = 2 LU;
- 2 lavatórios = 2 LU;
- 2 autoclismos de bacia de retrete = 2 LU;
- 1 máquina de lavar roupa = 2 LU.

Portanto, por fração, temos um total de 10 *LU*, o que na totalidade perfaz 40 *LU* para o edifício. Assim sendo, tomando por base a tabela 3 da EN 806-3, para condutas de aço inox temos um DN 28 correspondente a um d_i de 25,6 mm. A partir do ábaco da figura 2.3 chegamos a um valor de caudal de cálculo de 0,72 L/s, para o valor máximo de velocidade permitido por lei de 2,0 m/s, o que equivale a um diâmetro de 21,4 mm. Ou seja, um DN 20 era suficiente.

Com a utilização da metodologia portuguesa obtemos um total de 0,95 L/s por apartamento, o que para o edifício perfaz um caudal acumulado de 3,8 L/s. O caudal de cálculo, por via gráfica, é cerca de 1,2 L/s, o que corresponde a 27,65 mm de diâmetro interno mínimo quando se considera a velocidade máxima permitida dentro das tubagens que é de 2,0 m/s. Para isto, é necessário uma tubagem com DN 35 para satisfazer as necessidades do cálculo pelo método português.

Comparando ambas as metodologias, verifica-se que para a mesma fração existem diferentes valores de diâmetros de tubagens, onde para a EN 806 os valores são menores e conseqüentemente com custos inferiores associados à implantação do sistema comparando com o método proposto pelo regulamento português. Portanto, seria relevante considerar a atualização da metodologia portuguesa para a norma europeia, ou pelo menos criar a possibilidade de escolha entre ambas as metodologias, até porque o método europeu é mais prático. Mas salvaguardando que o conforto para o utilizador final não deixe de ser equacionado, assunto este que não é considerado na norma europeia relativamente aos caudais de cálculo e considerando que este método pode ser classificado como de baixo nível de conforto (Silva-Afonso, 2007).

2.4.2 Pressão da rede

Relativamente às pressões na rede, os valores entre ambos os documentos pouco diferem. Enquanto que o DR 23/95, no artigo 87.º, estabelece que os valores de pressão podem oscilar entre os 50 kPa e os 600 kPa, na EN 806-3, ponto 4.3, só é estabelecido um valor máximo de 500 kPa para a pressão estática, com exceção para uma saída em garagem e/ou jardim onde pode chegar aos 1000 kPa, e para a pressão dinâmica um valor de 100 kPa. Ou seja, a Norma Europeia não chega a falar da questão do conforto para o utilizador e durabilidade dos materiais como é referido no documento português, onde é feita a recomendação de que a pressão se situe entre os 150 kPa e os 300 kPa. No entanto, apesar da norma portuguesa recomendar uma gama de pressões relativamente baixa, não deixa de ser unicamente uma recomendação. Portanto, os dispositivos podem estar a receber uma pressão máxima de 600 kPa o que poderá levar a problemas posteriores caso o utilizador adquira equipamentos que tenham sido

desenvolvidos a pensar na norma europeia que comporta um valor de pressões de 100 kPa mais baixo (Silva-Afonso, 2001).

Em suma, a aplicação da Norma Europeia só traria vantagens em limitar as pressões máximas para um valor inferior àquele preconizado no DR 23/95, salvaguardando assim o que já foi referido anteriormente.

2.4.3 Velocidades e perdas de carga

Para as velocidades da água no sistema, o DR 23/95, no artigo 94.º, indica que as mesmas devem situar-se entre os 0,5 m/s e os 2,0 m/s. Já a EN 806-3, ponto 4.4, faz a distinção entre ramais individuais e ramais coletivos. Onde nos ramais individuais estabelece um valor limite de 4 m/s e nos ramais coletivos um valor máximo de 2,0 m/s, sem fazer menção a valores mínimos. No entanto, é referido na Norma Europeia que se tem de ter em conta o regulamento nacional para o caso de ser requerido um valor máximo de velocidades mais baixo para salvaguardar possíveis efeitos de choque hidráulico e ruídos.

Apesar do facto da norma europeia prever a possibilidade de nos ramais individuais a velocidade aumentar para 4 m/s, fazendo com que se possa reduzir o diâmetro das tubagens associadas e consequentemente diminuir os custos associados. Ainda assim, a adoção da EN 806-3 originará níveis de conforto mais reduzidos tendo em conta a proporcionalidade inversa da velocidade em relação à pressão nas condutas, conduzindo a baixos níveis de conforto, contudo não define um valor mínimo de velocidade da água dentro das tubagem e isso pode ser problemático ao nível do aparecimento de fenómenos de corrosão e das maiores perdas de carga associadas (Baptista, 2011).

2.5 Elementos acessórios da rede

2.5.1 Torneiras e fluxómetros

Neste ponto, o DR 23/95, no artigo 100.º, só explica a finalidade de tais elementos. A EN 806-2, ponto 7.2 e 8, é mais extensa. Recomenda que as torneiras devam ser instaladas de maneira a que a torneira de água fria seja instalada à direita e a torneira de água quente à esquerda. No documento europeu também é dito que quando se usa torneiras de mistura mecânicas (não termostáticas), podem ocorrer queimaduras se a água de uma diferente origem falhar ou a pressão da água fria for reduzida. Assim sendo, válvulas de mistura e combinações de torneiras de saída única devem ser abastecidas de água quente e água fria da mesma fonte, por exemplo: cisternas de armazenamento ou condutas. Válvulas de controlo não termostáticas não devem ser usadas para controlar a água para mais de uma saída simultaneamente.

Relativamente à prevenção contra queimaduras, é dito que nas torneiras deve ser dada particular atenção ao controlo de temperatura, (por exemplo: hospitais, escolas, lares, etc...) a instalação de válvulas de mistura termostáticas com limitadores de temperatura deve ser considerada para minimizar o risco de queimaduras. A temperatura máxima recomendada é de $43^{\circ}C$. Em instalações onde haja chuveiros, em infantários e em asilos, deve ser tido o cuidado de limitar a temperatura a um máximo de $38^{\circ}C$. Sendo este último ponto uma falha no documento português e que devia ser colmatada para que não haja espaço para erros e assim estar bem delineado o procedimento de escolha de torneiras para os edifícios como hospitais, escolas, lares ou todos os similares.

Relativamente às torneiras de água potável, a EN 806-2 afirma que nenhuma deve ser instalada no final de um tubo de grande comprimento a partir do qual pequenas quantidades de água são usadas ou quando a torneira é usada poucas vezes.

Deve ser instalada pelo menos uma torneira de água potável em todas as casas para a pia da cozinha (diretiva EU-98/83).

Por fim, a EN 806-2 faz ainda a seguinte recomendação relativamente à diferenciação e identificação das tubagens e componentes: as torneiras devem ser identificadas. Se for usado um código de cor, o vermelho deve identificar a água quente e o azul identificar a água fria.

Apesar de não ser um ponto de extrema importância, o DR 23/95 devia identificar regras de posicionamento das torneiras e da marcação das mesmas para que seja uniformizado e não seja deixado ao critério do instalador, criando assim um processo uniformizado.

2.5.2 Válvulas

Relativamente ao tema das válvulas, a informação presente no DR 23/95, no artigo 101.º, classifica as válvulas em função da sua finalidade, como:

- Válvula de seccionamento – Impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos;
- Válvula de retenção – Impedir a passagem de água num dos sentidos;
- Válvula de segurança – Manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga;
- Válvula redutora de pressão – Manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga;
- Válvula de regulação – Permitir a regulação do caudal.

Define ainda, no artigo 102.º, a sua obrigatoriedade de utilização:

- Seccionamento – à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e ainda imediatamente a montante e a jusante de contadores;
- Retenção – a montante de aparelhos produtores-acumuladores de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários;
- Segurança – na alimentação de aparelhos produtores-acumuladores de água quente;
- Redutora de pressão – nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 kPa e/ou as necessidades específicas do equipamento o exijam.

Na EN 806-2, são previstas as mesmas válvulas para os mesmos tipos de utilização. Contudo, o documento europeu vai além disso e prevê outro tipo de válvulas que são importantes para a segurança de um sistema.

Neste sentido, são referidas válvulas redutoras de pressão e temperatura para dispositivos que devem ser utilizadas nos aparelhos produtores de água quente, especialmente os que possuem reservatório de armazenamento de água, com a função de monitorizar a temperatura da água armazenada e certificar que a água não ultrapassa os $9^{\circ}C$, à exceção de quando existem normativas locais ou nacionais que definam o contrário. Para além disso, serve para descarregar água abaixo da temperatura de "abertura" quando sujeita a uma pressão pelo menos 50 kPa acima da pressão de serviço do reservatório onde estão instaladas. No caso de unidades de aquecimento de água providas exclusivamente de um meio de aquecimento direto, a válvula redutora de pressão e temperatura deve ter um valor de capacidade de descarga pelo menos igual à máxima potência de entrada da água.

Algo que é referido no documento europeu e que seria de relevado interesse ser adicionado ao documento nacional, são os vasos de expansão fechados, a montante ou jusante dos aparelhos produtores de água quente. Estes dispositivos são importantes para atuarem como medida preventiva de segurança no caso de haver mau funcionamento ou até avaria das válvulas de segurança quando haja flutuações de pressão na rede de abastecimento de água. Alguns fabricantes, ou instaladores, indicam a instalação de válvulas de segurança a montante destes aparelhos, no entanto esse dispositivo não vai amortecer a variação de pressão que se pode verificar no aquecimento, ao contrário dos vasos de expansão (Castro, 2008).

Em suma, ambos os documentos estão de acordo em relação ao tipo de válvulas a serem utilizadas e

quanto à utilização previstas das mesmas. No entanto, é de grande interesse que se proceda à atualização do documento nacional com a introdução destes dois tipos de dispositivos com vista à melhoria da segurança e durabilidade da rede.

2.5.3 Contadores

O DR 23/95, no artigo 105.º, refere que o tipo de contadores, o calibre e a classe metrológica dos mesmos a instalar deve ser da responsabilidade da entidade gestora de definir. Posteriormente, define os parâmetros que determinam a definição do contador. Já a EN 806-2, no ponto 11, refere que a instalação dentro ou fora de edifícios deve cumprir a EN 805 e o regulamento da entidade gestora.

Além disto, o DR 23/95, no artigo 106.º, estipula que a cada consumidor deve ser atribuído um contador e que os contadores podem ser instalados isoladamente ou em conjunto. Caso em conjunto, pode ser estabelecido um circuito fechado no qual têm origem os ramais de introdução. O espaço destinado aos contadores e seus acessórios deve ser definido pela entidade gestora, através de adequadas especificações técnicas.

A diferença entre os dois documentos situa-se entre um recomendar o local e tipo de instalação, DR 23/95, e o outro foca-se na preservação da leitura, manutenção e longevidade do contador, EN 806-2.

2.6 Verificação, ensaios e desinfeção

2.6.1 Verificação

No que concerne à verificação do sistema após a sua completa instalação, o DR 23/95 indica que a mesma deve ser feita ainda com todas as canalizações e respetivos acessórios à vista, tal como é dito no seu artigo 110.º. Dessa maneira, existe a certificação de que o sistema está todo em conformidade com as normas em vigor e, caso haja algo de errado na rede, pode proceder-se facilmente à correção do problema.

No entanto, a EN 806, em nenhum dos seus fascículos, menciona qualquer tipo de procedimento para se fazer uma verificação do sistema.

Assim sendo, neste caso, a aplicação da EN 806 não é vantajosa sendo que este é um procedimento importante após a instalação do sistema de abastecimento de água.

2.6.2 Ensaio de estanquidade

Relativamente ao ensaio de estanquidade, ou ensaio hidrostático, a EN 806-4, no ponto 6.1.2, refere que as tubagens terminadas, de material elástico linear (aço, aço inoxidável ou cobre), devem ser ventiladas e lentamente preenchidas com água potável (sem partículas $\geq 150 \mu\text{m}$, quando testadas com filtros mecânicos, de acordo com a EN 13443-1 sobre equipamentos de tratamento de água dentro de edifícios) e sujeitos a um teste de pressão 1,1 vezes superior à pressão máxima de conceção.

Onde houver uma diferença considerável ($> 10^\circ\text{C}$) entre a temperatura ambiente e a temperatura da água, deve aguardar-se por um período de 30 minutos para permitir o equilíbrio da temperatura depois do teste de pressão ter sido submetido. A pressão deve ser mantida durante pelo menos 10 minutos. Não pode haver baixa de pressão ou evidências visuais de fugas de água. Para este ponto, a norma refere um teste em específico (6.1.3.1, teste A).

Já o DR 23/95, no artigo 111.º, adota um procedimento diferente para se efetuar o teste de estanquidade:

- O ensaio de estanquidade deve ser conduzido com as canalizações, juntas e acessórios à vista, convenientemente travados e com as extremidades obturadas e desprovidas de dispositivos de utilização.
- O processo de execução do ensaio é o seguinte:
 - (a) Ligação da bomba de ensaio com manómetro, localizada tão próximo quanto possível do ponto de menor cota do troço a ensaiar;
 - (b) Enchimento das canalizações por intermédio da bomba, de forma a libertar todo o ar nelas contido e garantir uma pressão igual a uma vez e meia a máxima de serviço, com o mínimo de 900 kPa;
 - (c) Leitura do manómetro da bomba, que não deve acusar redução durante um período mínimo de quinze minutos;
 - (d) Esvaziamento do troço ensaiado.

Portanto, o método português contempla uma maior pressão na rede para se efetuar o teste. Essa mesma pressão, de acordo com o DR 23/95 deve ser de 900 kPa, ao par que a EN 806-4, define que deve ser de 550 kPa, ou seja, existe um fator de segurança superior associado ao documento português.

A duração mínima do ensaio é inferior na EN 806-4, recomendando a mesma um tempo mínimo de 10 minutos, 5 minutos a menos que o DR 23/95. No entanto o DR 23/95 nunca menciona a temperatura

da água e das tubagens, como mencionado na EN 804-5, e isso pode implicar resultados diferentes dependendo do material das tubagens, neste caso se materiais visco-elásticos tais como: PE, PP, PEX, PB, etc.

Para além disso, a EN 806-4 nunca refere concretamente que os ensaios devem ser feitos com as tubagens e acessórios à vista, como é especificado no DR 23/95. Refere unicamente que o ensaio é para ser realizado após a instalação da rede e acessórios, o que pode levar a diversas interpretações.

Assim sendo, a aplicação da EN 806-4 poderia ser algo que viesse complementar as normas portuguesas já em vigor, em concreto no que concerne à testagem das tubagens em relação à temperatura. Além disso, seria importante introduzir na metodologia de teste das tubagens em Portugal o registo dos resultados para que, tanto o construtor como o cliente, ficassem salvaguardados de problemas futuros.

2.6.3 Desinfeção dos sistemas

O DR 23/95, no artigo 112.º, não se alonga quanto ao processo de desinfeção do sistema, considerando apenas que os sistemas de distribuição predial de água para fins alimentares e sanitários, depois de equipados com os dispositivos de utilização e antes de entrarem em funcionamento, devem ser submetidos a uma operação de lavagem com o objetivo de desinfeção.

A EN 806-4, no ponto 6.3, considera a desinfeção dos sistemas como um procedimento importante. Neste sentido, está de acordo com o que é apresentado pelo documento português, contudo, vai muito além disso. Como é uma novidade em relação ao que o DR 23/95 apresenta, é incorporado mais à frente neste mesmo documento no ponto 2.7.3.

2.6.4 Prova de funcionamento hidráulico

A EN 806-4 não contempla em específico uma prova de funcionamento hidráulico, parte do pressuposto que a partir do momento em que são efetuados os ensaios de estanquidade, lavagem e desinfeção, o sistema estará a funcionar corretamente.

Já o DR 23/95, no artigo 113.º, realça que após o ensaio de estanquidade e a instalação dos dispositivos de utilização se deve verificar o comportamento hidráulico do sistema para perceber se estes estão a funcionar de acordo com os valores para os quais foram dimensionados.

Neste sentido, o DR 23/95 salvaguarda possíveis problemas com a instalação dos dispositivos, protegendo tanto o utilizador final, como o construtor. Logo, neste ponto o documento nacional encontra-se mais

completo.

2.7 Novidades da EN 806 [Exigências Adicionais]

Neste capítulo, tratar-se-á de expor as novidades que podem vir a ser introduzidas com base no que a EN 806 preconiza, pois o documento europeu faz referência a vários procedimentos e cuidados a ter em conta quanto ao abastecimento de água em instalações hidráulicas prediais que o DR 23/95 não faz. De seguida são apresentados os pontos mais importantes que são novidade da EN 806 em relação ao DR 23/95.

2.7.1 Instalação

A EN 806-4 é um documento que na sua íntegra contempla os vários processos de instalação associados a redes prediais de abastecimento de água. Este documento visa criar uma uniformização dos processos de instalação. Por sua vez, o DR 23/95 não preconiza qualquer procedimento de instalação dentro dos temas que são apresentados de seguida:

- trabalho em obra;
- diferentes tipos de metais;
- comissionamento.

Para além destes pontos abordados, o documento europeu ainda contempla três anexos diferentes:

Anexo A – especificações dos materiais dos sistemas de tubagem - normativo;

Anexo B – dimensionamento e compensação dos efeitos térmicos nas tubagens - informativo;

Anexo C – espaçamentos máximos recomendados para fixação de tubagens metálicas - informativo.

A importância de existir um documento normativo que dite os procedimentos de instalação seria de todo o interesse para todas as partes envolvidas devido à uniformização das metodologias adotadas de maneira a que não houvesse espaço para erros básicos de instalação. Deste modo, a incorporação de um anexo relativo a procedimentos de instalação de redes de abastecimento de água na atualização do DR 23/95 é de elevada importância.

2.7.2 Acessibilidade dos acessórios

Acessórios que necessitem de vistorias ou manutenção regular (por exemplo contadores, válvulas de retenção, filtros, válvulas anti-vácuo, caixas de ar) ou são instaladas com o propósito de serviço ou inspeção (por exemplo manómetros) e todos os controlos (por exemplo, válvulas de seccionamento) devem estar prontamente acessíveis para efeitos de inspeção, manutenção e operação. O acesso a estes componentes não pode ser obstruído por produtos armazenados, mobílias, revestimentos, etc.

2.7.3 Desinfeção dos sistemas

Como sendo algo que é novidade em relação ao que é apresentado no documento português, apresenta-se de seguida o procedimento de desinfeção dos sistemas como é apresentado pela EN 806-4.

Para habitações individuais, e pequenas extensões ou alterações em qualquer instalação, a desinfeção normalmente não é necessária, a lavagem do sistema é suficiente. Qualquer desinfeção feita deve estar de acordo com a legislação do país ou legislação local.

Depois de lavadas, as instalações de distribuição de água potável podem ser desinfetadas onde for especificado pela pessoa responsável ou autoridade. Dependendo do tamanho da instalação, pode ser necessário dividir-se o sistema em secções.

Durante todo o processo de desinfeção, deve ser assegurado que não há descarga de água em nenhuma torneira ou dispositivo de utilização. Em edifícios que estejam a ser usados aquando do processo de desinfeção, deve ser providenciado um sistema de abastecimento de água alternativo.

Onde qualquer conduta de distribuição de água dentro das instalações está para ser desinfetada e possa existir a possibilidade da substância desinfetante poder entrar em contacto com o ponto de distribuição, a entidade gestora tem de ser informada. Pode ser necessário isolar-se por completo a secção a ser desinfetada do sistema de abastecimento de água.

Onde haja a necessidade de descarregar para a rede pública, através de sarjeta ou esgotos, a água usada para desinfetar uma instalação, as autoridades responsáveis têm de ter conhecimento previamente e dar a sua aprovação antes de se realizar qualquer tipo de descarga.

A sequência de desinfeção deve ser:

1. tubagem de serviço;
2. tubagem de abastecimento;

3. cisternas;
4. tubagem de distribuição, conforme aplicável.

Empreiteiros ou utilizadores do edifício, especialmente a trabalhar fora do horário laboral, como equipas de limpeza ou segurança, devem ser informados por meio de avisos em todos os pontos de extração de água. Deve, também, ser assegurado que nenhum outro químico, tal como produtos de limpeza sanitários, é adicionado à água que contém substâncias desinfetantes até à extração da solução desinfetante do sistema.

A EN 806-4, no ponto 6.3.2, especifica como se deve proceder à escolha dos desinfetantes:

- requerimentos locais ou nacionais, disponibilidade e praticas tradicionais justificadas dentro de um estado membro;
- fatores como prazo de validade ou facilidade de manuseamento (na eventualidade de acidentes com colaboradores ou o ambiente);
- considerações de qualidade da água (por exemplo valores de pH e, em caso de hipoclorito de cálcio, a dureza da água);
- os materiais usados dentro da instalação.

Qualquer químico usado para desinfeção da sistemas de água potável deve cumprir com os requerimentos para químicos usados no tratamento de água como fornecido em normas europeias, ou normais nacionais quando as normas europeias não são aplicáveis.

O uso e aplicação de desinfetantes deve estar de acordo com as diretivas europeias relevantes e qualquer regulamento local ou nacional.

Transporte, armazenamento, manuseamento e uso destes desinfetantes pode ser nocivo e por isso devem ser rigorosamente seguidos os requerimentos de segurança e saúde.

Métodos para usar desinfetantes

No ponto 6.3.3, da EN 806-4, especifica o método de como devem ser usados os desinfetantes. Os sistema deve ser preenchido com a solução desinfetante à concentração inicial e pelo tempo de contacto especificado pelo fabricante do desinfetante. Se no fim do tempo de contacto o remanescente do desinfetante é menor que aquele recomendado pelo fabricante, o processo de desinfeção deve ser repetido até a concentração residual ser alcançada após o tempo de contacto apropriado. Após uma desinfeção

bem sucedida, o sistema deve ser imediatamente drenado e cuidadosamente lavado com água potável. A lavagem deve continuar de acordo com as instruções/recomendações do fabricante do desinfetante ou até não haver qualquer vestígio do desinfetante presente na água, ou esteja abaixo de um nível permitido por regulamento nacional. O pessoal que esteja a proceder ao processo de desinfeção deve estar devidamente qualificado.

Após desinfeção com sucesso, o sistema deve ser imediatamente drenado e lavado com água potável. A lavagem deve continuar até o nível residual de desinfetante estar abaixo do que normalmente é permitido por regulamentação nacional.

Depois de lavado o sistema, uma ou mais amostras bacteriológicas devem ser recolhidas e analisadas. Quando uma análise bacteriológica das amostras indicar que a desinfeção adequada não foi alcançada, a instalação deve ser drenada, desinfetada novamente e novas amostras devem ser recolhidas.

Deve ser realizado um registo completo dos detalhes de todo o procedimento e de todos os testes que posteriormente devem ser entregues ao proprietário do edifício.

Desinfeção de cisternas de armazenamento e tubagens de distribuição

Ainda dentro da desinfeção, mas quanto a cisternas de armazenamento, o ponto 6.3.4, da EN 806-4, refere que todas as impurezas visíveis, ou detritos, devem ser removidos do sistema.

Tanto a cisterna de armazenamento como a tubagem de distribuição devem ser preenchidos com água e a válvula de serviço do abastecimento da cisterna fechada. A capacidade da cisterna deve ser determinada e deve ser adicionada à cisterna uma quantidade calculada de desinfetante químico de potência conhecida até que a concentração inicial de solução desinfetante na água da cisterna seja alcançada. A solução desinfetante é extraída pelo sistema ao sucessivamente abrir-se cada ponto de extração de água, que funcionem externamente à cisterna, e fechando-os quando a solução desinfetante com a concentração inicial é descarregada. A cisterna deve ser cheia novamente e solução desinfetante adicionada tão acima quanto necessário durante o tempo da processo, mantendo a concentração inicial em todos os momentos. O tempo de contacto começa quando o sistema completo é preenchido com a solução desinfetante à concentração inicial, incluindo a cisterna a um nível de transbordo.

É essencial que qualquer pintura ou revestimento esteja devidamente seco antes do início do processo de desinfeção começar e deve ser tido cuidado para não ser excedida a concentração inicial da solução desinfetante.

Neste caso, o DR 23/95 deve ser reformulado no sentido de eliminar várias lacunas existentes padronizando assim o método de desinfecção e não deixando a cargo do instalador e/ou construtor a maneira como será feita a desinfecção. O documento português não refere os cuidados a ter aquando da escolha do desinfetante, nem tão pouco faz menção do problema de descarga desse mesmo produto para a rede pública sem primeiro falar com a entidade gestora do mesmo. Em suma, este é um dos pontos em que o DR 23/95 devia ser mais extenso e prever as várias situações já citadas com vista à segurança do utilizador e da rede pública de drenagem de águas residuais.

2.7.4 Operação, Inspeção e Manutenção

No que concerne à operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água em edifícios, a EN 806-5 é extensa quanto às recomendações fornecidas, as quais são abordadas neste documento mais à frente. Contudo, o DR 23/95 não prevê qualquer tipo de indicação quanto a este tema, sendo assim uma novidade. Assim sendo, apresenta-se de seguida as indicações dadas pelo documento europeu relativamente a este tema.

As instalações devem ser operadas e mantidas de tal maneira a que se evite afetar adversamente a qualidade da água potável, o abastecimento aos consumidores e o equipamento da entidade gestora.

As instalações devem ser verificadas em intervalos regulares por questões de qualidade e segurança. Devem ser adotados procedimentos adequados de maneira a manter a performance do sistema ao nível especificado na norma EN 806-2 e as especificações individuais dos produtos referenciados na EN 1717.

As condições de operação da instalação devem ser comparadas com as condições de conceção e instalação, de maneira a assegurar funcionamento adequado.

A responsabilidade da operação, inspeção e manutenção está sujeita aos requerimentos locais e nacionais.

É ainda de salientar que a terminologia relativa à manutenção das instalações dentro de edifícios é frequentemente variada e inconsistente devido a ser abrangida por diferentes vertentes tecnológicas e legislativas (saúde, qualidade da água, canalizadores,...).

2.7.4.1 Manutenção

Para além da manutenção de rotina das tubagens e dos acessórios conectados, válvulas de retenção e dispositivos, de acordo com as instruções do fabricante, deve ser tido especial cuidado para assegurar o adequado funcionamento dos dispositivos de segurança e das unidades de anti-refluxo instaladas nas

tubagens e nos dispositivos. Caso existam dispositivos de tratamento de água instalados, é necessário ter cuidado com os aspetos higiénicos (por exemplo, desenvolvimento de bactérias).

De seguida apresentam-se os procedimentos de inspeção e manutenção recomendados pela norma EN 806-5, no seu ponto 12:

- **inspeção:** o sistema deve ser verificado visualmente com regularidade;
- **manutenção de rotina:** trabalhos em tubagens e acessórios conectados, válvulas de retenção e dispositivos de utilização devem ser levados a cabo de acordo com as instruções do fabricante. Para assegurar a correta operação, dispositivos de segurança e anti-refluxo devem ser verificados em intervalos regulares e mantidos em condições totais de operação ao trocar, onde necessário, qualquer parte gasta (por exemplo, anilhas, molas, diafragmas), tendo em consideração os requisitos e recomendações dados no Anexo A, B e C da EN 806-5;
- **manutenção preventiva:** recomendações do fabricante e/ou instruções relativas a manutenção preventiva (por exemplo, medidores, dispositivos de tratamento de água ou equipamento similar) devem ser seguidos.

2.7.4.2 Inspeção e manutenção

O Anexo A, B e C da EN 806-5, descrevem a inspeção, manutenção e o tipo de trabalho a ser feito para o tipo comum de válvulas, dispositivos e componentes do sistema e recomenda a frequência de tais trabalhos. Os procedimentos e a frequência da inspeção e manutenção devem ser seguidos de acordo com as instruções do fabricante.

A frequência recomendada das inspeções e da manutenção de rotina no Anexo A podem ser modificadas, dependendo de:

- (a) tamanho e complexidade da rede;
- (b) tipo de uso da água (cozinhar, bebidas, banhos, cuidados médicos, etc);
- (c) operação da instalação (permanente, intermitente, sazonal, etc).

2.7.5 Documentação

A documentação de toda a rede de abastecimento de água é um procedimento preconizado na norma europeia enquanto no DR 23/95, no seu artigo 38º, só é previsto ser entregue à entidade gestora da rede ou, no seu artigo 308º aquando da execução da obra, estar disponível no local da obra para o caso de existir uma fiscalização à mesma. Ou seja, nunca está previsto que essa documentação deva ser entregue ao utente final do edifício. Para além de poder retirar carga dos serviços da entidade gestora, o utente pode ficar salvaguardado caso haja a necessidade de proceder a qualquer tipo de manutenção da rede de abastecimento de água com toda a documentação que identifique a mesma.

Contudo, a EN 806-5 define que de maneira a assegurar a correta operação e manutenção, toda a informação relativa à instalação deve estar disponível.

A documentação do fabricante (por exemplo, informação técnica do produto) alusiva à operação e manutenção dos dispositivos conectados deve estar disponível, mantida e seguida, com vista à operação e manutenção.

O relatório de entrega das instalações deve fazer parte da documentação e a manutenção deve ser registada de maneira a que os dados sejam rastreáveis.

2.7.6 Operação

Os sistemas e os dispositivos devem ser operados de maneira a assegurar o seu funcionamento fiável. A não ser que seja especificado algo em contrário nas instruções relevantes de operação, o seguinte deve ser tido em conta:

- (a) Válvulas de seccionamento e de serviço devem estar sempre totalmente abertas ou totalmente fechadas e devem ser verificadas em intervalos regulares relativamente ao seu funcionamento;
- (b) Peças suplentes devem estar rapidamente disponíveis e adequadas ao propósito. Devem ser usadas partes suplentes do fabricante, ou equivalente;
- (c) "As torneiras de passagem e serviço" (pontos de escoamento) não devem ser usados para conectar mangueiras, a não ser que sejam tomadas medidas anti-refluxo (ver EN 1717);
- (d) A ligação de dispositivos pode influenciar a qualidade da água, qualquer conexão e modificação deve ser feita por pessoal qualificado;
- (e) As máquinas de lavar roupa e as máquinas de lavar louça, devem ser ligadas a pontos de es-

coamento, protegidas adequadamente com acessórios anti-refluxo providenciadas para estes dispositivos;

- (f) Mangueiras (por exemplo de jardim) devem ser unicamente ligadas a pontos de extração de água criados para o efeito e que são especificamente concebidos para conexão de mangueiras e são equipados com a proteção anti-refluxo adequada;
- (g) As entradas de ar de válvulas (por exemplo, válvulas anti-vácuo, caixas de ar) não devem ser tapadas ou obstruídas e devem ser protegidas contra possíveis cheias ou contaminações;
- (h) A água contida em partes do sistema raramente usados, (por exemplo, condutas que sirvam quartos de hóspedes, garagens, ou caves) devem ser descarregadas regularmente, não menos que uma vez por semana;
- (i) Condutas de água não devem suportar cargas exteriores;
- (j) Devem ser feitas verificações à temperatura da água nas condutas, cisternas de água fria, reservatórios de água quente e da água extraída das torneiras para se certificar que estão dentro dos limites listados na EN 806-2;
- (k) Deve ser dada particular atenção ao funcionamento e serviço dos dispositivos de segurança e proteção e à localização das válvulas de seccionamento. Deve ser tido em conta os regulamentos nacionais ou locais;
- (l) Onde houver equipamento de tratamento de água instalado, todos os aspetos higiénicos devem ser observados.

Este capítulo da operação, caso venha a ser incorporado na atualização do DR 23/95, não pode ser tido como normativo mas sim informativo.

2.7.6.1 Interrupção à operação e desconexão

Relativamente à possibilidade de interrupção da operação do sistema ou até a sua desconexão, o DR 23/95 nunca prevê essa possibilidade. No entanto, a EN 806-5 no seu ponto 7, descreve os procedimentos a ter em conta, como de seguida será apresentado, em tal cenário.

Todas as instalações que não entrem em funcionamento sete dias após a sua instalação, ou estiverem fora de serviço por mais de sete dias, devem ser desligadas na válvula de seccionamento e drenadas, ou a água deve ser escoada regularmente.

As condutas de serviço, que não sejam solicitadas de imediato após a sua instalação ou que estejam desconectadas temporariamente, devem ser desligadas na entrada do ramal de ligação, e aquelas que não sejam usadas por um período superior a um ano ou mais, também devem ser desligadas do mesmo modo.

Relativamente a instalações de água, localizadas em áreas onde a possibilidade de congelamento das condutas é provável e onde não tenham sido tomadas medidas preventivas de proteção das tubagens para o efeito, devem ser drenadas a tempo de prevenir esse problema.

Para prevenir potenciais danos provocados pela água ou perda de água na eventualidade da ausência prolongada da mesma, é recomendado que o sistema em unidades residenciais seja isolado e no caso de apartamentos, na válvula de serviço à entrada do apartamento.

2.7.6.2 Restabelecimento

Após a interrupção do fornecimento de água, por norma é suficiente que os pontos de extração de água sejam totalmente abertos por um curto período de tempo (aproximadamente cinco minutos) para permitir o vazamento de água estagnada no sistema.

Em sistemas que tenham sido temporariamente fechados e drenados, deve fazer-se com que a água preencha o circuito novamente e seja renovada outra vez antes da operação voltar ao normal, pelo seguinte procedimento:

- (a) As válvulas de seccionamento devem ser abertas, começando pela válvula de serviço de seccionamento. Para prevenir picos de pressão e possíveis danos ao sistema, os tubos devem ser completamente ventilados abrindo lentamente as torneiras. Após isto, as válvulas de seccionamento devem ser totalmente abertas e os tubos escoados;
- (b) Assim que o sistema tenha sido preenchido, escoado, desinfetado e os pontos de extração de água fechados, todas as tubagens, conexões e aparelhos devem ser inspecionados para eventuais sinais de fugas;
- (c) Sistemas que não tenham estado operacionais por um longo período de tempo e/ou não tenham sido escoados ou desconectados da tubagem de abastecimento, só devem ser reconectados e a operação reiniciada pela entidade abastecedora ou um instalador depois da desinfecção (ver norma prEN 806-4:2008, 6.3.1);
- (d) Qualquer equipamento com processo de regeneração deve ser reiniciado manualmente e, no caso

de outros equipamentos de tratamento de água, devem ser seguidas as instruções do fabricante.

2.7.7 Danos e defeitos

2.7.7.1 Alteração na qualidade da água

Onde possíveis danos ou mau funcionamento do sistema, crie o risco de poluição da água ou produza mudanças no cheiro, paladar ou cor da água, ações corretivas devem ser tomadas. Em casos onde ação imediata seja necessária para prevenir danos sérios ou contaminação, o sistema deve ser desligado na válvula de seccionamento e a entidade abastecedora deve ser alertada.

Em caso de estagnação da água e onde a temperatura da mesma não esteja de acordo com o indicado na EN 806-2 existe um risco acrescido de crescimento de bactérias, por exemplo, *Legionella*. As medidas corretivas necessárias devem ser tomadas.

2.7.7.2 Abastecimento de água insuficiente

O insuficiente abastecimento de água pode ser devido a:

- (a) válvulas de seccionamento não estarem totalmente abertas;
- (b) filtros entupidos;
- (c) pontas de spray bloqueados (por pó ou escamas);
- (d) válvulas redutoras de pressão com defeito;
- (e) demasiada água a ser extraída de vários pontos em simultâneo;
- (f) uso de válvulas inadequadas;
- (g) escamação de componentes do sistema, em particular daqueles que transportam água quente;
- (h) alterações na pressão do abastecimento de água;
- (i) rebentamento de um tubo ou tubagem congelada.

2.7.8 Alterações, extensões e reabilitações

Quando sejam feitas alterações significativas, ou extensões, à instalação, em particular as extensões das tubagens que servem os dispositivos, e conexões de sistemas e de dispositivos, pode ser uma potencial fonte de poluição da água potável. Antes destes trabalhos serem efetuados, a entidade gestora deve ser notificada de acordo com os regulamentos locais ou nacionais. Este serviço, juntamente com

manutenção ou troca de dispositivos de segurança ou dispositivos anti-refluxo, devem ser feitas pela entidade fornecedora de água ou um agente qualificado e deve ser documentado (cláusula 5 da EN 806-5).

Quando estiverem para ser trocadas tubagens, acessórios ou dispositivos, deve ser mantida a ligação à terra bem como a ligação equipotencial. Onde tubagem tenha sido usada para fazer ligação à terra, deve ser feita uma mesma ligação alternativa consultando o fornecedor de eletricidade e de acordo com os regulamentos locais ou nacionais.

A marcação ou coloração das tubagens para indicar a rastreabilidade do sistema de tubagens deve ser mantida e protegida.

2.7.9 Acústica

Ao contrário do DR 23/95, a EN 806-2 dá importância à acústica hidráulica. Este ponto é de grande relevância tendo em conta o conforto do utilizador e até para salvaguardar a preservação das instalações hidráulicas. O documento nacional refere que é importante considerar o conforto dos utentes, no entanto, nunca especifica, em concreto, a importância da mitigação de ruídos nas redes hidráulicas prediais, nem tão pouco remete para a legislação nacional em vigor sobre o ruído (*Decreto-Lei n.º 251/87 de 24 de Junho de 1987 do Ministério do Plano e Administração do Território, 2005*).

Na EN 806-2 é referido que, à exceção de instalações de bombeiros, os sistemas devem ser concebidos para assegurar que a produção de ruído é minimizada e que as normas locais ou nacionais sejam cumpridas. De seguida, são apresentados dois temas que vão de encontro às boas práticas a ter em conta para prevenir os problemas acústicos nos sistemas de abastecimento de água.

2.7.9.1 Tubagens

As tubagens devem ser instaladas de tal modo que qualquer ruído gerado dentro delas irá criar uma perturbação mínima aceitável. A tubagem deve ser fixada de maneira a que não esteja em contacto direto com a estrutura.

Preferencialmente devem ser usadas fixações isoladoras de vibração ou suportes. A tubagem não deve ser fixada em painéis de frágil constituição.

Ruídos causados por movimento dos tubos em sistemas de água quente, como resultado de alterações de temperatura, podem ser reduzidos com o uso de braçadeiras resilientes ou almofadas entre os tubos e as braçadeiras. Devem ser usadas liras, ou uma solução alternativa adequada, para tubos retos de comprimento extenso para facilitar o movimento da tubagem.

2.7.9.2 Componentes

Os ruídos e vibrações causadas por bombas ou outros equipamentos deve ser minimizado até um nível aceitável. Na norma EN ISO 3822-1 a 4 estão definidos os métodos de análise laboratorial em emissões de ruído de aparelhos ou equipamentos.

Contudo, o documento europeu remete para consulta dos regulamentos nacionais a definição dos níveis máximos de ruído e metodologias de testagem que devem ser tidos em conta. Neste caso, o DR 23/95 nunca define qualquer tipo de nível máximo de ruído aceitável ou contém qualquer tipo de anexo sobre o assunto, apesar de existir documentação nacional que defina os níveis de ruído aceitáveis (*Decreto-Lei n.º 251/87 de 24 de Junho de 1987 do Ministério do Plano e Administração do Território, 2005*).

Deste modo, para que exista uma uniformização dos padrões de ruído aceitáveis relativamente aos componentes dos sistemas prediais de abastecimento de água, devia ser incluído no documento nacional gamas de ruído entre os quais os componentes devam operar ou pelo menos remeter para a legislação nacional em vigor sobre o assunto.

Ruído dos fluídos na instalações

A EN 806-5, no seu ponto 9.3, alerta que os ruídos hidráulicos nas instalações podem ser devidos a:

- (a) válvulas sem classificação acústica I ou II de acordo com a EN ISO 3822 série;
- (b) válvulas de seccionamento defeituosas ou parcialmente abertas;
- (c) choque hidráulico, causado pela interrupção abrupta do abastecimento de água ou aparelhos de utilização defeituosos, válvulas que não sejam apropriadas, operação incorreta ou instalação de fixações inadequadas;
- (d) velocidades demasiado elevadas devido a pressão elevada ou dimensionamento de tubagens incorreto.

2.7.10 Requerimentos adicionais para sistemas ventilados

2.7.10.1 Cisternas

O documento europeu indica, no ponto 13.1 do seu quinto fascículo, que as cisternas devem ser inspeccionadas em intervalos regulares para assegurar que estão limpas, que os tubos de aviso ou de emergência estão limpos, que as coberturas estão adequadas e devidamente fixas e que não haja sinais de fugas ou deterioração que possam provocar fugas. As cisternas que armazenem água para consumo

devem ser inspecionadas anualmente ou, mais frequentemente, se houver suspeitas de contaminação.

Neste tema o documento europeu remete para a entidade gestora toda a regulamentação, o que pode provocar falhas de inspeção por sobrecarga de trabalho para a entidade gestora e consequentes problemas para os utilizadores da rede.

2.7.10.2 Reservatórios pressurizados

A EN 806-5 indica que quaisquer reservatórios que armazenem água sobre pressão devem ser inspecionados para sinais de deterioração no mínimo tão frequente quanto o fabricante recomendar.

O DR 23/95, no artigo 109.º, é breve e explica só qual a diferença entre uma instalação elevatória e uma instalação sobrepressora, não especificando qualquer tipo de pormenor de quando se devem instalar ou até como se proceder à sua determinação, ainda para mais sendo este um ponto de relevo no abastecimento de um edifício e uma maneira importante de ser eficiente e de se poupar.

2.7.11 Conforto

A questão do conforto, é cada vez mais um ponto importante para quem utiliza o sistema de abastecimento de água. Questão esta que o DR 23/95 aborda relativamente ao dimensionamento do sistema, fornecendo tabelas para auxílio do procedimento em questão com base no conforto pretendido. No entanto, o documento nacional é vago ou omissivo no que se refere a ruídos ou odores relativamente ao abastecimento de água.

Contudo, a EN 806 nunca parametriza o conforto como sendo importante na parte do dimensionamento do sistema, como anteriormente já foi exposto. O único momento em que o conforto é tido em conta no documento europeu é quando se trata da acústica das instalações prediais de abastecimento de água.

Assim sendo, a junção de ambos os documentos seria de extrema importância para se criar uma uniformização dos critérios de conforto com vista a serem elevados os padrões de conforto das instalações prediais de abastecimento de água dependendo da finalidade do edifício.

3 DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

3.1 Conceção dos sistemas de drenagem de águas residuais

3.1.1 Tipos de sistemas

A EN 12056-2 divide em quatro o tipo de drenagem de águas residuais dentro de edifícios:

Sistema I - Sistema com tubo de queda único e tubos dos ramais de descarga parcialmente preenchidos onde as aplicações sanitárias estão conectadas a tubos de ramais de descarga parcialmente cheios. A taxa de ocupação dos tubos dos ramais de descarga é de 50% e estão todos ligados a um único tubo de queda.

Sistema II - Sistema com tubo de queda único com ramais de descarga com taxa de ocupação parcial onde as aplicações sanitárias estão conectadas a ramais de descarga com taxa de ocupação de 70% e estão conectados a um único tubo de queda.

Sistema III - Sistema com tubo de queda único com ramais de descarga com taxa de ocupação total em que as aplicações sanitárias estão conectadas a ramais de descarga com taxa de ocupação total e estão conectadas separadamente a um único tubo de queda.

Sistema IV - Sistema com tubos de queda independentes para os vários ramais de descarga em que os sistemas de drenagem do tipo I, II e III também podem ser divididos por um tubo de queda de águas negras que sirva bacias de retrete e urinóis e um tubo de queda de águas cinzentas que sirva todas as outras aplicações.

O DR 23/95 só contempla um tipo de sistema, aquele em que, tem de haver a separação das águas negras das águas saponáceas, como está explícito no ponto 4 do artigo 217.º. No entanto, ainda no mesmo artigo mas no ponto 5, é prevista a possibilidade de se reunir os ramais de descarga de águas saponáceas ou de urinóis a ramais de descarga de bacias de retrete desde que esteja assegurada a adequada ventilação secundária dos primeiros, tendo em vista impedir fenómenos de sifonagem induzida. Assim sendo, a EN 12056-2 só é similar ao DR 23/95 quanto ao sistema IV em que as águas saponáceas são separadas das águas negras, todos os outros sistemas não são contemplados pelo documento nacional.

3.1.2 Configurações

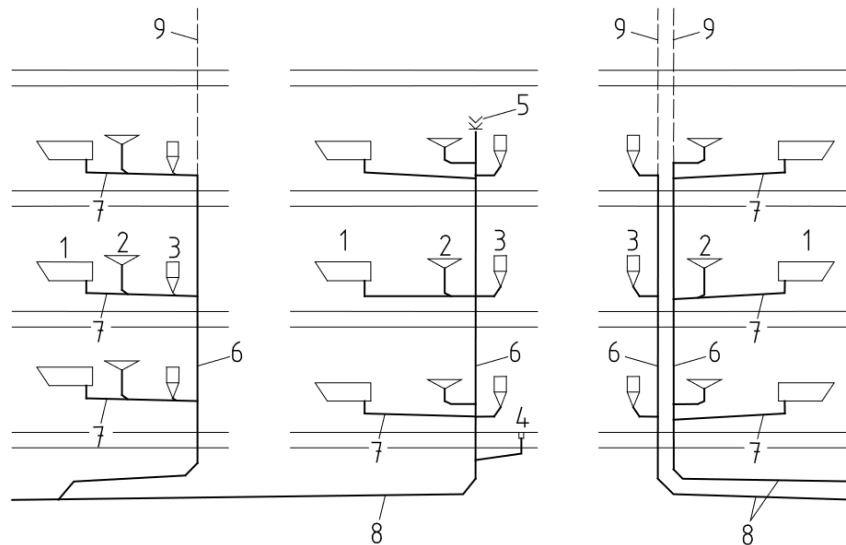
O DR 23/95 especifica no ponto 1 do artigo 238.º, que as colunas de ventilação são um complemento à ventilação efetuada pelos tubos de queda e que devem ser instaladas sempre que a taxa de ocupação de um sétimo seja ultrapassada. Para além disto, o documento português refere ainda que a ventilação das águas residuais domésticas deve ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício, matéria esta em que o documento europeu é omissivo.

O documento nacional não fornece qualquer tipo de exemplo quanto à configuração do sistema de ventilação nem contempla a possibilidade da instalação de válvulas de admissão de ar, seja em ventilação primária ou em ventilação secundária. No entanto, no seu artigo 203.º, refere que a ventilação primária tem sempre de existir e que a mesma é possibilitada pela extensão do tubo de queda até à sua abertura na atmosfera ou, em alternativa, instalar-se colunas de ventilação nos extremos de montante dos coletores prediais. Esta última configuração, a norma europeia já não contempla.

Além da ventilação primária, o DR 23/95 assume que caso seja necessário, deve ser instalada ventilação secundária, parcial ou total, realizada através de colunas ou ramais e colunas de ventilação, tal como é apresentado na EN 12056-2. No entanto, o documento europeu, apesar de também ser omissivo em relação ao traçado das várias tubagens de ventilação, é bastante ilustrativo no seu ponto 4.3 com recurso a exemplos de diversas configurações possíveis do sistema de ventilação, como é apresentado de seguida.

3.1.2.1 Configuração de sistemas com ventilação primária

O controlo de pressão dentro do tubo de queda é conseguido pela fluxo de ar dentro do mesmo até ao topo da coluna de ventilação, como apresentado na figura 3.1. Em alternativa, podem ser usadas válvulas de admissão de ar.

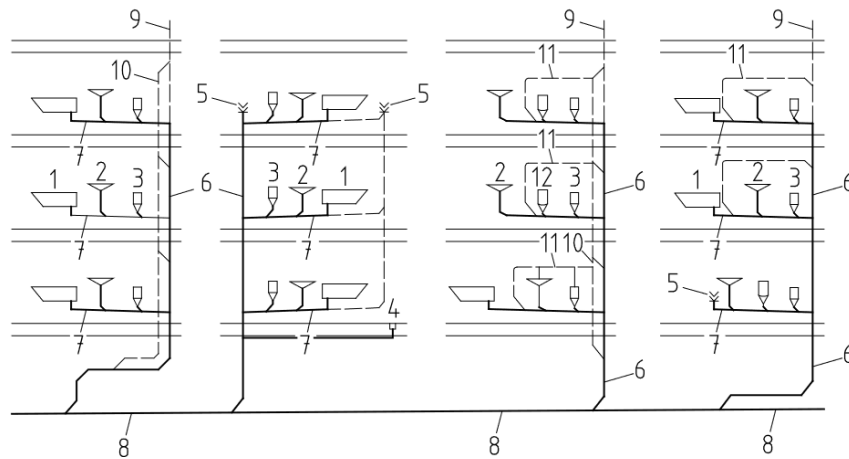
**Legenda:**

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 Chuveiro | 6 Tubo de queda |
| 2 Lavatório | 7 Ramal de descarga |
| 3 Bacia de retrete | 8 Coletor |
| 4 Sifão de pavimento | 9 Tubo de queda ventilado |
| 5 Válvula de admissão de ar | |

Figura 3.1: Configurações de sistemas com ventilação primária (fonte: (EN 12056-2, 2000)).

3.1.2.2 Configurações de sistemas com ventilação secundária

Nos sistemas com ventilação secundária, o controlo de pressão dentro do tubo de queda é conseguido através do uso de condutas de ventilação separadas e/ou ramal secundário de tubos de ventilação em conexão a condutas de ventilação, ver figura 3.2. Em alternativa, podem ser usadas válvulas de admissão de ar.

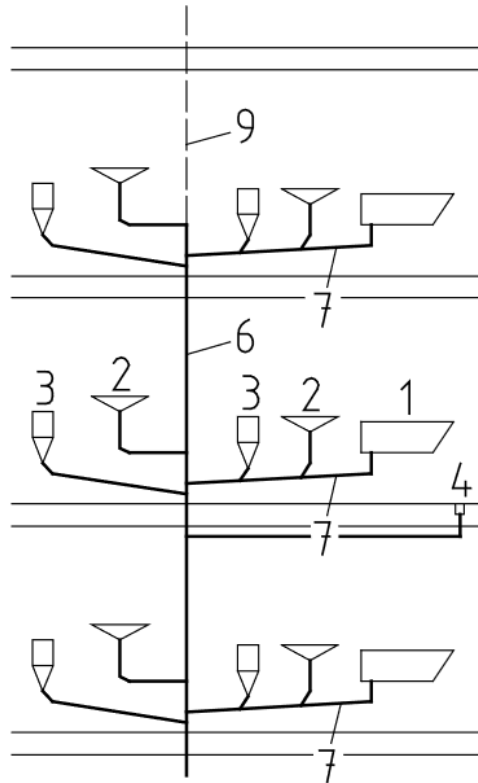
**Legenda:**

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 Chuveiro | 7 Ramal de descarga |
| 2 Lavatório | 8 Coletor |
| 3 Bacia de retrete | 9 Tubo de queda ventilado |
| 4 Sifão de pavimento | 10 Coluna de ventilação |
| 5 Válvula de admissão de ar | 11 Ramal de ventilação |
| 6 Tubo de queda | 12 Urinol |

Figura 3.2: Configuração de sistemas de ventilação secundários. (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

3.1.2.3 Configuração de ramais de descarga não ventilados

Nos ramais de descarga não ventilados, o controlo de pressão no ramal de descarga é alcançado pelo fluxo de ar no ramal de descarga, ver figura 3.3.

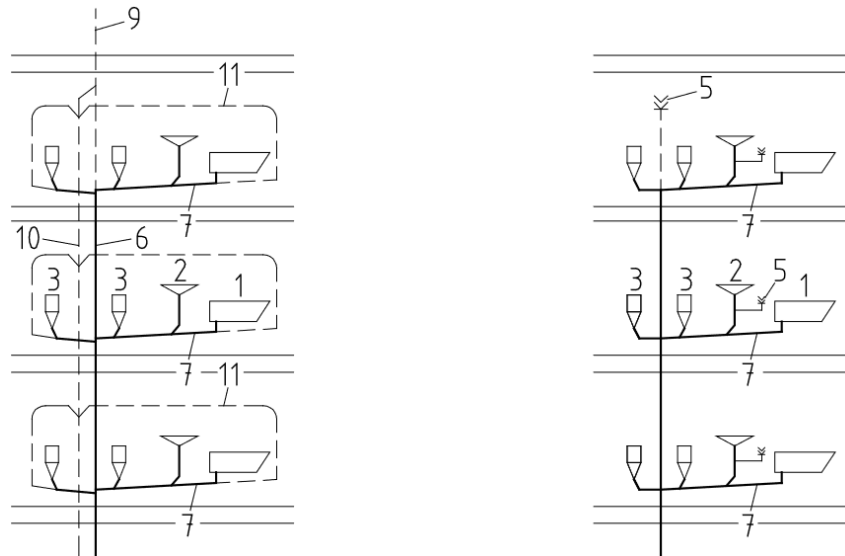
**Legenda:**

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 Chuveiro | 6 Tubo de queda |
| 2 Lavatório | 7 Ramal de descarga |
| 3 Bacia de retrete | 9 Tubo de queda ventilado |
| 4 Sifão de pavimento | |

Figura 3.3: Configuração de ramal de descarga não ventilado (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

3.1.2.4 Configuração de ramais de descarga ventilados

O controlo de pressão nos ramais de descarga ventilados é efetuado pela ventilação dos ramais de descarga, ver figura 3.4. Alternativamente pode-se utilizar válvulas de admissão de ar.

**Legenda:**

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 Chuveiro | 7 Ramal de descarga |
| 2 Lavatório | 9 Tubo de queda ventilado |
| 3 Bacia de retrete | 10 Coluna de ventilação |
| 5 Válvula de admissão de ar | 11 Ramal de ventilação |
| 6 Tubo de queda | |

Figura 3.4: Configurações de ramais de descarga ventilados (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Em suma, o DR 23/95, apesar de não apresentar exemplos das várias configurações possíveis, refere pormenores técnicos construtivos de distâncias e diâmetros a respeitar, ao contrário do que acontece na EN 12056-2 que unicamente apresenta várias possibilidades de configuração sem referir quaisquer tipos de pormenores construtivos. Assim sendo, a aplicação da regulamentação europeia ia ser vantajosa relativamente à diversidade das possibilidades de configuração dos sistemas de drenagem de águas residuais e sua ventilação mas se e só se os detalhes de diâmetros e distâncias a respeitar continuem presentes de maneira a evitar possíveis efeitos indesejados no sistema.

3.2 Regras de disposição

3.2.1 Conformidade com os padrões europeus

A EN 12056-2 determina que se deve cumprir com as normas europeias, sempre que for aplicável, aquando da instalação de aparelhos domésticos, tubagens e acessórios. Essas mesmas normas de produtos frequentemente usados estão listadas no Anexo D do mesmo documento. Já o DR 23/95 não faz qualquer alusão a este tipo de necessidade e isso pode ser o precedente para que aparelhos domésticos

construídos sob orientação de normas europeias não sejam possíveis de ser utilizados, pois existe a possibilidade de entrarem em conflito com o sistema ou até possam avariar devido a incompatibilidades construtivas caso não haja articulação entre normas europeias e nacionais.

3.2.2 Proteção contra cheias, Odores e Fecho hídrico

3.2.2.1 Proteções contra cheias

A EN 12056-2 refere que todos os pontos de abastecimento de água dentro de um edifício devem ser providos de drenagem, ao contrário do DR 23/95 que só contempla a possibilidade de alagamento a partir da entrada em sobrecarga do coletor público, ou seja, é omissivo em relação a este assunto apesar de que no ponto 1 do artigo n.º 259 é referida a obrigatoriedade de colocação de ralos em todos os aparelhos sanitários, o que deixa em aberto locais em que não existam aparelhos sanitários mas unicamente uma torneira com distribuição de água.

Portanto, para que não haja qualquer tipo de omissão e que os utilizadores estejam precavidos de eventuais problemas, o DR 23/95 deve atualizar-se com o disposto na EN 12056-2 para seja clara a obrigatoriedade de existir um local de escoamento em todos os pontos de abastecimento de água para prevenir possíveis problemas de cheias.

3.2.2.2 Odores

A EN 12056-2 refere que todos os aparelhos domésticos conectados ao sistema de drenagem devem ser instalados com um fecho hídrico que previna maus odores de escaparem para dentro do edifício, indo de encontro ao que também está estabelecido no DR 23/95, mais concretamente no primeiro ponto do artigo 253.º.

3.2.2.3 Fecho hídrico

Neste ponto, ambos os documentos estão de acordo quanto ao valor mínimo de 50 mm do fecho hídrico dos sifões, no entanto, o documento português, no ponto 2 do seu artigo 254.º, estabelece explicitamente um valor máximo de 75 mm para esse mesmo fecho hídrico, ao contrário do documento europeu que não estabelece um valor máximo.

3.2.3 Redução de diâmetro nominal

Relativamente ao diâmetro nominal das tubagens, ambos os documentos estabelecem que, na direção do fluxo, a tubagem não pode ser reduzida de diâmetro.

3.2.4 Ventilação

A EN 12056-3 refere que a coluna de ventilação é usada regularmente para ventilar o coletor externo ou o sistema de drenagem de águas residuais público. Assim sendo, deve ter-se o cuidado de assegurar que ventilação aberta seja instalada à medida que seja necessário. Neste ponto, o DR 23/95 contempla a mesma ideia, no entanto vai além disso e refere, no artigo 203.º, que a ventilação primária é obtida pelo prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera ou, quando estes não existam, pela instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante de coletores prediais. O documento nacional refere ainda, no seu artigo 153.º, que não devem existir dispositivos que impeçam a ventilação da rede pública através dos ramais de ligação e das redes prediais.

3.2.5 Válvulas de admissão de ar

Nos locais onde sejam utilizadas válvulas de admissão de ar para ventilar sistemas de drenagem, as mesmas devem estar de acordo com a Norma Europeia 12380 e devem ser dimensionadas de acordo com a tabela 3.10 para ramais e com a tabela 3.11 para tubos de queda e colunas de ventilação.

No DR 23/95 não é contemplado qualquer tipo de situação em que válvulas de admissão de ar sejam usadas para o auxílio da ventilação do sistema. Portanto, neste ponto, a aplicação da EN 12056 seria de grande interesse para precaver possíveis problemas e salvaguardar o bom funcionamento do sistema (Silva-Afonso, 2013).

3.3 Dimensionamento Hidráulico

Relativamente ao dimensionamento hidráulico da drenagem de águas residuais, irá ser feito um comparativo entre ambos os documentos, tendo como base de comparação o documento europeu.

A EN 12056-2 indica que o procedimento de cálculo seguinte é válido para todos os sistemas gravíticos de drenagem que transportem águas residuais domésticas. Todos os outros sistemas de águas residuais devem ser cálculos por outro método.

3.3.1 Dados de base para dimensionamento

Os dados seguintes são a base para o método de cálculo apresentado.

3.3.1.1 Diâmetro do tubo

Todas as capacidades descritas nesta secção são baseadas nos diâmetros internos mínimos apresentados

na tabela 3.1. Tem de ser feita nota de que a tabela utilizada foi retirada da EN 12056-2 onde não feita menção ao material referente aos diâmetros, nem a pressões nominais.

Tabela 3.1: Diâmetros nominais e respetivos diâmetros mínimos internos (fonte:(EN 12056-2, 2000))

Diâmetro Nominal	Diâmetro mínimo interno
DN	$d_{i \text{ min}}$ (mm)
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56
70	68
80	75
90	79
100	96
125	113
150	146
200	184
225	207
250	230
300	290

Aqui o DR 23/95 difere, limitando-se a usar diâmetros nominais mínimos. Neste caso, também devia adotar o uso dos diâmetros internos mínimos como a EN 12056-2 pois assim reduzir-se-ia a possibilidade de erro por diferenças em espessura e conseqüentemente diâmetros internos diferentes.

3.3.1.2 Unidades de descarga

As unidades de descarga (DU na sua sigla em inglês) de uma variedade de aplicações sanitárias são dadas na tabela 3.2. Os valores são dados com o único propósito de cálculo e não estão relacionados com as velocidades de descarga das aplicações sanitárias citadas nas normas dos produtos.

Tabela 3.2: Unidades de descarga (fonte:(EN 12056-2, 2000))

Aparelho	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	DU L/s	DU L/s	DU L/s	DU L/s
Lavatório, bidé	0.5	0.3	0.3	0.3
Chuveiro sem tampão	0.6	0.4	0.4	0.4
Chuveiro com tampão	0.8	0.5	1.3	0.5
Urinol único com cisterna	0.8	0.5	0.4	0.5
Urinol com fluxómetro	0.5	0.3	–	0.3
Urinol embutido	0.2*	0.2*	0.2*	0.2*
Banheira	0.8	0.6	1.3	0.5
Pia de cozinha	0.8	0.6	1.3	0.5
Lava loiça (doméstico)	0.8	0.6	0.2	0.5
Máquina de lavar a roupa até 6 kg	0.8	0.6	0.6	0.5
Máquina de lavar a roupa até 12 kg	1.5	1.2	1.2	1.0
Bacia de retrete com cisterna de 4.0 L	**	1.8	**	**
Bacia de retrete com cisterna de 6.0 L	2.0	1.8	1.2 a 1.7***	2.0
Bacia de retrete com cisterna de 7.5 L	2.0	1.8	1.4 a 1.8***	2.0
Bacia de retrete com cisterna de 9.0 L	2.5	2.0	1.6 a 2***	2.5
Sifão de pavimento com DN 50	0.8	0.9	–	0.6
Sifão de pavimento com DN 70	1.5	0.9	–	1.0
Sifão de pavimento com DN 100	2.0	1.2	–	1.3
<p>* Por pessoa</p> <p>** Não permitido</p> <p>*** Depende do tipo (válido só para bacias de retrete com cisterna de descarga por sifão)</p> <p>– Não usado ou sem dados</p>				

Ao contrário do método usado no documento português que usa os caudais de descarga dos vários aparelhos sanitários, em litros por minuto (L/min), a EN 12056-2 usa unidades de descarga como valor médio desses mesmos aparelhos sanitários e são valores sempre em litros por segundo (L/s).

O facto da Norma Europeia prever caudais de descarga ligeiramente inferiores faz com que o diâmetro calculado das tubagens, conseqüentemente, seja mais pequeno quando comparado com os valores obtidos pela metodologia de cálculo prevista no DR 23/95 por meio do coeficiente de simultaneidade utilizado neste último (Ferreira, 2013).

3.3.1.3 Descarga de aplicações sanitárias não domésticas

As descargas de aplicações sanitárias não domésticas (por exemplo, cozinhas industriais) devem ser determinadas individualmente.

3.3.2 Cálculo do caudal

3.3.2.1 Caudal de águas residuais

Para o cálculo do caudal das águas residuais, o DR 23/95 baseia-se nos caudais de descarga atribuídos aos aparelhos sanitários, para o qual é fornecida uma tabela, no Anexo XIV do mesmo documento, para os aparelhos de utilização mais corrente e nos coeficientes de simultaneidade, valores esses que são retirados do ábaco que é fornecido no Anexo XV do mesmo documento. Porém, nunca é explicitamente indicada nenhuma equação a partir do qual se deva determinar os caudais de cálculo.

No entanto, a EN 12056-2 procede ao cálculo do caudal através da equação 1.

Onde Q_{ww} é o caudal expectável de águas residuais numa parte, ou na totalidade, do sistema de drenagem onde só entram águas residuais de aplicações domésticas, ver tabela 3.2, conectadas ao sistema.

$$Q_{ww} = K\sqrt{\Sigma DU} \quad (1)$$

Onde:

Q_{ww} é o caudal de águas residuais (L/s);

K é o fator de Frequência;

ΣDU é o somatório das unidades de descarga.

3.3.2.2 Fator de Frequência (K)

Os fatores de frequência típicos associados aos diferentes usos são dados na tabela 3.3.

Tabela 3.3: Fatores de frequência de utilização (fonte:(EN 12056-2, 2000))

Tipo de utilização	K
Uso intermitente (ex. escritório, habitação)	0,5
Uso frequente (ex. hospital, escola, restaurante, hotel)	0,7
Uso intenso (ex. instalações ou chuveiros abertos ao público)	1,0
Uso especial (ex. laboratórios)	1,2

3.3.2.3 Caudal total (Q_{tot})

Q_{tot} é o caudal de projeto numa parte, ou na totalidade, do sistema de drenagem onde as aplicações sanitárias, aplicações com caudal contínuo e/ou estações elevatórias de águas residuais estão ligadas ao sistema.

Fluxos contínuos e emissões de bombas devem ser adicionadas ao caudal das águas residuais sem qualquer tipo de redução.

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \quad (2)$$

Onde:

Q_{tot} é o caudal total (L/s);

Q_{ww} é o caudal de águas residuais (L/s);

Q_c é o caudal contínuo (L/s);

Q_p é o caudal de água bombeado (L/s).

3.3.2.4 Regras de cálculo

A capacidade do tubo (Q_{max}) deve ser o maior valor entre:

- O caudal de águas residuais calculado (Q_{ww}) ou o caudal total (Q_{tot});
- O caudal da aplicação sanitária com o maior valor de descarga unitária, ver tabela 3.2.

Por questão de conveniência, alguns valores de Q_{ww} ou Q_{tot} calculados para diferentes fatores de frequência (K) e somatórios de unidades de descarga (DU) estão tabelados no Anexo B da EN 12056-2.

3.3.3 Configuração dos ramais de descarga

3.3.3.1 Ramais de descarga não ventilados

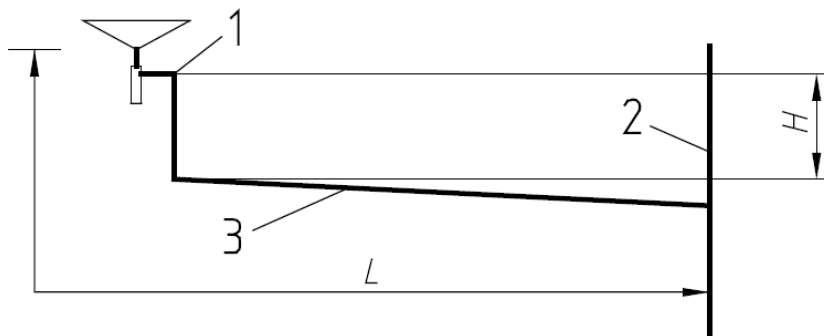
Os tamanhos e limitações aquando do uso de ramais de descarga não ventilados, dependendo do tipo de configuração do sistema, são dados nas tabelas 3.4 e 3.5. Quando as limitações não puderem ser cumpridas, os ramais de descarga devem ser ventilados, a não ser que os regulamentos locais ou nacionais ou os procedimentos permitam o uso de tubagens de maior diâmetro ou válvulas de admissão de ar. As limitações dadas na tabela 3.5 são simplificações. Contudo, o documento europeu remete, na necessidade de mais informações, para a consulta dos regulamentos locais e nacionais e seus procedimentos.

Tabela 3.4: Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetros nominais (DN) (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Q_{max} L/s	Sistema I DN (mm)	Sistema II DN (mm)	Sistema III DN (mm)	Sistema IV DN (mm)
0.40	*	30	Ver tabela 3.6	30
0.50	40	40		40
0.80	50	*		*
1.00	60	50		50
1.50	70	60		60
2.00	80**	70**		70**
2.25	90***	80****		80****
2.50	100	90		100
*Não permitido				
**Sem bacias de retrete				
***Não mais do que duas bacias de retrete e uma mudança de direção inferior a 90°				
****Não mais que uma bacia de retrete				

Tabela 3.5: Limitações (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Limitações	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Comprimento máximo da tubagem (L)	4,0 m	10,0 m	ver tabela 3.6	10,0 m
Número máximo de curvas de 90°	3 *	1*		3*
Queda máxima (H) com inclinação $\geq 45^\circ$	1.0 m	**6.0 m DN > 70 **3.0 m DN = 70		1,0 m
Inclinação mínima	1,0%	1,50%		1,0%
*ligação ao aparelho não incluída				
**Se DN < 100 mm e o ramal de descarga servir uma bacia de retere, então não poderão ser ligados outros aparelhos mais do que 1,0 m acima da ligação a um sistema ventilado.				

**Legenda:**

- 1- Curva de conexão 2- Tubo de queda 3- Ramal de ventilação

Figura 3.5: Limitações para ramais de descarga não ventilados nos sistemas I, II e IV (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Tabela 3.6: Limitações das tubagens para ramais de descarga não ventilados, Sistemas III (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Aparelho sanitário	Diâmetro DN (mm)	Fecho hídrico min. (mm)	Distância máxima entre sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação %	Número máximo de curvas	Queda vertical (m)
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	30	75	1,7	2,2 ¹	0	0
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	30	75	1,1	4,4 ¹	0	0
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	30	75	0,7	8,7 ¹	0	0
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	40	75	3,0	1,8 a 4,4	2	0
Banheira, Chuveiro	40	50	Sem limite ²	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Urinol Suspenso	40	75	3,0 ³	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Urinol de espaldar	60	50	3,0 ³	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Pia lava-louça (DN 40)	40	75	Sem limite ²	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Máquina louça ou roupa	40	75	3,0	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Bacia de retrete (DN ≤ 80)	75	50	Sem limite	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Bacia de retrete (DN > 80)	100	50	Sem limite	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Ralo com triturador	40 Min.	75	3,0 ³	13,5 Min.	Sem limite ⁴	1,5
Sifão de pavimento	50	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	1,5
Sifão de pavimento	70	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	1,5
Sifão de pavimento	100	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	1,5
4 Lavatórios	50	75	4,0	1,8 a 4,4	0	0
Urinóis de vaso	50	75	Sem limite ³	1,8 a 9	Sem limite ⁴	1,5
Máximo de 8 bacias de retrete	100	50	15,0	0,9 a 9	Sem limite ⁴	1,5

¹ - Um gradiente mais acentuado é permitido se o tubo for menor que o comprimento máximo permitido

² - Se o comprimento for superior a 3m tem de assumir-se um aumento de ruído e de risco de bloqueio da rede;

³ - Deve assumir o valor mínimo possível para evitar riscos de deposição de sólidos

⁴ - Devem evitar-se curvas acentuadas

3.3.3.2 Ramais de descarga ventilados

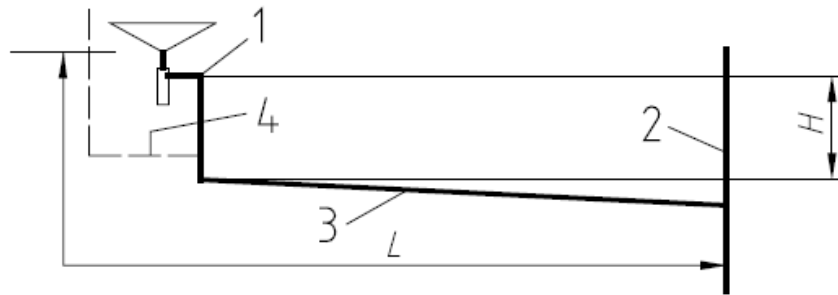
Os tamanhos e limitações aquando do uso de ramais de descarga ventilados são dados nas tabelas 3.7 e 3.8. As limitações dadas na tabela 3.8 são simplificações. Para mais informações, ver os regulamentos locais e nacionais e seus procedimentos.

Tabela 3.7: Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetros nominais (DN) (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Q_{max} L/s	Sistema I DN	Sistema II DN	Sistema III DN	Sistema IV DN
	Ramal/ventilação	Ramal/ventilação	Ramal/ventilação	Ramal/ventilação
0,60	*	30/30	Ver tabela 3.9	30/30
0,75	50/40	40/30		40/30
1,50	60/40	50/30		50/30
2,25	70/50	60/30		60/30
3,00	80/50**	70/40**		70/40**
3,40	90/60***	80/40****		80/40****
3,75	100/60	90/50		90/50
*Não permitido				
**Sem bacias de retrete				
***Não mais do que duas bacias de retrete e uma mudança de direção inferior a 90°				
****Não mais que uma bacia de retrete				

Tabela 3.8: Limitações (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Limitações	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Comprimento máximo da tubagem (L)	10,0 m	Sem limite	ver tabela 3.9	10,0 m
Número máximo de curvas de 90°	Sem limite	Sem limite		Sem limite
Queda máxima (H) com inclinação $\geq 45^\circ$	3,0 m	3,0 m		3,0 m
Inclinação mínima	0,5%	1.50%		0,5%
*ligação ao aparelho não incluída				
**Se DN < 100 mm e o ramal de descarga servir uma bacia de retrete, então não poderão ser ligados outros aparelhos mais do que 1,0 m acima da ligação a um sistema ventilado.				

**Legenda:**

1 Curva de conexão

3 Ramal de descarga

2 Tubo de queda

4 Ramal de ventilação

Figura 3.6: Limitações dos ramais de descarga ventilados dos sistemas I, II e IV (fonte: (EN 12056-2, 2000))

Tabela 3.9: Limitações das tubagens para ramais de descarga ventilados, Sistemas III (fonte: (EN 12056-2, 2000)).

Aparelho sanitário	Diâmetro DN (mm)	Fecho hídrico min. (mm)	Distância máxima entre sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação %	Número máximo de curvas	Queda vertical (m)
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	30	75	3,0	1,8 Min.	2	3,0
Lavatório, Bidé (sifão DN 30)	40	75	3,0	1,8 Min.	Sem limite	3,0
Banheira, Chuveiro	40	50	Sem limite ²	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Urinol suspenso	40	75	3,0 ³	1,8 Min.	Sem limite ⁴	3,0
Urinol de espaldar	60	50	3,0 ³	1,8 Min.	Sem limite ⁴	3,0
Pia lava-louça (DN 40)	40	75	Sem limite ²	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Máquina louça ou roupa	40	75	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Bacia de retrete (DN ≤ 80)	75	50	Sem limite	1,8 Min.	Sem limite ⁴	1,5
Bacia de retrete (DN > 80)	100	50	Sem limite	1,8 Min.	Sem limite ⁴	1,5
Ralo com triturador	40 Min.	75	3,0 ³	13,5 Min.	Sem limite ⁴	3,0
Sifão de chuveiro, sifão de pavimento	50	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Sifão de pavimento	70	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Sifão de pavimento	100	50	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite	Sem limite
Urinóis de vaso	50	75	Sem limite ³	1,8 Min.	Sem limite ⁴	Sem limite
Máximo de 8 bacias de retrete	100	50	15,0	0,9 Min.	Sem limite ⁴	Sem limite

¹ - Um gradiente mais acentuado é permitido se o tubo for menor que o comprimento máximo permitido

² - Se o comprimento for superior a 3m tem de assumir-se um aumento de ruído e de risco de bloqueio da rede;

³ - Deve assumir o valor mínimo possível para evitar riscos de deposição de sólidos

⁴ - Devem evitar-se curvas acentuadas

No Anexo XIV do DR 23/95 são indicados diâmetros mínimos, sem especificar se são internos ou não. Contudo, nunca indica comprimentos máximos de tubagem ou número máximo de curvas da mesma. Assim sendo, a norma europeia é muito mais completa neste sentido, fazendo com que a sua integração

na legislação portuguesa seja de extrema importância.

3.3.3.3 Válvulas de admissão de ar para ramais

No caso de serem usadas válvulas de admissão de ar para ventilar ramais ou aplicações, as mesmas devem cumprir a norma EN 12380 (Válvulas de admissão de ar para sistemas de drenagem) e devem ser dimensionadas de acordo com a tabela 3.10.

Tabela 3.10: Caudais mínimos de ar para válvulas de admissão de ar em ramais (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Sistema	Q_a (L/s)
I	$1 * Q_{tot}$
II	$2 * Q_{tot}$
III	$2 * Q_{tot}$
IV	$1 * Q_{tot}$
Q_a = fluxo de ar mínimo em litros por segundo (L/s)	
Q_{tot} = Caudal total em litros por segundo (L/s)	

O DR 23/95 não contempla qualquer tipo de informação relacionada com as válvulas de admissão de ar. Neste caso, a aplicação da Norma Europeia 12056-2 seria de grande interesse no sentido de facilmente solucionar problemas de pressão no sistema de drenagem de águas residuais com a introdução de válvulas de admissão de ar.

3.3.4 Configurações dos tubos de queda

3.3.4.1 Tubos de queda primários ventilados

Para os tubos de queda primários ventilados, a EN 12056-2 fornece a tabela 3.11 com as suas dimensões e limitações.

Tabela 3.11: Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetro nominal (DN) (fonte:(EN 12056-2, 2000)).

Tubo de queda e coluna de ventilação	Sistema I, II, III e IV	
	Q_{max}	
DN	Entradas retangulares	Entradas arredondadas
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80*	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100**	4,0	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16,0	21,0
* Tamanho mínimo onde as bacias de retrete estão conectadas no sistema II		
** Tamanho mínimo onde as bacias de retrete estão conectadas no sistema I, II e IV		

3.3.4.2 Tubos de queda secundários ventilados

Para os tubos de queda secundários ventilados, a EN 12056-2 fornece a tabela 3.12, com as suas dimensões e limitações.

Tabela 3.12: Capacidade hidráulica (Q_{max}) e diâmetro nominal (DN) (fonte:(EN 12056-2, 2000))

Tubo de queda e Tubo de ventilação	Tubo de ventilação secundário	Sistema I, II, III, IV Q_{max} (L/s)	
		Entrada quadrada	Entrada redonda
DN	DN		
60	50	0,7	0,9
70	50	2,0	2,6
80	50	2,6	3,4
90	50	3,5	4,6
100	50	5,6	7,3
125	70	7,6	10,0
150	80	12,4	18,3
200	100	21,0	27,3
* Dimensão mínima onde bacias de retere estão conectadas no sistema II			
** Dimensão mínima onde bacias de retere estão conectadas no sistema I, III e IV			

O DR 23/95, no que concerne a tubos de queda de drenagem de águas residuais, no ponto 5 do artigo 231.º, sucintamente remete, a título exemplificativo, para o Anexo XVIII e XIX do mesmo documento. Sendo o primeiro relativo a dimensionamento de tubos de queda de águas residuais e o segundo para o dimensionamento de tubos de queda de águas pluviais, representado pela equação 3 onde a mesma é aplicável para a hipótese de escoamento em descarregador.

$$Q_c = \left(\alpha + \beta \frac{H}{D}\right) \pi D H \sqrt{2gH} \quad (3)$$

Com:

$$\alpha = \begin{cases} 0,453 & \text{— entrada de caudal no tubo de queda com aresta viva} \\ 0,578 & \text{— entrada cónica no tubo de queda} \end{cases}$$

$$\beta = 0,350$$

Em que:

Q_c = caudal de cálculo (m^3/s);

H = carga no tubo de queda (m);

g = aceleração da gravidade (m/s^2).

Contudo, o documento nacional não faz distinção entre tubos de queda primários ou secundários, utiliza dois termos distintos: tubo de queda e coluna de ventilação. No entanto, fornece apenas os anexos mencionados anteriormente e a título informativo, ou seja, deixa ao arbitrio do instalador o procedimento de dimensionamento dos mesmos.

Em contrapartida estabelece que é necessária a realização de cálculos de modo a aferir os valores de diâmetro mais adequados tendo por base duas variáveis:

- taxa de ocupação – valor esse que depende da existência, ou não, de ventilação secundária;
- caudais de cálculo – obtidos a partir do somatório dos caudais de descarga.

Para além disso, a EN 12056-2 nada refere quanto à obrigatoriedade da existência de ventilação secundária para os casos onde os tubos de queda ultrapassem os 35 metros de comprimento e um caudal superior a 700 L/min, como está previsto no ponto 3 do artigo 231.º do DR 23/95.

Neste caso, a aplicação da Norma Europeia seria interessante pelo facto de ser mais expedita em relação à obtenção dos valores de diâmetro dos tubos de queda e porque é muito mais pormenorizada relativamente às restrições e dimensões permitidas. No entanto, uma vez mais, os valores poderiam estar a ser inferiores ao necessário por serem usados caudais de descarga dos aparelhos sanitários inferiores aos preconizados no DR 23/95, levando a um subdimensionamento do sistema. Assim sendo, a junção de ambos os documentos seria o ideal.

3.3.4.3 Válvulas de admissão de ar para tubos de queda

A EN 12056-2 refere que nos locais onde sejam usadas válvulas de admissão de ar para ventilar tubos de queda, as mesmas devem cumprir com a EN 12380 e devem ser dimensionadas com o caudal acumulado (Q_a) nunca menor que oito vezes o caudal total ($8 \times Q_{tot}$).

Neste caso, o DR 23/95 não contempla qualquer tipo de informação sobre válvulas de admissão de ar para tubos de queda, o que é uma falha porque limita as soluções construtivas legalmente permitidas e obriga a que sejam usados diâmetros de tubagem superiores para acomodar a passagem de ar quando as mesmas válvulas poderiam estar a fazer esse tipo de trabalho.

3.3.4.4 Tubagem ventilada

No que concerne à ventilação de tubos de queda, colunas de ventilação ou a ramais de descarga ventilados, a EN 12056-2 refere que devem ser aumentados de tamanho, em termos de secção, se forem compridos ou tiverem muitas curvas. No entanto, não é referido a partir de que comprimento os tubos

são considerados compridos ou quando é que se pode considerar que têm muitas curvas. Para mais informações remete para a legislação local e nacional e seus procedimentos.

O DR 23/95, contudo, não contém informação sobre este tipo de situação de diâmetros serem aumentados no caso de haver muitas curvas ou comprimentos muito extensos. No entanto a norma europeia não fala de qualquer tipo de diâmetro mínimo para ramais de ventilação em relação aos respetivos ramais de descarga, nem tão pouco fala de inclinações.

3.3.5 Configurações dos coletores

A EN 12056-2 define que a capacidade dos coletores deve ser calculada usando qualquer fórmula de hidráulica estabelecida, usando tabelas ou gráficos como for conveniente. Contudo, em casos de disputa, deve usar-se a equação de Colebrook-White.

Para motivo de conveniência, a capacidade dos coletores calculados através da equação de Colebrook-White são apresentados no Anexo B, da EN 12056-2, de modo informativo.

Para coletores enterrados fora dos edifícios, a norma europeia remete para a consulta da EN 752 (Sistemas de drenagem e esgotos no exterior de edifícios).

Em suma, a EN 12056-2 não especifica nenhum tipo de cuidado extra a ter, ou seja, facilita o cálculo com tabelas predefinidas e caso haja alguma dúvida, refere que aí sim se recorra à metodologia de cálculo.

Já o DR 23/95 é mais elucidativo quanto às razões de se necessitar de um coletor predial e também relativamente ao seu dimensionamento hidráulico. Contudo, não explicita que tipo de equações sejam usadas nem tão pouco fornece tabelas com cálculos predefinidos para facilitar o processo.

Ainda quanto ao dimensionamento hidráulico, o DR 23/95 no ponto 2 do artigo 246.º define que, no limite, os coletores devem ser dimensionados para um escoamento não superior a meia secção. Por sua vez, na tabela B.2 do Anexo B da EN 12056-2 é referida a possibilidade do escoamento a 70% de taxa de ocupação. A norma europeia, ao contrário do documento nacional, não refere diâmetros mínimos de coletores e também não prevê câmaras de ramal de ligação.

Aqui, a interligação de ambos os documentos seria de elevado interesse pois apesar de o documento português ser mais exaustivo e detalhado quanto ao processo de concessão da configuração dos coletores, este pode levar a um processo mais demorado que por vezes pode não significar notória vantagem ao par que com a metodologia da EN 12056-2 o processo de concessão da configuração dos coletores pode ser simplificado caso se adotem procedimentos tabelados para projetos em que não seja necessário tanto

detalhe.

3.4 Novidades da EN 12056-2

3.4.1 Estações elevatórias prediais

O DR 23/95, no ponto 2 do seu artigo 205.º indica que as águas residuais recolhidas abaixo do nível do arruamento, como é o caso de caves, mesmo que localizadas acima do nível do coletor público, devem ser elevadas para um nível igual ou superior ao do arruamento, atendendo ao possível funcionamento em carga do coletor público, com o conseqüente alagamento das caves. No ponto 3 do mesmo artigo, refere que caso sejam utilizadas soluções técnicas que garantam o não alagamento das caves pode dispensar a exigência do número anterior. Ou seja, o documento português exige que as águas residuais devam ser elevadas para um nível igual ou superior ao do arruamento mas não especifica diretamente através de que método. Só no artigo 262.º é que são abordadas as estações elevatórias, artigo este onde pouco é dito sobre as mesmas, pois o ponto 2 do mesmo artigo remete para a parte pública da drenagem de águas residuais. O facto de se remeter para a esfera da rede de drenagem de águas residuais públicas faz com que não sejam abordadas especificamente as necessidades prediais devido ao facto da dimensão de ambas as estações elevatórias serem totalmente distintas.

Em contraste, o fascículo 4 da EN 12056 é inteiramente dedicado a estações elevatórias de águas residuais domésticas. O mesmo documento define detalhadamente:

- Proteções contra retornos;
- Instalação;
- Seleção do tipo de estações elevatórias;
- Comissionamento;
- Inspeção e manutenção.

Sendo que a documentação portuguesa é muito parca em relação a este tema e tendo em conta que é um assunto bastante importante, seria de extrema importância atualizar-se o regulamento português com base no que é preconizado na EN 12056-4.

3.4.2 Válvulas de admissão de ar

Como já foi referido anteriormente, o DR 23/95 nunca prevê a possibilidade da existência de válvulas de admissão de ar nos sistemas de drenagem de águas residuais, ao contrário do que é previsto na EN 12056-2. O uso deste tipo de válvulas serviria para equilibrar a pressão no sistema e ao mesmo tempo proteger o fecho hídrico dos sifões.

4 DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.1 Dimensionamento Hidráulico

4.1.1 Quantificação de escoamento de água pluvial

A EN 12056-3 refere que relativamente ao cálculo do caudal de águas pluviais a ser drenada para fora do telhado sobre condições de escoamento constante deve ser calculado a partir da equação 4.

$$Q = r \times A \times C \quad (4)$$

Onde:

Q – é o caudal de água, em litros por segundo (L/s);

r – intensidade da chuvada, em litros por segundo, por metro quadrado [$L/(s \times m^2)$];

A – é a área efetiva de telhado, em metros quadrados (m^2);

C – é o coeficiente de escoamento (usado com o valor de 1,0 a não ser que a regulamentação local ou nacional ditem o contrário), adimensional.

O DR 23/95 não especifica nada quanto a metodologias de cálculo, só define no ponto 2 do artigo 213.º que os caudais de cálculo de ramais de descarga de águas pluviais devem basear-se nas áreas a drenar em projeção horizontal, no coeficiente de escoamento e na precipitação. E, no artigo 129.º, define que o coeficiente de escoamento é a razão entre a precipitação útil, isto é, aquela que dá origem a escoamento na rede e a precipitação efetiva, ou seja, aquela que cai dentro da bacia e pode ser estimado através do gráfico e das expressões analíticas constantes do Anexo X do mesmo documento. No entanto, deixa em branco como se obtém o valor do caudal.

Assim sendo, neste caso, a EN 12056-3 define de modo claro a metodologia de cálculo a utilizar, procedimento este que o documento português também devia adotar para que não haja espaço para

interpretações erradas.

4.1.2 Intensidade da chuvada r

Relativamente a este ponto, a EN 12056-3 obtém a intensidade da chuvada, desde que haja dados estatísticos suficientes, de maneira idêntica ao método português. A EN refere que caso não haja dados estatísticos suficientes deve ser usada uma tabela com valores de intensidade mínima de precipitação tabelados e posteriormente multiplicar esse valor por determinado fator de risco que também está tabulado no mesmo documento.

Já o DR 23/95, no caso de não haver dados estatísticos suficientes, ou quando não se considere indispensável a análise estatística, fornece um anexo com curvas de três regiões pluviométricas onde se indicam os parâmetros a considerar para os vários períodos de retorno. Note-se também que o documento europeu, para a intensidade de precipitação, usa o tempo em segundos ao contrário do documento português que usa os dados em minutos.

O documento europeu refere que quando houver dados estatísticos adequados da precipitação, relacionados com a frequência da recorrência de tempestades de intensidade e duração específicas, a intensidade de precipitação, r , usada na equação 4 deve ser escolhida com a devida consideração da natureza e uso do edifício e apropriada para o grau de risco que pode ser aceite. Indica também que quando forem usados dados estatísticos de precipitação, a clausula apresentada de seguida não deve ser tida em consideração.

A EN 12056-3 salienta que quando não houver dados estatísticos de precipitação, deve ser escolhida uma intensidade mínima de precipitação usada como base para a conceção a partir da tabela 4.1, apropriada para o clima onde o edifício estiver implantado e de acordo com a regulamentação local e nacional e seus procedimentos. Contudo, esta referida tabela pode induzir a várias interpretações tendo em conta que não associa a intensidade de precipitação a nenhum tipo de duração nem tão pouco a regiões. A intensidade mínima de precipitação deve ser multiplicada por um fator de risco dado na tabela 4.2 para obter a intensidade de precipitação, r , a ser usada na equação 4, a não ser que a regulamentação local ou nacional e os seus procedimentos ditem o contrário.

Tabela 4.1: Intensidades de precipitação (fonte:(EN 12056-3, 2000))

Intensidade da chuvada L/(s.m²)
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,040
0,050
0,060

Tabela 4.2: Fatores de risco (fonte:(EN 12056-3, 2000))

Situação	Fator de Risco
Caleira de beiral	1,0
Caleira de beiral onde a água que transborde possa ser de grande inconveniência, por exemplo sobre a entrada de um edifício público	1,5
Algerozes onde possa existir a possibilidade da água transbordar, devido a fenómenos de precipitação intensa, para dentro do edifício	2,0
Algerozes em edifícios onde seja necessário um elevado nível de proteção: -Hospitais -Instalações de comunicações críticas -Locais onde sejam armazenadas substâncias que quando molhadas produzam gases tóxicos ou sejam inflamáveis -Edifícios onde sejam armazenadas obras de arte	3,0

É importante fazer a ressalva de que o processo de cálculo não é idêntico em ambos os casos e de que a tabela 4.1 apresentada pela EN 12056-3 é um pouco incompleta. Contudo, no que concerne a este ponto, apesar de ambos os documentos estarem de acordo em certos aspetos, é interessante fazer relevo à importância de possivelmente se vir a adotar a variável do fator de risco tendo sempre em consideração o edifício em questão. Deste modo ia haver uma majoração de diâmetros de tubagens de maneira a evitar possíveis problemas futuros.

4.1.3 Área efetiva de telhado **A**

Relativamente a este tópico, o DR 23/95 não faz qualquer tipo de referência. É um ponto importante a considerar pois pode levar a um erro de cálculo que conseqüentemente poderá acarretar problemas de drenagem.

No que concerne à área efetiva de telhado a ser usada no cálculo do caudal, a EN 12056-3 especifica que nenhuma redução deve ser feita aos efeitos do vento quando se estiver a calcular a área efetiva de telhado, a não ser que regulamentos locais ou nacionais e os seus procedimentos ditem o contrário.

A EN 12056-3 refere ainda que onde nenhuma redução do efeito do vento for feita, a área efetiva de telhado deve ser calculada a partir da equação 5.

$$A = L_R \times B_R \quad (5)$$

Onde:

A – é a área efetiva de telhado, em metros quadrados (m^2);

L_R – é o comprimento de telhado a ser drenado, (ver figura 4.1) , em metros (m);

B_R – é a largura de telhado a ser drenado, da linha de cumeeira ao algeroz (ver figura 4.1), em metros (m).

Quando for considerada uma redução ao efeito do vento, a área efetiva de telhado deve ser calculada de acordo com um método escolhido da tabela 4.3.

Em zonas onde o vento for tido em conta nos cálculos da precipitação, onde a chuva que embate nas paredes devido ao efeito do vento pode escorrer para o telhado ou para um algeroz, 50% da área da parede deve ser adicionada à área efetiva de telhado.

Tabela 4.3: Área efetiva de telhado impermeável (fonte:(EN 12056-3, 2000))

Redução a ser feita devido ao efeito do vento	Área efetiva de telhado impermeável, A m ²
Chuva desviada pelo vento 26° em relação ao plano vertical	$A = L_R \times (B_R + \frac{H_R}{2})$
Chuva perpendicular ao telhado (por exemplo, área superficial do telhado usado)	$A = L_R \times T_R$

Notas:

L_R é o comprimento de telhado a ser drenado, em metros (m);

B_R é a largura em planta da cumeeira ao algeroz, em metros (m);

H_R é a altura do telhado da cumeeira ao algeroz, em metros (m);

T_R é distância medida no telhado da cumeeira ao algeroz, em metros (m);

A é a área efetiva de telhado impermeável, em metros quadrados (m²).

A figura 4.1 ilustra estas dimensões.

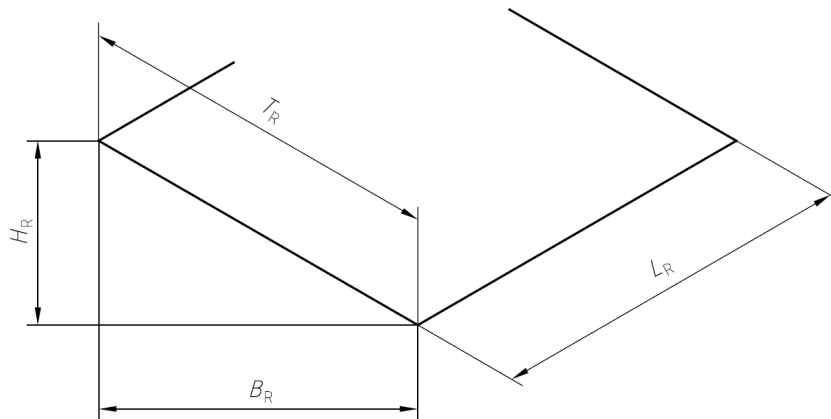


Figura 4.1: Dimensões do telhado (fonte:(EN 12056-3, 2000))

4.2 Conceção hidráulica

Neste ponto é necessário que se faça uma clara distinção entre a definição de caleiras e algerozes. O DR 23/95 prevê ambos, no entanto não faz distinção entre eles. Após várias pesquisas, verificou-se que a generalidade dos artigos encontrados também não faz distinção entre os mesmos, considerando até que sejam iguais.

Assim sendo, uma caleira é um elemento vulgarmente disposto na zona de cota mais baixa da superfície a drenar, apoiada através de escáfulas, como representado na figura 4.2. Este elemento fica separado da cobertura, sendo por isso chamado de caleira de beiral (da Silva, 2012). A sua aplicação mais comum é em telhados com cobertura de telha cerâmica e o seu perfil varia entre formas circulares a retangulares.

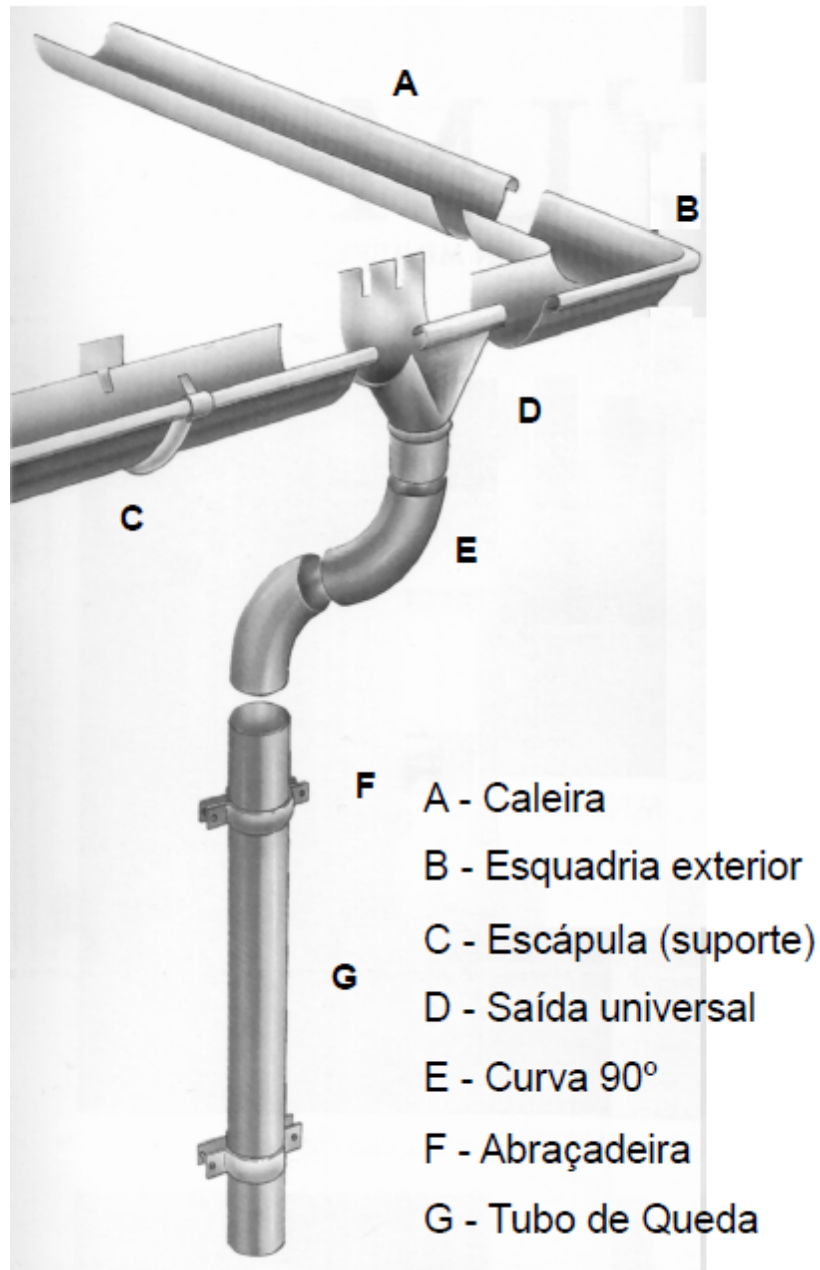


Figura 4.2: Ilustração de uma calha de beiral

Por conseguinte, um algeroz é uma calha embutida no próprio sistema de cobertura, como representado na figura 4.3. Atualmente, é a solução mais usual que se encontra a ser empregue em novas edificações. Estes mesmos algerozes devem possuir orifícios de descarga, também conhecidos como *trop-plein*, caso não seja possível a existência de descarregadores de superfície, à média de um por tubo de queda. Estes orifícios de descarga servem também de alerta sobre possíveis obstruções no sistema e para que assim a água não se infiltre no edifício.

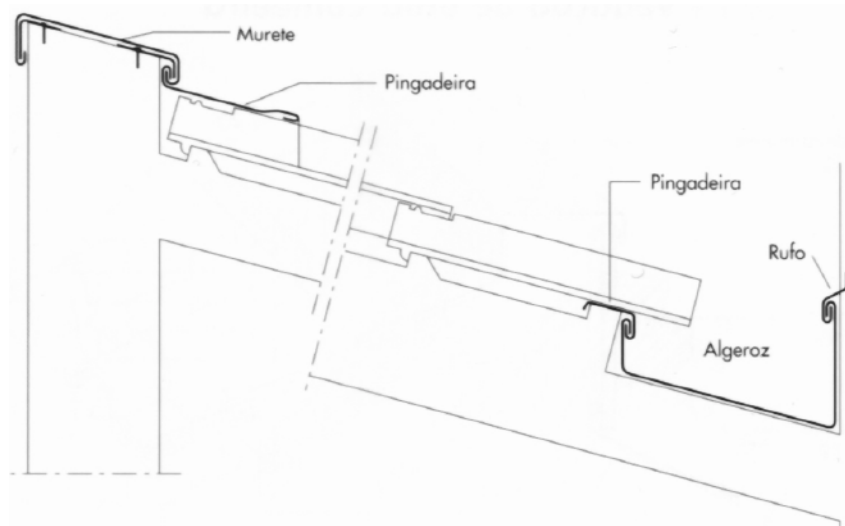


Figura 4.3: Ilustração de um tipo de algeroz

A EN 12056-3, relativamente ao tema da conceção hidráulica de caleiras e algerozes, é muito extensa e dá bastante importância ao tema. No entanto, o DR 23/95, apenas refere de maneira muito sucinta a utilidade dos mesmos, como se procede para a obtenção dos caudais de cálculo, como proceder ao dimensionamento hidráulico e a natureza dos materiais envolvidos.

O sistema de drenagem de águas pluviais é uma parte importante a considerar e que, em caso de mau funcionamento, pode provocar a longo prazo problemas de infiltrações no edifício. Deste modo, considereei importante apresentar todo o processo presente na EN 12056-3. Seria de elevado interesse que o DR 23/95 adotasse as considerações apresentadas no documento europeu de modo a clarificar os processos construtivos e consequentemente dar a devida importância ao tema.

4.2.1 Caleiras

A EN 12056-3 refere que uma caleira pode ser disposta sem qualquer tipo de inclinação ou com um certo gradiente, a não ser que seja dito o contrário em regulamentação local ou nacional. Uma caleira disposta com um gradiente de 3 mm/m ou menos, (referido como "nominalmente nivelado") deve ser concebida como uma caleira nivelada.

Para caleiras semi-circulares e de formato similar, concebidas como niveladas e com emboques capazes de permitir descargas livres, a capacidade deve ser calculada usando a sua área e formato transversal, a partir da equação 6.

$$Q_L = 0,9 \times Q_N \quad (6)$$

Onde:

Q_L é capacidade de concepção de caleiras curtas, ver 4.2.1.4, fixadas niveladas, em litros por segundo (L/s);

0,9 é um fator de segurança, adimensional;

Q_N é a capacidade nominal da caleira, calculada como $2,78 \times 10^{-5} \times A_E^{1,25}$ ou determinado por teste, em litros por segundo (L/s);

A_E é a área transversal total da caleira, em milímetros quadrados (mm^2).

Nota 1: A área transversal total de uma caleira é a área transversal abaixo do nível de transbordo, como ilustrado na figura 4.4.

Nota 2: Para conveniência, a variação do Q_N com a A_E é representada na figura 4.5.

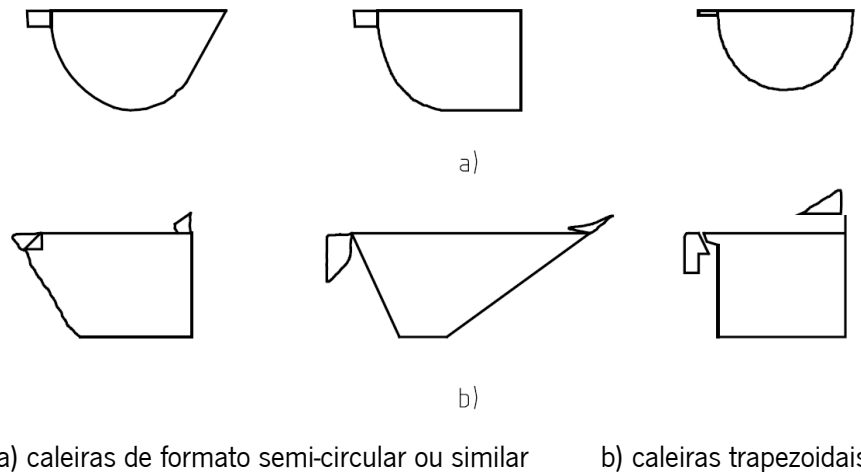


Figura 4.4: Ilustração das área transversais totais das caleiras (fonte:(EN 12056-3, 2000)).

4.2.1.1

A capacidade de uma caleira de formato semi-circular ou similar, quando testada de acordo com o Anexo A, da EN 12056-3, pode ser substituída por valores calculados de Q_N . Q_N determinado por via de teste deve ser multiplicado por um fator de segurança de 0,9 para fornecer Q_L usado para propósito de dimensionamento.

4.2.1.2

Para caleiras de beiral de formato retangular, trapezoidal ou similar (ver figura 4.6), concebido como nivelado e com saídas capazes de descargas livres, a capacidade deve ser calculada a partir da equação 7:

$$Q_L = 0,9 \times Q_N \quad (7)$$

Onde:

Q_L é capacidade de concepção de caleiras curtas, ver 4.2.1.4, fixadas niveladas, em litros por segundo (L/s);

0.9 é um fator de segurança, adimensional;

Q_N é a capacidade nominal da caleira, calculada através $Q_{SE} \times F_d \times F_s$ ou determinado por teste, em litros por segundo (L/s);

Q_{SE} é a capacidade de uma caleira de secção quadrada, calculada como $3,48 \times 10^{-5} \times A_E^{1,25}$, em litros por segundo (L/s);

A_E é a área transversal total da caleira, em milímetros quadrados (mm^2);

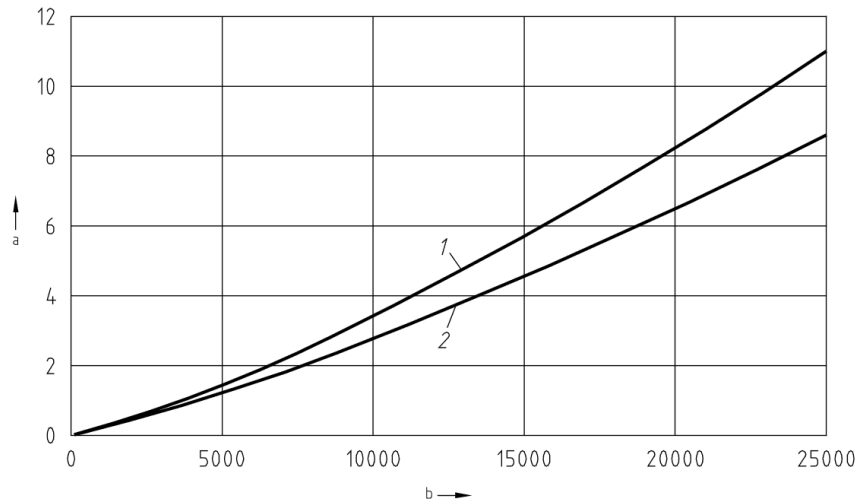
F_d é o fator de profundidade, determinado a partir da figura 4.7, adimensional;

F_s é o fator de forma, determinado a partir da figura 4.8, adimensional.

Nota 1: A área transversal total de uma caleira é a área transversal abaixo do nível de transbordo, como ilustrado na figura 4.4.

Nota 2: Para conveniência, a variação do Q_{SE} com a A_E é representada na figura 4.5.

Nota 3: A figura 4.6 ilustra os formatos e dimensões de caleiras a que a figura 4.7, 4.8, 4.9 e 4.12 se aplicam.

**Legenda:**

1 Caleira quadrada

2 Caleira semi-circular

a Capacidade Q_N ou Q_{SE} em L/sb Área transversal A_E em mm²

Figura 4.5: Capacidade de caeiras de beiral (fonte:(EN 12056-3, 2000))

4.2.1.3

A capacidade de uma caeira de formato retangular, trapezoidal ou similar, quando testada de acordo com o Anexo A da EN 12056-3, pode ser substituída por valores calculados de Q_N . Q_N determinado por via de teste deve ser multiplicado por um fator de segurança de 0,9 para fornecer Q_L usado para propósitos de dimensionamento.

4.2.1.4

Uma caeira deve ser considerada hidraulicamente curta quando o seu comprimento, L , (ver tabela 4.5) não é maior do que 50 vezes a profundidade de dimensionamento da água, W , (ver figura 4.6), que no caso de uma caeira de beiral é igual à sua profundidade geral até descarregar lateralmente. Para caeiras com desnível, ou niveladas, que excedam este limite, a capacidade de dimensionamento Q_L de 4.2.1 ou 4.2.1.2 deve ser multiplicado pelo valor apropriado do fator de capacidade, F_L , da tabela 4.5. Por exemplo, a capacidade da caeira é $Q_L \times F_L$.

4.2.1.5

Os fatores de capacidade, F_L , para caeiras com gradiente dados na tabela 4.5 são só aplicáveis se cada secção da caeira, num comprimento contínuo, tiver um desnível descendente em direção ao emboque. Se uma caeira com um desnível contínuo tiver mais do que um emboque, o incremento da capacidade num comprimento com um desnível favorável, será aproximadamente equilibrado pelo decréscimo na

capacidade de um comprimento com um desnível negativo. Em tais casos, todos os comprimentos das caleiras devem ser dimensionados como se fossem nominalmente nivelados.

4.2.1.6

Os valores de dimensionamento de capacidade de uma caleira, Q_L , obtidos através de 4.2.1 ou 4.2.1.2, devem ser multiplicados por um fator de redução de 0,85 quando o comprimento de uma caleira contém um ou mais ângulos maiores que 10° . Devem ser evitados ângulos perto de emboques.

4.2.2 Larós e algerozes

4.2.2.1

Larós e algerozes podem ser colocados nivelados ou com gradiente, a não ser que seja dito algo em contrário em regulamentos locais ou nacionais e os seus procedimentos. Uma caleira colocada com um gradiente nominal de 3 mm/m ou menor (referido como "nominalmente nivelado"), deve ser concebido como uma caleira nivelada.

4.2.2.2

O bordo livre mínimo na parte a montante de um laró ou algeroz não deve ser menor que as dimensões dadas na tabela 4.4. Acima da altura máxima da lâmina líquida, as laterais da caleira não são requeridas que mantenham a mesma inclinação que abaixo da lâmina líquida, no entanto não deve inclinar-se acentuadamente para dentro (ver figura 4.6).

Tabela 4.4: Bordo livre mínimo para larós e algerozes (fonte:(EN 12056-3, 2000))

Profundidade da caleira incluindo bordo livre, Z mm	Bordo livre mm
$Z < 85$	25
$85 \leq Z \leq 200$	$0,3 \times Z$
$Z > 250$	75

4.2.2.3

Para um laró ou algeroz de formato retangular, trapezoidal ou similar (ver figura 4.6), concebido como nivelado e com um emboque capaz de permitir uma descarga livre, a capacidade deve ser calculada a partir da equação :

$$Q_L = 0,9 \times Q_N \quad (8)$$

Onde:

Q_L é a capacidade de concepção de caleiras curtas, ver 5.2.5, colocadas niveladas, em litros por segundo (L/s);

0,9 é um fator de segurança, (adimensional);

Q_N é a capacidade nominal da caleira, calculada como $Q_{SV} \times F_d \times F_s$, em litros por segundo (L/s);

Q_{SV} é a capacidade de um laró ou algeroz de secção retangular equivalente, calculada como $3,89 \times 10^{-5} \times A_W^{1,25}$, em litros por segundo (L/s);

A_W é a área transversal da caleira abaixo bordo livre, em milímetros quadrados (mm^2);

F_d é o fator de profundidade, determinado a partir da figura 4.7, adimensional;

F_s é o fator de forma, determinado a partir da figura 4.8, adimensional.

Nota 1: Para conveniência, a variação de Q_{SV} com A_W está representada na figura 4.9.

4.2.2.4

A capacidade de uma caleira quando testada de acordo com o Anexo A, da EN 12056-3, pode ser substituída com os valores calculados de Q_N . Q_N determinado por via de teste deve ser multiplicado por um fator de segurança de 0,9 para fornecer Q_L usado para propósitos de dimensionamento.

4.2.2.5

Uma caleira deve ser considerada hidraulicamente "curta" quando o seu comprimento de drenagem, L , não é maior do que 50 vezes a profundidade de dimensionamento da água, W , que no caso de um laró ou algeroz é igual à sua profundidade geral de transbordo menos a dedução do bordo livre. Para caleiras com desnível ou niveladas que excedam este limite, a capacidade de dimensionamento Q_L de 4.2.2.3 ou 4.2.2.4 deve ser multiplicado pelo valor apropriado de capacidade, F_L , da tabela 4.5. Por exemplo, a capacidade da caleira é $Q_L \times F_L$.

4.2.2.6

Os fatores de capacidade, F_L , para caleiras com gradiente dadas na tabela 4.5 são só aplicáveis se cada

secção da caleira num comprimento contínuo tiver um desnível descendente em direção à descarga que a drena. Se uma caleira com um desnível contínuo tem mais do que um escoamento de saída, o incremento da capacidade num comprimento com um desnível favorável será aproximadamente equilibrado pelo decréscimo na capacidade de um comprimento com um desnível negativo. Em tais casos, todos os comprimentos das caleiras devem ser dimensionados como se fossem nominalmente nivelados.

4.2.2.7

Quando houver obstruções num laró ou algeroz (como passagens), o dobro da área da obstrução vista na direção da secção transversal, deve ser deduzida da área da secção transversal da caleira, A_W , quando a sua capacidade é calculada.

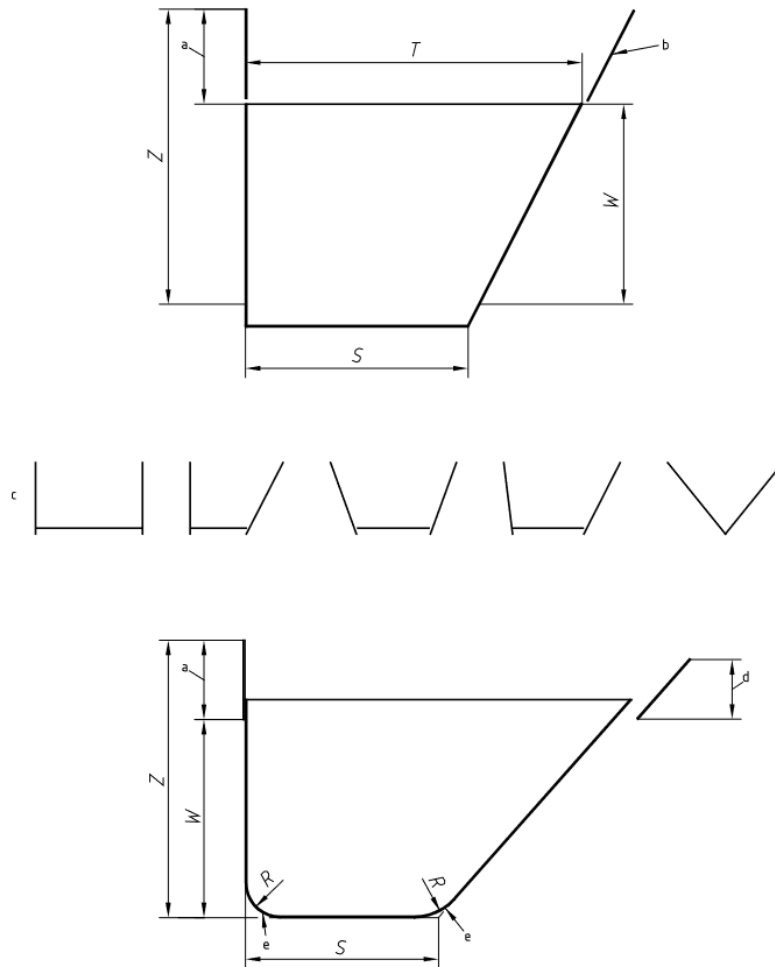
Tabela 4.5: Fator de capacidade, F_L , para caleiras longas, nominalmente niveladas ou com desnível em direção ao orifício (fonte:(EN 12056-3, 2000))

$\frac{L}{W}$	Fator de capacidade				
	Nivelado entre 0 mm/m a 3 mm/m	Gradiente 4 mm/m	Gradiente 6 mm/m	Gradiente 8 mm/m	Gradiente 10 mm/m
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
75	0,97	1,02	1,04	1,07	1,09
100	0,93	1,03	1,08	1,13	1,18
125	0,90	1,05	1,12	1,20	1,27
150	0,86	1,07	1,17	1,27	1,37
175	0,83	1,08	1,21	1,33	1,46
200	0,80	1,10	1,25	1,40	1,55
225	0,78	1,10	1,25	1,40	1,55
250	0,77	1,10	1,25	1,40	1,55
275	0,75	1,10	1,25	1,40	1,55
300	0,73	1,10	1,25	1,40	1,55
325	0,72	1,10	1,25	1,40	1,55
350	0,70	1,10	1,25	1,40	1,55
375	0,68	1,10	1,25	1,40	1,55
400	0,67	1,10	1,25	1,40	1,55
425	0,65	1,10	1,25	1,40	1,55
450	0,63	1,10	1,25	1,40	1,55
475	0,62	1,10	1,25	1,40	1,55
500	0,60	1,10	1,25	1,40	1,55

NOTAS:

L - É o comprimento de drenagem da caleira, em milímetros (mm);

W - É a profundidade da caleira. Por exemplo, altura de água total na caleira até transbordar, para caleiras de beiral, ou a altura de água até transbordar, sem contar com o bordo livre para larós ou algerozes de parapeito, em milímetros (mm).

**Legenda:**

- a** Bordo livre;
- b** Extensões das laterais dos larós não fazem parte das caleiras com os propósitos das figuras 4.7, 4.8, 4.9 e 4.12;
- c** Casos onde seja aplicável;
- d** Nível de transbordo;
- e** Devem ser permitidos cantos arredondados para o cálculo das secções transversais, mas para o propósito das figuras 4.8 e 4.12, S pode ser medido até ao ponto indicado, precavendo que R não é maior que $\frac{W}{4}$;
- S** Largura na base;
- T** Largura ao nível da lâmina líquida máxima;
- W** Profundidade abaixo da lâmina líquida máxima.

Figura 4.6: Dimensões das caleiras (fonte:(EN 12056-3, 2000))

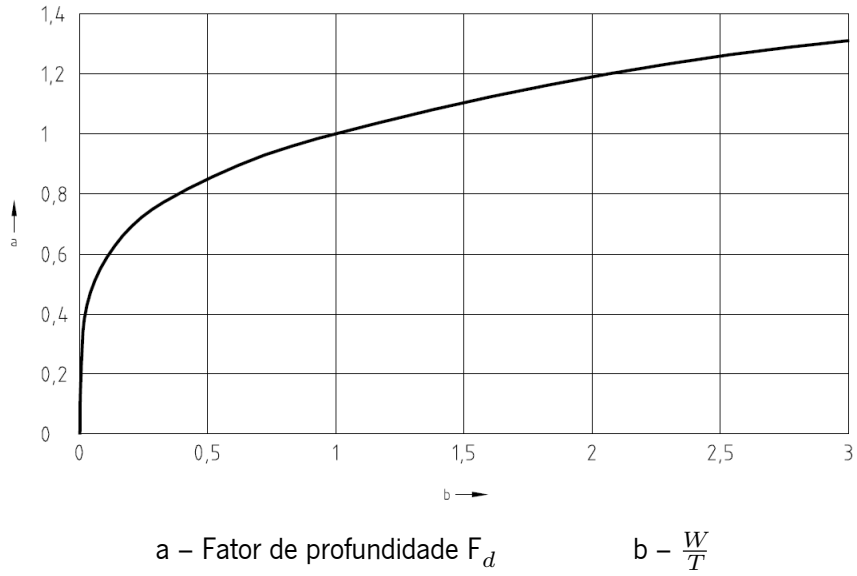


Figura 4.7: Fator de profundidade, F_d (fonte:(EN 12056-3, 2000))

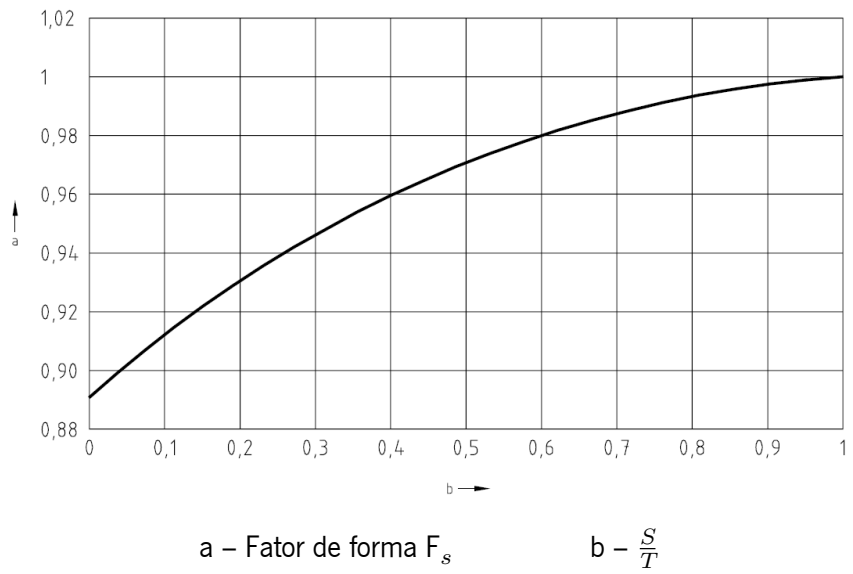
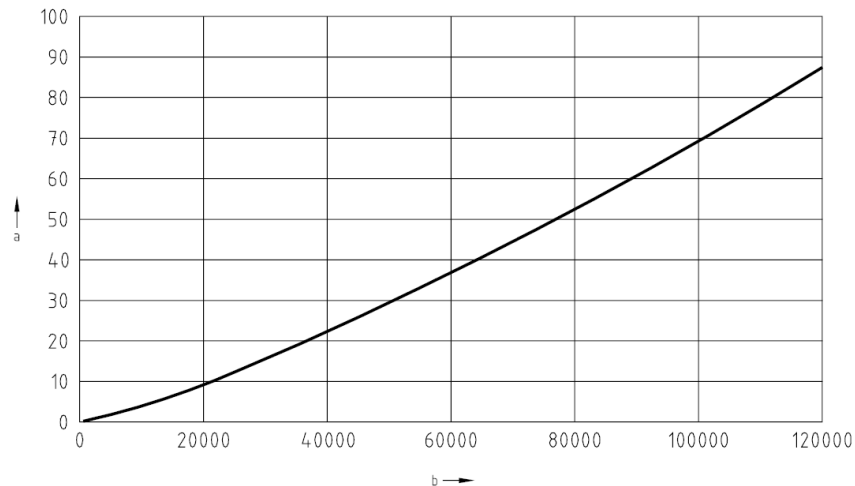


Figura 4.8: Fator de forma, F_s (fonte:(EN 12056-3, 2000))



a Capacidade Q_{SV} em L/s

b Área transversal para dimensionar o nível da água A_w em mm^2

Figura 4.9: Capacidade de larós e algerozes retangulares, hidráulicamente curtos e nominalmente nivelados (fonte:(EN 12056-3, 2000))

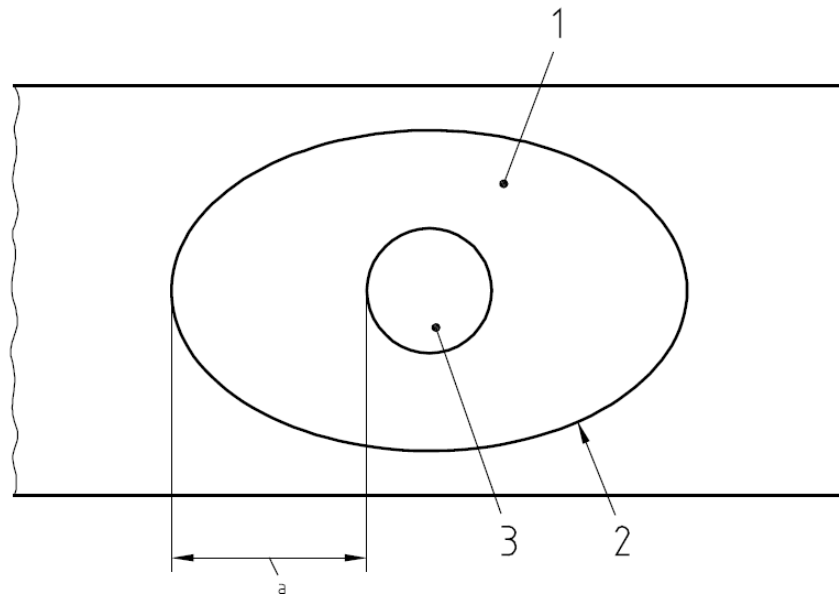
4.2.3 Escoamento de caleiras

É impraticável estabelecer regras simples para o dimensionamento de escoamentos de caleiras com bases que não sejam rasas e, no geral, as suas capacidades devem ser estabelecidas por via de teste (ver Anexo A da EN 12056-3). Escoamentos de caleiras com bases rasas devem ser calculadas de acordo com o ponto 4.10 ou determinadas por via de teste.

Para bases de caleiras que não sejam rasas, a experiência mostra que onde o emboque na base da caleira tenha uma área de implantação com o dobro da medida da área transversal do tubo de queda de águas pluviais de menor tamanho capaz de transportar o caudal (calculado a partir da tabela 4.6), e uma transição suave para o tubo queda, a descarga considera-se adequada para a capacidade da caleira colocada nominalmente nivelada. Esta disposição é apresentada na figura 4.10. O regulamento nacional ou local e seus procedimentos podem também ditar as dimensões mínimas da descarga.

Quando um emboque de uma caleira que não seja de base rasa é equipado com um ralo, a capacidade das caleiras que nela descarregam deve ser multiplicada por um fator de 0,5.

A capacidade de descarga de uma caleira, de base rasa mais larga que o diâmetro do emboque, deve ser calculada usando as equações 9, 10, 11 e 12.



- 1** Área $\geq 2 \times$ área transversal do tubo de queda de águas pluviais calculado a partir das equações 9, 10, 11 e 12
- 2** Extremidade do dreno de transição
- 3** Tamanho mínimo do tubo de queda de águas pluviais possível de suportar o caudal, ver equações 9, 10, 11 e 12
- a** \geq profundidade da caieira, Z

Figura 4.10: Descarga de caieiras de base não rasa, para ilustrar o ponto 4.2.3 (fonte: (EN 12056-3, 2000))

Quando o emboque de uma caieira é montado no fundo de um poço ou de uma caixa de recolha (ver figura 4.13), o comprimento mínimo do descarregador da caieira à caixa deve ser calculada a partir da figura 4.14, usando uma carga que não exceda o necessário, ao ponto de permitir condições de descarga livre na caieira, podendo ser obtidos a partir da figura 4.12. O comprimento do descarregador pode ser tido como o perímetro da caixa de recolha, sobre o qual a água pode descarregar; para um emboque circular tem-se $\pi \times D_O$ (onde D_O está definido na figura 4.11).

NOTA: A figura 4.14 pode ser usada para obter a capacidade que transborda de larós ou de algerozes e calhas que descarregam através de orifícios de descarga, em platibandas de telhados rasos, para um capitel.

A capacidade de descarga de um escoamento efetuado através de descarregador para um emboque

circular é calculada a partir de:

$$Q_O = \frac{k_O D h^{1,5}}{7500} \quad (9)$$

Válido quando $h = \frac{D}{2}$ ou inferior.

Quando o emboque não for circular, adota-se o seguinte método de cálculo:

$$Q_O = \frac{k_O L_W h^{1,5}}{24000} \quad (10)$$

Válido quando $h = \frac{2A_0}{L_W}$ ou inferior.

Caso o escoamento seja feito através de orifício para um emboque circular, o procedimento de cálculo é o seguinte:

$$Q_O = \frac{k_O D^2 h^{0,5}}{15000} \quad (11)$$

Válido quando $h \geq \frac{D}{2}$.

Quando o emboque não for circular, adota-se o seguinte método de cálculo:

$$Q_O = \frac{k_O A_O h^{0,5}}{12000} \quad (12)$$

Válido quando $h \geq \frac{2A_0}{L_W}$.

Notas:

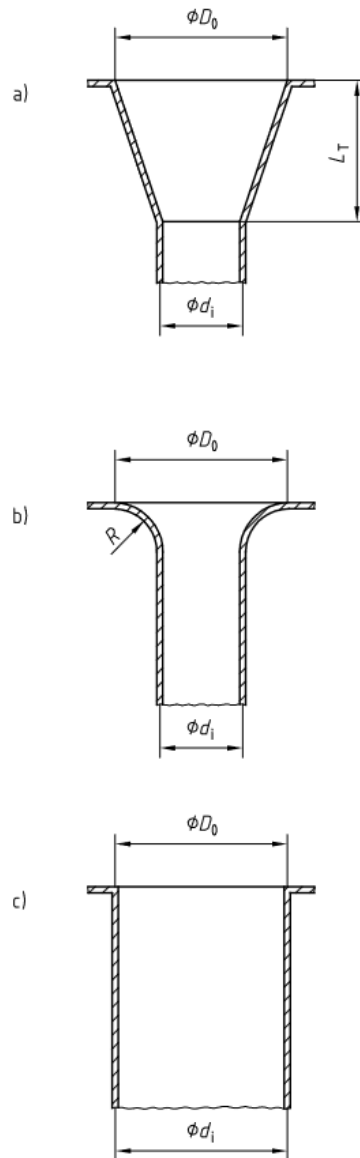
1. **Q_O** É o caudal total escoado (calculado pela área escoada pelo emboque) em L/s
- D** É o diâmetro efetivo do emboque (ver figura 4.11) em mm
- h** É a carga no emboque (ver nota 3), em mm
- k_O** É o coeficiente do emboque, adimensional, tomado como:
 - 1,0** para emboques desobstruídos
 - 0,5** para emboque com redes ou grades.
- L_W** É o comprimento do descarregador sobre o qual a água pode fluir, em mm
- A_O** Área em planta do dreno, em mm²

2. Para que a equação do escoamento do descarregador seja aplicável, deve haver uma diferença entre a borda do dreno e a lateral da caleira de pelo menos 5% do diâmetro do dreno
3. A carga no dreno, h , de uma caleira trapezoidal, retangular ou triangular é a profundidade máxima do líquido dimensionado, W , multiplicado pelo fator de carga, F_h , retirado da figura 4.12, dependendo de $\frac{S}{T}$ (ver figura 4.6), por exemplo $h = F_h \times W$.

4.2.4 Escoamento de telhados rasos

A drenagem de telhados rasos deve ter em consideração a robustez e a construção do telhado.

Qualquer descarga, transbordo ou orifício lateral de descarga deve ser concebido de maneira que a sua carga de funcionamento não cause uma acumulação de água que ultrapasse a capacidade de carga do telhado ou penetre na cobertura do telhado, por exemplo, através das juntas.



- a) escoamento afunilado – $D_O \geq 1,5 \times d_i$; $L_T \geq D_O$; Diâmetro efetivo $D = D_O$
 b) escoamento de aresta arredonda – $D_O \geq 1,5 \times d_i$; $R \geq D_O/6$ – Diâmetro efetivo $D = D_O$
 c) escoamento de aresta viva – Diâmetro efetivo $D = D_O = d_j$

Figura 4.11: Diâmetro efetivo de descarga de caieiras (fonte: (EN 12056-3, 2000))

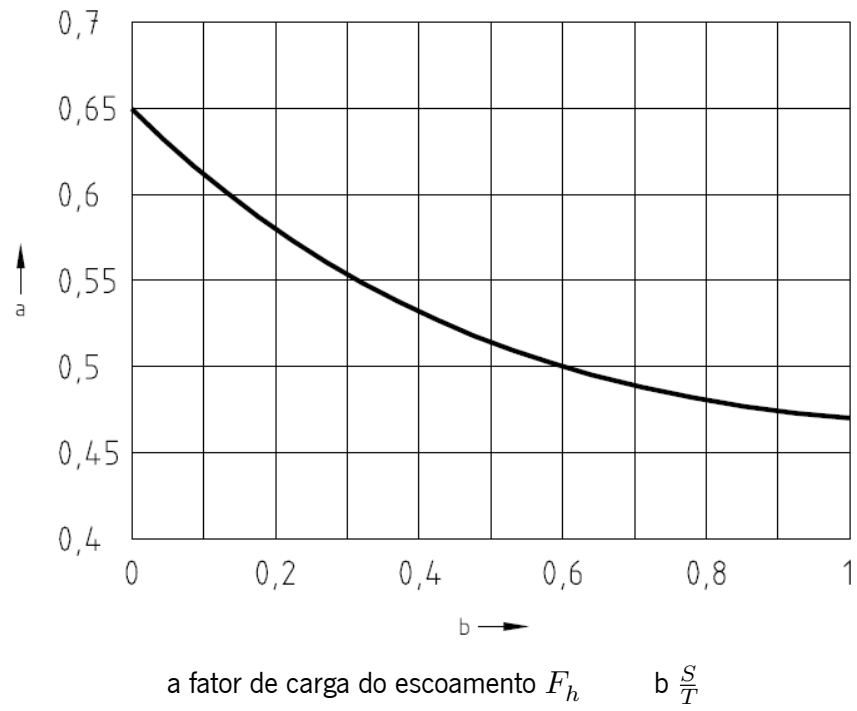
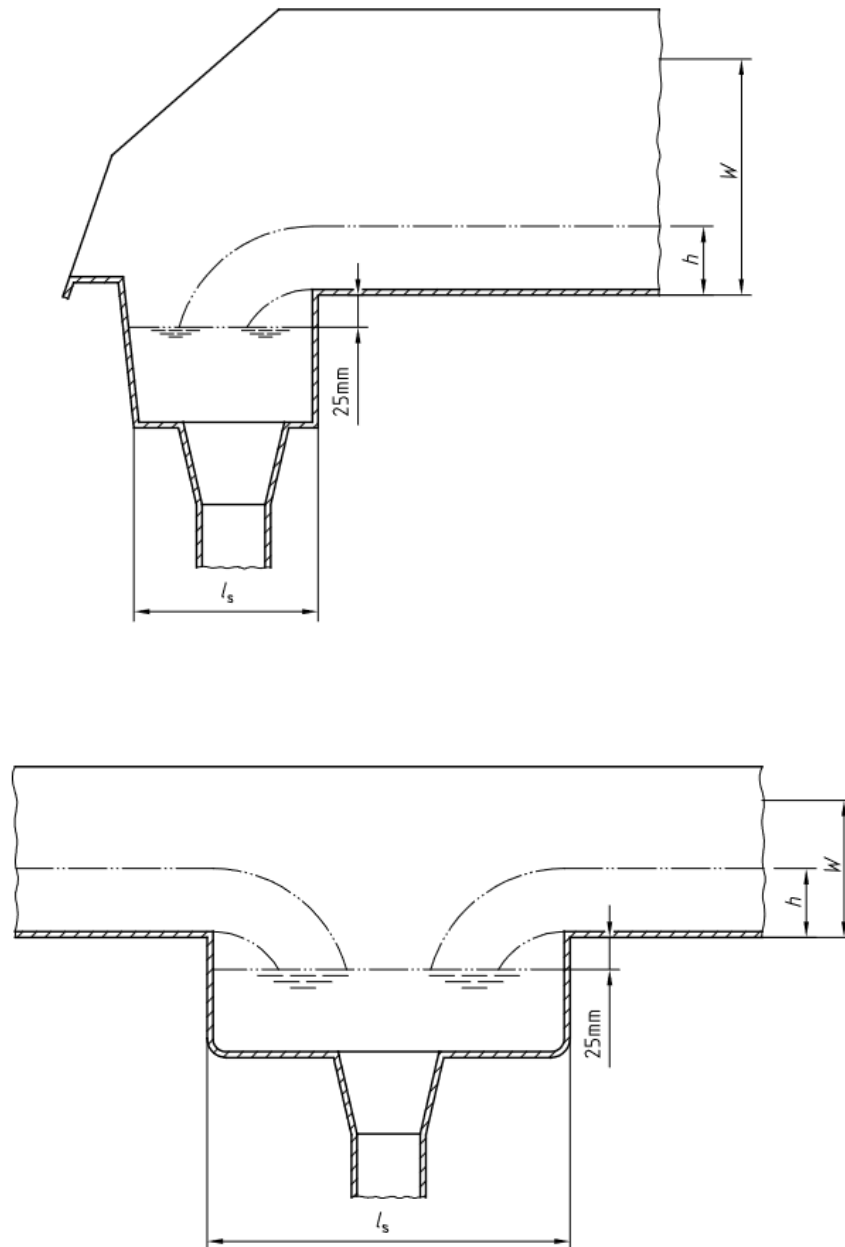


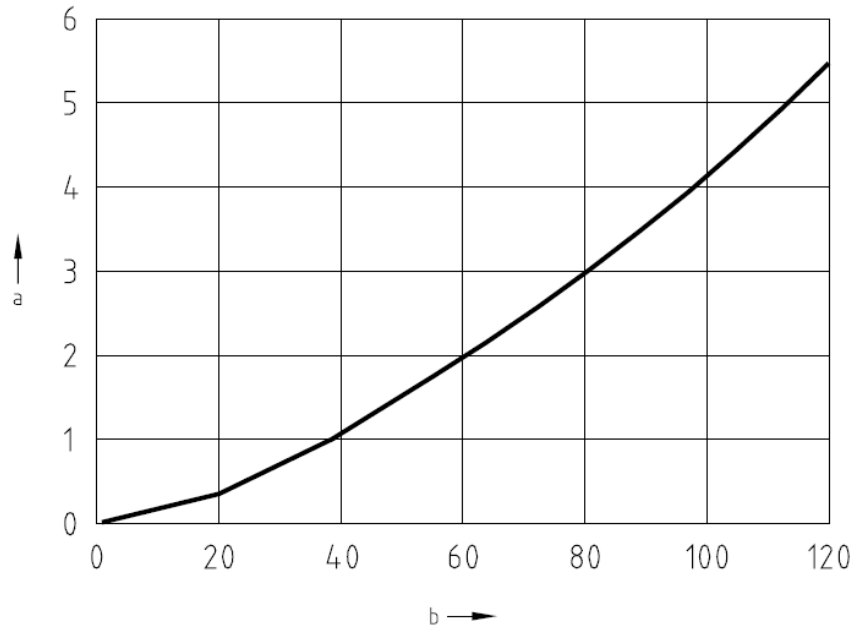
Figura 4.12: Fator de carga do escoamento, F_h , para determinar o fator de carga num escoamento (fonte: (EN 12056-3, 2000))



Acima: depósito do capitel no fim de um laró, algeroz ou caleira de parapeito

Abaixo: depósito do capitel a meio de um laró ou algeroz

Figura 4.13: Funis de recolha (fonte:(EN 12056-3, 2000)).



a – caudal por 100 mm de comprimento de descarregador (L/s)

b – carga (mm)

Figura 4.14: Caudal sobre açudes de aresta afiada (fonte:(EN 12056-3, 2000)).

$$Q_W = \frac{L_W \times h^{1,5}}{24000} \quad (13)$$

Onde:

L_W = comprimento do açude, mm;

h = carga sobre açude, mm;

Q_W = Caudal sobre açude, L/s.

Contudo, o DR 23/95, no seu artigo 227.º, relativamente ao dimensionamento hidráulico de caleiras ou algerozes, só refere que se deve ter em atenção:

- Caudais;
- Inclinação;
- Rugosidade do material;
- A altura da lâmina líquida não deve exceder 0,7 da altura da secção transversal.

4.3 Rede de drenagem de águas pluviais

4.3.1 Tubos de queda parcialmente preenchidos (sistemas não sifonados)

A EN 12056-3, no ponto 6.1.1, define que o máximo caudal de projeto, (calculado a partir da área drenada pelo tubo de queda de águas pluviais de acordo com a área efetiva de telhado), em tubos de queda verticais circulares não deve ser maior que a capacidade dada na tabela 4.6. Deve ser usada uma taxa de ocupação de 1/3 a não ser que regulamentos locais ou nacionais ou os seus procedimentos estabeleçam que outra taxa de ocupação (entre 1/5 e 1/3) deva ser usada. Deve ter-se em conta que o sistema de drenagem de águas pluviais é usualmente dependente da capacidade de descarga da caleira ou da descarga do telhado raso em vez da capacidade do tubo de queda.

Tabela 4.6: Capacidade de tubos de queda de águas pluviais (fonte:(EN 12056-3, 2000)).

Diâmetro Interno do tubo de queda de águas pluviais d_i (mm)	Capacidade Q_{RWP} (L/s)		Diâmetro Interno do tubo de queda de águas pluviais d_i (mm)	Capacidade Q_{RWP} (L/s)	
	Taxa de ocupação $f = 0,20$	Taxa de ocupação $f = 0,33$		Taxa de ocupação $f = 0,20$	Taxa de ocupação $f = 0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	> 300	Usar a equação de Wyly-Eaton	
130	9,4	21,6			

Nota:

Baseado na equação de Wyly-Eaton:

$$Q_{RWP} = 2,5 \times 10^{-4} \times k_b^{-0,167} \times d_i^{2,667} \times f^{1,667}$$

onde:

Q_{RWP} é a capacidade do tubo de queda de águas pluviais, em litros por segundo (L/s);

k_b é a rugosidade do tubo, em milímetros (mm);

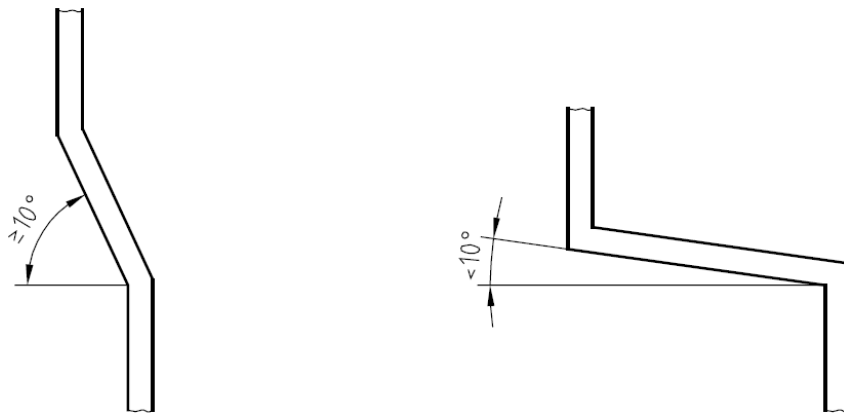
d_i é o diâmetro interno do tubo de queda de águas pluviais, em milímetros (mm);

f é o índice ocupação, definida como a proporção da ocupada pela água em relação à área transversal do tubo.

Nota 1: A capacidade máxima de um tubo de queda de águas pluviais não circular pode ser tomada como igual ao caudal máximo de um tubo de queda de águas pluviais circular com a mesma área transversal.

Nota 2: Quando um tubo de queda de águas pluviais vertical tem um desvio com um gradiente igual ou superior a 10° (180 mm/m) em relação à horizontal, o desvio pode ser ignorado.

A EN 12046-3, no ponto 6.1.2, refere que o caudal, em desvios menores que 10° em relação à horizontal, deve ser calculado como um coletor com uma taxa de ocupação igual ou inferior a 70% a não ser que regulamentos locais ou nacionais e os seus procedimentos ditem o contrário (como ilustrado na figura 4.15).



Esquerda – Calcular a capacidade como sendo tubo de queda de água pluviais

Direita – Calcular a capacidade como sendo um coletor

Figura 4.15: Efeito dos desvios em tubos de queda, relativamente ao seu procedimento de dimensionamento (fonte:(EN 12056-3, 2000)).

Ainda no ponto 6.1.3, do mesmo documento, é dito que deve ser tido em consideração o risco de entupimento, especialmente quando são usados tubos de diâmetro pequeno (por exemplo, tubos com DN 75).

No DR 23/95, em relação ao diâmetro mínimo, só é fixado um valor mínimo de 50 milímetros para a secção do tubo de queda. Não especifica nenhuma taxa de ocupação mínima ou máxima, só remete para o Anexo XVIII e XIX, onde a tabela do Anexo XVIII explicita várias taxas de ocupação (t_s) que variam entre $1/3$ e $1/7$. Não é feita distinção entre tubos de queda circulares e não circulares. Outra ponto a fazer notar é de que o DR 23/95 não faz distinção entre tubos de queda sifonados ou não sifonados, só fala de não sifonados.

Em suma, a introdução do conteúdo presente na EN 12056-3 relativamente a este tópico é de elevado interesse a ser incorporado no DR 23/95 devido à pormenorização que faz do tema, de maneira a que as lacunas de informação sejam retificadas e passe a haver maior uniformização das práticas usadas

aquando da conceção de tubos de queda

4.3.2 Tubos de queda com sistemas sifonados

O DR 23/95 não fala de tubos de queda sifonados para águas pluviais. Já a EN 12056-3 é extensa quanto às considerações fornecidas relativas a sistemas sifonados de tubos de queda:

O sistema deve drenar o escoamento da área impermeável servida, calculado de acordo com a cláusula 4 da EN 12056-3, sem ter em consideração a capacidade de armazenamento da caleira. É recomendado que deve ser usado sempre que possível o método do período recorrente (ver 4.1.1).

Para a drenagem de telhados rasos, o sistema deve estar em conformidade com o ponto 4.2.4. Para a drenagem de caleiras, o sistema deve estar em conformidade com as clausulas 4.2.1 e 4.2.2.

O efeito de sifão deve iniciar rapidamente de modo a que seja prevenido que a altura de água de dimensionamento na caleira seja superada.

A capacidade de caudal de descargas individuais deve ser equilibrada para garantir que todo o sistema atua como especificado.

O sistema sifonado deve ser concebido para ter em consideração qualquer sobrecarregamento da drenagem enterrada.

As tubagens e acessórios devem aguentar o máximo de pressões positivas e negativas encontradas sobre condições de conceção.

A velocidade mínima no sistema para a precipitação de conceção deve ser escolhida de modo a prevenir a deposições em tubagens e para garantir o início rápido do efeito de sifão.

As descargas devem ser dotadas de ralos para excluir material sólido e prevenir entupimentos. O efeito dos ralos no nível de água nas caleiras ou em telhados rasos deve ser tido em consideração.

O diâmetro interno mínimo, d_i , deve ser 32mm.

O método de conceção deve ser validado por testes físicos.

A pressão mínima de dimensionamento deve ser escolhida para evitar possíveis danos de cavitação e colapso de tubos.

São permitidas reduções de diâmetro para jusante em sistemas sifonados.

O sistema deve ser montado de acordo com as suposições de concepção. O efeito de qualquer diferença entre a concepção e o sistema instalado deve ser calculado e devem ser tomadas medidas apropriadas em relação a essa diferença.

4.3.3 Coletores

Relativamente ao cálculo da capacidade hidráulica dos coletores, a EN 12056-3, refere que o procedimento a adotar deve ser idêntico ao utilizado para a concepção de coletores de águas residuais domésticas, ou seja, que deve ser calculada usando qualquer fórmula hidráulica definida, usando tabelas ou gráficos como for conveniente. Contudo, em casos de disputa a equação de Colebrook-White deve ser usada, remetendo para o Anexo C do mesmo documento. No entanto o DR 23/95 só refere que o procedimento de cálculo deve ser efetuado a partir do somatório dos caudais de cálculo de tubos de queda e ramais de descarga que lhes estão diretamente ligados e, eventualmente, de águas freáticas. Ou seja, não especifica como proceder ao cálculo em caso de disputa, como a norma europeia o faz. A EN 12056-3 ainda fornece uma tabela no Anexo C com a capacidade dos coletores, diâmetros, caudais, inclinações e velocidades, calculado pela equação de Colebrook-White para uma taxa de ocupação de 70%.

Ambos os documentos estão de acordo quanto ao diâmetro dos coletores, sendo este de 100 milímetros e nunca podendo ser menor que o valor dos diâmetros dos tubos de queda que para eles fluem.

Relativamente ao caso da água pluvial e residual serem descarregadas para o mesmo coletor ou esgoto, o sistema de águas pluviais deve ser constituído por um método capaz de barrar a passagem de maus odores que possam provocar desconforto. Esse método escolhido deve ser instalado de maneira a que seja acessível e possibilite a limpeza de qualquer entupimento e deve ter a capacidade de prevenir a perda de selagem por evaporação devido a tempo seco prolongado.

No ponto 6.3.5 da EN 12056-3, é referido que sob condições de concepção os coletores devem ser capazes de garantir a autolimpeza ($Ft \geq 2Nm^2$) a não ser que seja permitido o contrário em regulamentos locais ou nacionais e seus procedimentos. Assunto este que o DR não trata.

Contudo, o DR 23/95 define as inclinações que devem existir, neste caso entre 10mm/m a 40mm/m podendo descer a um mínimo de 5mm/m. Refere também que se deve ter em atenção a rugosidade dos materiais. Sendo esta uma matéria importante, mas que no entanto é omissa no documento europeu.

A EN não fala de coletores prediais suspensos e/ou enterrados, como no DR, e caso sejam enterrados, ter câmaras de inspeção. Quanto aos suspensos nada é dito na EN sobre curvas de transição, forquilhas,

reduções ou bocas de limpeza e que estas últimas devem distanciar-se no máximo 15 metros. Não fala também em câmaras de ramal de ligação.

4.3.4 Ligação a sistemas de drenagem de águas residuais

A EN 12056-3 prevê casos em que pequenas áreas de telhados, ou varandas, possam ser drenadas para tubos de queda de águas negras ou coletores de águas residuais tendo em consideração determinados fatores. No entanto, o DR 23/95 não o permite.

Em suma, a introdução do conteúdo presente na EN 12056-3 relativamente à tubagem para drenar as águas pluviais é de elevado interesse a ser incorporado no DR 23/95 devido à pormenorização que faz do tema, de maneira a que as lacunas de informação sejam retificadas e passe a haver maior uniformização das práticas usadas aquando da conceção dos mesmos.

Neste sentido, como conteúdo novo a ser incorporado, temos a existência de tubos de queda sifonados.

4.4 Configurações

4.4.1 Geral

Relativamente às configurações do sistema de drenagem de águas pluviais, o DR 23/95 não faz qualquer tipo de consideração, no entanto a EN 12056-3 é extensa quanto a esta matéria como é apresentado de seguida:

A conceção de sistemas de drenagem de telhados deve ter em consideração tolerâncias e assentamentos de construção, de maneira a evitar retorno e acumulações, que podem afetar adversamente a durabilidade dos mesmos.

4.4.2 Caleiras

Caleiras concebidas como niveladas, ou nominalmente niveladas, devem ser colocadas com um gradiente entre 1mm/m ou 3mm/m quando possível. O gradiente de uma caleira de *trop-plein* não deve ser inclinada ao ponto da caleira ficar abaixo do nível do telhado de tal modo que a água a descarregar do telhado passe por cima da ponta da caleira.

Em zonas onde se acumule neve nos telhados, a parte frontal da caleira não deve estar mais alta que a linha projetada do telhado, a não ser que sejam usadas proteções de neve ou outro tipo de proteção.

4.4.3 Descargas

Para telhados rasos com parapeitos, deve existir pelo menos duas descargas (ou uma descarga e um transbordo de emergência) para cada área do telhado.

A drenagem de telhados verdes deve permitir a inspeção e acesso à descarga e deve incorporar meios de excluir o solo e detritos de entrar no sistema de escoamento do telhado.

A redução na capacidade de descarga devido a ralos serem instalados nas descargas deve ser tido em consideração, ver 4.2.3 e 4.10. Onde forem instalados ralos em descargas, a capacidade da descarga pode ser significativamente reduzida, mesmo quando o ralo está limpo.

4.4.4 Descarga de emergência

Transbordos ou descargas de emergência devem ser implementados em telhados rasos com parapeitos e em algerozes de maneira a reduzir o risco de infiltração de precipitação num edifício ou sobrecarga estrutural.

4.4.5 Acessibilidade

Acesso para limpeza, inspeção e, se requerido, ensaios, deve ser instalado acima do pé do tubo de queda de águas pluviais e em mudanças de direção onde houver risco de entupimento. Onde um tubo de águas pluviais descarregue por meio de um terminal, isto é considerado suficiente para providenciar acesso adequado.

Sempre que seja possível, os pontos de acesso não se devem situar em quartos habitáveis.

4.4.6 Tubagens

Em condutas horizontais ou quase horizontais, os incrementos de tamanhos devem ser instalados tais que o intradorso seja contínuo de maneira a prevenir a retenção de gases.

Onde haja condutas a passar por paredes externas do edifício, deve ser feita uma selagem à prova de água.

Tubagens pluviais não devem ser encastradas em elementos estruturais de edifícios. Onde as mesmas estejam instaladas em ductos ou rufos, devem ser acessíveis para inspeções, manutenção, reparação e substituição. Isto não se aplica a condutas pluviais, que podem ser instaladas em pavimentos.

As tubagens pluviais internas devem ser capazes de suportar a carga da água que possivelmente poderá ocorrer no caso de um entupimento.

As tubagens não podem reduzir de diâmetro para jusante, exceto no caso de sistemas sifonados.

Onde a condensação possa causar problemas, as tubagens no interior do edifício devem ser isoladas.

Onde não haja alternativa para um tubo pluvial descarregar para um telhado inferior ou para uma área pavimentada, um terminal de conduta deve ser instalado para desviar a água do edifício. Terminais especiais estão aptos a ser instalados onde seja necessário reduzir o respingar.

Onde as tubagens pluviais descarreguem para um telhado inferior, a cobertura do telhado deve ser reforçada no ponto onde o terminal descarrega.

Onde as tubagens pluviais descarregam para um ralo, as mesmas devem terminar abaixo da grelha do ralo mas acima do nível da água, preferencialmente pelo uso de um bocal recuado.

Em áreas sujeitas a condições de congelamento, onde o gelo possa bloquear as descargas e causar alagamento dentro de edifícios, devem ser consideradas instalações de aquecimento de tubagens em caleiras de vala e tubagens.

Quando a finalidade do edifício mudar, o sistema de águas pluviais deve ser verificado quanto à sua pertinência.

4.5 Ensaios das caleiras e escoamento de água

A testagem das caleiras e o escoamento das mesmas é importante para que não haja qualquer tipo de problema associado a esse processo posteriormente, prevenindo assim possíveis problemas futuros. No entanto, o DR 23/95, no artigo 269.º, só contempla o ensaio de estanquidade que é efetuado da seguinte maneira: os sistemas são cheios de água pelas extremidades superiores, obturando-se as restantes, não devendo verificar-se qualquer abaixamento de nível de água durante, pelo menos, 15 minutos. Fumo também pode ser usado, desde que dentro das condições de pressão equivalentes ao ponto anterior.

No entanto a EN 12056-3 descreve três tipos de testes que devem ser efetuados para testagem completa do sistema de drenagem de águas pluviais, como explicitados de seguida, sendo assim mais completo e podendo colmatar possíveis problemas ainda antes o edifício ser entregue ao cliente.

4.5.1 Capacidade das caleiras e descargas em combinação

Introdução - Este teste é apropriado para sistemas de águas pluviais em que é providenciado um tipo particular de descarga para ser usado com um tipo particular de caleira e é conectado diretamente à base da caleira. Para tais sistemas, é melhor determinar a capacidade do caudal da caleira e do escoamento em combinação. A capacidade medida pode ser usada em detrimento da capacidade nominal, Q_N , calculada nos pontos 4.2.1, 4.2.1.2 e 4.2.2.3

Metodologia de testagem

1. Instalar a descarga para receber o caudal de duas caleiras de comprimentos iguais de profundidade uniforme de profundidade igual de ambos os lados da caleira. O comprimento de cada caleira deve ser igual a 50 vezes a profundidade de concepção do caudal escoado, W , na caleira ± 50 mm, sujeito a um comprimento mínimo de 2 m. No caso de um *trop-plein*, W é igual à profundidade geral da caleira, Z .
2. Instalar a caleira nivelada, com o desnível da caleira a não variar mais do que ± 1 mm da linha horizontal. O nível da extremidade a montante de cada caleira não deve ser superior ao nível correspondente a que a descarga estiver.
3. Instalar uma tampa na extremidade montante de cada caleira.
4. Instalar à descarga da caleira um tubo vertical de diâmetro constante com um comprimento igual a $4A/P$, onde A é a área transversal do tubo na base da descarga da caleira e P é o correspondente perímetro molhado; para tubos circulares, o comprimento requerido é o mesmo que o diâmetro da base da descarga da caleira.
5. Abastecer a caleira de água para produzir um efeito similar a um fluxo uniforme como se de um telhado inclinado se tratasse. A taxa de entrada por unidade de comprimento da caleira (a uma média de 250 mm de distância) não deve variar por mais de $\pm 5\%$ da média de fluxo de entrada (igual ao caudal total dividido pelo comprimento total da caleira a ser testada). O caudal total deve ser medido com uma precisão de $\pm 2\%$ por um instrumento calibrado. A temperatura da água usada nos testes deve estar entre os $5^\circ C$ e os $25^\circ C$.
6. Para caleiras de beiral concebidas para caudal total, deve-se determinar a capacidade da descarga de uma caleira com duas extensões ao incrementar-se gradualmente o caudal escoado para a caleira até que o nível de água no ponto mais baixo esteja imediatamente abaixo do ponto de

transbordo. Deve manter-se constante o caudal correspondente à capacidade do sistema sem transbordar, durante pelo menos 5 minutos. Deve desprezar-se pequenos salpicos causados por gotas de água.

7. Para caleiras de vala e parapeito concebidas para não trabalharem à capacidade total, instalar uma abertura na base da caleira, na extremidade a montante de cada extensão. Determinar a capacidade do sistema como o caudal máximo para o qual o tempo médio de profundidade da água medida pelas aberturas ao longo de um período de 5 minutos não exceda a profundidade concebida para o caudal, W , das caleiras.
8. Se requerido, levar a cabo um teste adicional usando os procedimentos acima mencionados para determinar a capacidade da descarga que receba água de apenas uma extensão de caleira.

4.5.2 Capacidade da caleira

Este teste é apropriado para descargas que podem ser usadas com uma variada gama de tipos de caleiras e configurações. O teste determina a relação entre o caudal na descarga e com a profundidade da água na caleira próxima da descarga. Os resultados podem ser usados em detrimento das equações 9, 10, 11 e 12.

1. Instalar a descarga para receber o caudal de duas extensões retas iguais, de caleiras retangulares niveladas de cada lado da descarga. A descarga deve situar-se no ponto central das caleiras que não podem ter uma largura inferior a 3 vezes o diâmetro superior da descarga (medida transversal à linha central). O comprimento de cada caleira não deve ser inferior a 1,5 m;
2. Instalar uma abertura de cada lado da descarga na linha central das caleiras. A distância de cada abertura à linha central da descarga deve ser 3 vezes a largura superior da descarga;
3. Instalar uma extensão de tubo vertical à descarga como especificado em A.1.2;
4. Fornecer caudal a igual ritmo à extremidade a montante de cada caleira; não introduzir o caudal uniformemente ao longo da extensão da caleira como em A.1 e em A.2. A disposição das entradas para o caudal deve produzir condições uniformes de caudal nas caleiras;
5. Levar a cabo testes para uma variada gama de fluxos de caudal constante e de alturas de água. Medir o caudal total que chega a uma descarga com uma precisão de $\pm 2\%$. Manter constante cada caudal por pelo menos 5 minutos e medir a média de tempos de altura de água perto da

descarga com as duas aberturas; definir a altura piezométrica característica da descarga usando o maior valor das alturas de água medidas pela aberturas.

4.5.3 Capacidade dos coletores

Para conveniência, a capacidade dos coletores calculada através da fórmula de Colebrook-White usando uma rugosidade efetiva de $k_b = 1,0 \text{ mm}$ e uma viscosidade de $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ estão na tabela 4.7.

Tabela 4.7: Valores de descarga, taxa de ocupação 70%, ($h/d = 0,7$) (fonte: (EN 12056-3, 2000))

Inclinação	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v
cm/m	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

Chave:

Q_{max} = Caudal máximo permitido (L/s)

v = Velocidade (m/s)

4.6 Novidades da EN 12056-3

A norma europeia, no caso da quantificação do escoamento das águas pluviais, introduz uma variável de risco para ser usada aquando da definição da intensidade de precipitação, que seria interessante de vir a ser adotada pelo DR 23/95 sendo que este último não prevê diferentes cuidados a ter conforme o tipo de edifício em causa.

Para além disso, a EN 12056-3, ao contrário do DR 23/95, assume que o vento é um elemento importante a ter em consideração aquando dos cálculos da área efetiva de telhado. O facto de não se introduzir esta

variável pode levar a um subdimensionamento do sistema de drenagem de águas pluviais. Portanto, esta seria outra novidade importante a ser adicionada à atualização do documento nacional.

O documento europeu faz ainda uma explicação detalhada do processo de cálculo de caleiras e algerozes, situação esta que não acontece no documento português que se limita a referir os cuidados a ter no dimensionamento hidráulico. Ou seja, deixa uma lacuna em relação ao processo de dimensionamento das caleiras, algo que o documento europeu vem colmatar e que por isso seria de relevado interesse ser adicionado aquando do processo de revisão da documentação nacional sobre o tema.

Por último, o documento europeu introduz a vertente de testagem da rede de drenagem de águas pluviais que, uma vez mais, o documento português não prevê que seja realizado.

5 Novos desafios à conceção de sistemas hidráulicos prediais

5.1 Não abordado pela EN 806

5.1.1 Prova de funcionamento hidráulico

Relativamente à verificação do sistema, o documento europeu, apesar de ser metuculoso em relação aos procedimentos a adotar quanto à verificação, ensaios e desinfeção do circuito após a sua instalação, falha quanto referir a obrigatoriedade de se testar o sistema antes até de se proceder a ensaios de desinfeção.

Neste sentido, o DR 23/95 está completo neste ponto.

5.1.2 Conforto

A questão do conforto, é cada vez mais um ponto importante para quem utiliza o sistema de abastecimento de água. Questão esta que o DR 23/95 aborda relativamente ao dimensionamento do sistema, fornecendo tabelas para auxílio do dimensionamento do sistema com base no conforto pretendido. No entanto, o documento nacional é vago ou omissivo no que se refere a ruídos ou odores relativamente ao abastecimento de água.

Contudo, a EN 806 nunca parametriza o conforto como sendo importante na parte do dimensionamento do sistema, como anteriormente já foi exposto. O único momento em que o conforto é tido em conta no documento europeu é quando se trata da acústica das instalações prediais de abastecimento de água.

Assim sendo, a junção de ambos os documentos seria de extrema importância para se criar uma

uniformização dos critérios de conforto com vista a serem elevados os padrões de conforto das instalações prediais de abastecimento de água dependendo da finalidade do edifício.

5.2 Não abordado pela EN 12056-2

A EN 12056 em momento nenhum foca a necessidade de criação de caixas de ramal de ligação nem tão pouco faz menção à conexão da rede predial à rede pública, situação essa bastante bem detalhada pelo DR 23/95 e que deve ser mantida aquando da atualização do mesmo documento.

Ao contrário da EN 12056-5, o DR 23/95 detalha o processo de teste da rede de drenagem, enquanto que a norma europeia remete para normas nacionais ou local ou até do fabricante dos aparelhos sanitários.

5.3 Não abordado pela EN 12056-3

Aqui, uma vez mais, a EN 12056 é omissa quanto à ligação da rede predial de drenagem de águas pluviais ao sistema de drenagem pública, situação essa que no DR 23/95 é explícita e bem elaborada.

6 CONCLUSÕES

O principal objetivo desta dissertação consistiu em reunir as informações respeitantes à documentação portuguesa e às normas europeias relativamente ao abastecimento e distribuição predial de água, bem como as informações sobre os sistemas prediais de drenagens de águas residuais e pluviais com o intuito de fazer um comparativo e uma análise crítica tendo em conta que o regulamento português se encontra demasiado desatualizado e a precisar de uma profunda reforma.

Posteriormente ao estudo das normas europeias relativas a este tema, realizou-se a tradução integral dos mesmos documentos. Situação que se mostrou bastante desafiadora tendo em conta que os vários termos técnicos utilizados na língua inglesa por vezes com definições ambíguas, e sem uma concreta correspondência com os termos técnicos portugueses. Para além disso, não foi encontrado nenhum documento português que transpusesse as normas europeias para a língua portuguesa. Portanto, na presente investigação são propostos termos que se julgam corresponder de forma mais concreta ao enunciado.

Após a análise pontual dos vários fascículos da EN 806 e da EN 12056, procedeu-se à comparação com o Decreto Regulamentar n.º 23/95. Aqui ficou patente que o documento português tem uma vertente normativa muito sólida, apesar das suas várias lacunas abordadas ao longo desta dissertação. Contrastando com os documentos europeus que tanto têm uma vertente normativa forte como ao mesmo tempo também servem de documentos técnicos de apoio à instalação, operação e manutenção dos sistemas devido ao pormenor das informações dadas.

Relativamente ao abastecimento e distribuição predial de água, percebeu-se que vários procedimentos previstos no RGSPDADAR se encontram desatualizados, tanto em termos de materiais a serem utilizados como em técnicas usadas, quando comparados com a EN 806. Contudo, um dos pontos que mais se destaca no documento português quando confrontado com o europeu é em relação ao tema da conceção hidráulica das redes prediais, onde a metodologia proposta para o dimensionamento dos diâmetros das tubagens e os resultados desta apresentam divergências. Este ponto é de grande importância tendo em conta o impacto que tem no custo, desempenho e conforto de utilização da rede. Aqui a documentação portuguesa estabelece que o conforto é uma vertente muito importante de um projeto, e que o mesmo não pode ser ignorado, sendo para isso fornecidas várias tabelas para o cálculo dos caudais conforme o tipo de conforto pretendido. Porém, a EN 806 tenta agilizar o processo com a disponibilização de tabelas simplificadas onde se assumem limitações das perdas de carga e se permitem valores de velocidade superiores, não dando tanto relevo a questões de conforto do utilizador.

Ainda sobre o abastecimento predial e distribuição de água, algo que também pode ser rapidamente revisto é o facto do documento europeu prever pressões na rede inferiores àquelas que o documento português prevê. As implicações mais notórias, para além do dimensionamento, são as diferenças com aparelhos, nomeadamente fluxómetros, e que conseqüentemente estejam desenvolvidos para pressões diferentes.

Quanto ao tema da drenagem de águas residuais, após a comparação de ambos os documentos, notou-se que, uma vez mais, a EN 12056-2 tenta facilitar o processo de cálculo com o fornecimento de tabelas simplificadas ao contrário da situação portuguesa que recorre a métodos analíticos para o mesmo efeito. Porém, através do método apresentado pelo documento europeu, resultam diâmetros inferiores àqueles obtidos a partir do método preconizado no DR 23/95, também baseados em critérios associados ou o correto funcionamento do sistema e o conforto do utilizador. Neste último são previstas algumas soluções construtivas novas adequadas para o efeito, como por exemplo a adoção de válvulas de admissão de ar que não são previstas no documento português.

Em relação ao sistema de drenagem de águas pluviais, verifica-se que o DR 23/95 dá maior importância aos sistemas públicos, de onde tem origem as soluções propostas. Contudo, a Norma europeia, em contraste, detalha todo o processo de cálculo, e apresenta diferentes soluções construtivas.

Neste mesmo tema, o documento europeu é bastante mais completo, até porque separa a drenagem de águas pluviais da drenagem de águas residuais domésticas. Apesar de haver alguma similaridade entre ambos, há pormenores que são bem salientados e melhor detalhados. Aqui, a EN 12056-3 é exaustiva no que concerne às especificações construtivas e processos de cálculo dos sistemas de drenagem de águas pluviais. Sendo que uma boa drenagem de águas pluviais é um ponto importante para o bom funcionamento do edifício, é premente que o documento português dê mais relevo a este tema.

Em conclusão, esta dissertação serviu para apresentar as oportunidades e limitações da implementação das normas europeias EN 806 e EN 12056, relativo a instalações hidráulicas prediais. Ficando patente que na generalidade dos temas, os documentos europeus são mais completos e atualizados, e que haveria grandes vantagens na atualização do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais, que foi publicada há quase três décadas.

Referências

- Baptista, F. P. (2011). *Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria* (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico.
- Castro, A. R. V. D. (2008). *Um modelo para a certificação da qualidade de projetos de instalações hidráulicas prediais* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Aveiro.
- da Silva, P. V. (2012). *Tecnologia de revestimentos em zinco e cobre na envolvente exterior de edifícios* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Decreto-Lei n.º 101/2005 de 23 de Junho de 2005 do Ministério da Economia e Inovação. (2005).
- Decreto-Lei n.º 251/87 de 24 de Junho de 1987 do Ministério do Plano e Administração do Território. (2005).
- Decreto regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto (Decreto-Regulamentar No. 23). (1995, agosto 23). Diário da República.
- EN 12056-1. (2000). *Gravity drainage systems inside buildings. Part 1: General and performance requirements*. British Standards Institution.
- EN 12056-2. (2000). *Gravity drainage systems inside buildings. Part 2: Sanitary pipework, layout and calculation*. British Standards Institution.
- EN 12056-3. (2000). *Gravity drainage systems inside buildings. Part 3: Roof drainage, layout and calculation*. British Standards Institution.
- EN 12056-4. (2000). *Gravity drainage systems inside buildings. Part 4: Wastewater lifting plants : Layout and calculation*. British Standards Institution.
- EN 12056-5. (2000). *Gravity drainage systems inside buildings. Part 5: Installation and testing, instructions for operation, maintenance and use*.
- EN 806-1. (2000). *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General*. British Standards Institution.
- EN 806-2. (2005). *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 2: Design*.
- EN 806-3. (2006). *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 3: Pipe sizing - Simplified method*.
- EN 806-4. (2009). *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 4: Installation*.
- EN 806-5. (2009). *Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 5: Operation and Maintenance*.

- Fernando, A. L., Rebelo, M. H., Benoliel, M. J., Diegues, P., & Casimiro, P. N. (2019). *Identificação de perigos e eventos perigosos em redes prediais de água para consumo humano*. Retrieved from www.ipq.pt
- Ferreira, M. I. C. S. (2013). *Sistemas Prediais de Drenagem de Águas Residuais Domésticas - Estudo comparativo entre o Regulamento Geral e a Norma Europeia 12056-2* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pedroso, V. M. R. (2007). *Manual Dos Sistemas Prediais De Distribuição E Drenagem De Águas*. LNEC.
- Silva-Afonso, A. (2001). *Contributos para o dimensionamento de redes de águas em edifícios especiais. Aplicação de modelos matemáticos* (Dissertação de Doutoramento). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Silva-Afonso, A. (Ed.). (2007). *Dimensionamento de instalações prediais de água. Considerações sobre o método proposto na norma europeia*.
- Silva-Afonso, A. (2013). *Revisão e Atualização da Regulamentação Portuguesa ao Nível das Redes Prediais. Uma Necessidade Urgente*.