



QIC2016

2º ENCONTRO NACIONAL SOBRE QUALIDADE E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Lisboa • LNEC • 21 a 24 de novembro de 2016

PATOLOGIAS NOS SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RECOMENDAÇÕES PARA A MELHORIA DA QUALIDADE

Luís E. Pimentel Real

Engenheiro Químico, PhD Engenharia Química e Chimie, LNEC-DED-NAICI, lpimentel@lnec.pt

Resumo

A frequência da incidência de patologias nos sistemas prediais de distribuição de águas e de drenagem de águas é elevada e aquelas são ainda atualmente uma das principais origens de problemas em edifícios.

Na presente comunicação é feito um levantamento do tipo de problemas mais frequentes nestes sistemas, identificando-se as suas causas e consequências, e apresentam-se soluções de prevenção e de resolução, concluindo-se que é possível reduzir a grande maioria das patologias em sistemas prediais de distribuição de águas e de drenagem de águas mediante a elaboração de projectos de qualidade e o cumprimento das boas práticas de construção durante a fase de execução.

Palavras-chave: Sistema predial / Distribuição de água / Drenagem de águas residuais e pluviais / Patologia.

Introdução

Há estudos que evidenciam que as principais causas das patologias nos sistemas prediais de distribuição de águas e de drenagem de águas se devem a falhas na fase de elaboração do projeto (quase 50% de incidência) e erros de execução (quase 30%) [Gnipper, 2011] e que 90% dos problemas detetados em edifícios resultam destas patologias [Pimentel-Rodrigues, 2007].

Os problemas resultam de erros de dimensionamento ou do facto do sistema projetado não cumprir algum requisito de desempenho, especialmente devido à inobservância de prescrições legais, regulamentares e normativas, bem como devido ao incumprimento de boas práticas de construção e de instalação, resultantes de falta de formação, treino e planeamento.

Estes defeitos comprometem o desempenho das instalações, reduzindo a durabilidade dos sistemas e causando desconforto e incomodidade nos utilizadores [Silva-Afonso, 2003, 2004; Pedroso, 2003].

Certas patologias podem originar sinistros, obrigando nesses casos a reparações com impacto económico significativo, quer nas próprias instalações quer em componentes do edifício afetadas pelas ocorrências, pelo que é fundamental a sua prevenção ou, na pior das hipóteses, a sua eliminação após deteção.

A realização de ações de formação a projetistas e instaladores, bem como a divulgação de normas e regulamentos, quer mediante a edição de publicações técnicas quer mediante eventos de disseminação de carácter técnico-científico, é recomendável e permite minimizar uma parte dos problemas que mais frequentemente ocorrem em sistemas prediais constituídos por tubagem.

Anomalias em sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas

As situações patológicas em edifícios são basicamente de 4 tipos:

- 1 - Deficiências de conceção e dimensionamento (projeto).
- 2 - Erros de instalação e de execução.
- 3 - Inconformidades de utilização.
- 4 - Deficiências dos sistemas de tubagem e das instalações.

Porém, as anomalias mais importantes e cujo impacto é mais significativo no desempenho global das instalações, são as associadas ao projeto e à instalação.

Deficiências de conceção e dimensionamento

É frequente deparar com projetos de instalação de distribuição de águas e de drenagem incompletos, com falta de clareza da informação, com detalhe insuficiente, omitido, inexequível ou errado, com especificação inadequada dos materiais e equipamentos a utilizar, falta de padronização nas representações gráficas e falhas de compatibilização entre os diversos projetos de especialidade. Em projetos de drenagem predial, é frequente encontrar deficiências associadas a ligações incorretas entre tubagens, a condições irregulares de ventilação, à inexistência de bocas de limpeza, à implantação incorreta de câmaras de inspeção e à omissão/inadequação do sistema de bombagem.

Deficiências de instalação e de execução

As deficiências de instalação e de execução de sistemas prediais de distribuição de água e de drenagem predial estão frequentemente associados ao incumprimento de algum aspeto em relação ao previsto no projeto, tal como alterações do traçado, dos diâmetros, da natureza dos materiais e do número de dispositivos ou aparelhos.

No caso de sistemas de saneamento e drenagem predial também é comum a existência de deficiências construtivas em câmaras de inspeção. No que respeita à execução de sistemas prediais de distribuição de água, para além das anomalias associadas a alterações ao projeto, são de referir ainda outras também frequentes, indicadas no quadro 1.

Quadro 1: Deficiências de instalação e de execução em sistemas prediais de distribuição de água

Processo de aquisição de materiais e serviços deficiente.
Inexistência de dispositivos de segurança e controlo.
Falta de procedimentos de trabalho.
Erros ou falta de planeamento de execução.
Falta de treino e de formação do pessoal instalador (mão de obra).
Ensaio de receção em condições deficientes.
Controlo da qualidade insuficiente ou inexistente (há casos frequentes de ausência de registo e até de execução).
Execução rápida e descuidada, por vezes motivada pela necessidade de cumprimento de prazos por parte do instalador, usualmente exigidas pelo empreiteiro e/ou dono de obra.
Ligações cruzadas com rede de água não potável.
Realização incorreta da caixa do contador.
Deficiências construtivas em reservatórios prediais.
Instalação incorreta de tubagens.
Instalação incorreta ou ausência de válvulas de seccionamento.

Deficiências de utilização

As deficiências de utilização dos sistemas hídricos prediais (água quente e fria, recolha de esgotos sanitários e das águas pluviais, e sistemas de combate a incêndios), resultam fundamentalmente da má utilização (por exemplo devido à aplicação de temperatura ou pressão fora da gama prevista para os produtos em serviço), alterações de uso devido a novas necessidades e a vandalismo.

Há no entanto que considerar anomalias por deterioração natural dos materiais constituintes do sistema ou desgaste dos mecanismos de vedação dos componentes das instalações prediais associados ao uso.

Deficiências de qualidade dos sistemas

Os problemas associados a defeitos dos sistemas de tubagem e das instalações, resultam da má qualidade ou defeito de fabrico dos sistemas de tubagem (mais frequente em sistemas não certificados ou homologados) ou devido ao incumprimento das boas regras de armazenamento, transporte e manuseamento dos sistemas de tubagem. Uma boa qualidade dos sistemas também contribui para a sua menor degradação e para um menor desgaste associado à utilização.

Consequências das patologias

As consequências das patologias no funcionamento das instalações causam incomodidade nos utilizadores, referindo-se como mais significativas as seguintes:

- Níveis de pressão e de caudal inadequados.
- Ruídos.
- Roturas e infiltrações.
- Entupimentos e obstruções.

- Odores.
- Variações de temperatura.

Estas incomodidades têm, na maior parte das vezes, também consequências na saúde pública, tais como problemas de qualidade da água distribuída, o que contribui para a insalubridade e risco sanitário.

Portanto, qualquer patologia existente no sistema hidráulico de um edifício, deve ser submetida a ação corretiva específica, a qual depende das peculiaridades da patologia e da própria edificação. Esta deve ser devidamente identificada, determinada a sua causa e previstas as suas consequências. Apenas um profissional experiente saberá prescrever a medida corretiva mais conveniente para a eliminação de cada patologia específica, pois até pode existir mais do que uma solução para um dado problema.

Causas das patologias e medidas preventivas

Nos Quadros 2 a 6 apresentam-se as causas das anomalias mais frequentes e propõem-se soluções. Estas “soluções” devem, em certas circunstâncias, ser consideradas mais corretamente como medidas de prevenção e de mitigação dos problemas ou ações para ajudar ao estabelecimento de um diagnóstico, pois nem sempre constituem a solução do problema. Para além destas, fazem-se ainda, mais à frente, algumas recomendações complementares para prevenção de anomalias, quer a nível de projeto, quer de instalação.

Quadro 2: Anomalias associadas a deficientes níveis de pressão e de caudal em instalações prediais de distribuição de água

Causa	Solução
Alteração das condições do fornecimento por parte das entidades gestoras dos sistemas públicos de abastecimento	Colocação de sistemas de atuação automática, para prevenir situações de pressão anormais.
Níveis de pressão e caudal deficientes devido à adoção de um tipo de alimentação incorreto	<ul style="list-style-type: none"> — Verificação das condições mínimas de pressão na rede pública de distribuição ($H = 100 + 40n$) e tomada de decisão quanto ao tipo de alimentação a adotar para a edificação¹; — verificação da pressão nos pavimentos mais elevados do edifício (pontos mais desfavoráveis).
Instalação de dispositivos que reduzem o caudal ou a pressão (por ex. filtros de água)	Utilização de fator de segurança para prever a posterior instalação de dispositivos que possam reduzir caudal/pressão.
Incrustação de calcário no interior das tubagens (má qualidade da água)	Seleção de materiais menos rugosos e recurso a sistemas de tratamento complementares ² .
Rotura de vedantes dos aparelhos sanitários	Garantia de manutenção de uma pressão estática em qualquer ponto da instalação inferior a 400 kPa.
Perda de estanquidade de anéis de vedação	Manutenção e colocação de dispositivos de proteção que minimizem o envelhecimento e/ou a acumulação de partículas.
Cavitação de bombas centrífugas	Posicionamento do eixo da bomba abaixo do nível da água no reservatório, para garantir o afogamento da bomba e impedir pressões negativas na entrada do rotor e nos tubos de sucção.

1 As pressões de serviço admissíveis nos dispositivos de utilização são de 50 kPa a 600 kPa, mas por razões de conforto e de durabilidade das tubagens, devem situar-se entre 150 kPa e 300 kPa [Pedroso, 2007].

2 Mediante transformação do bicarbonato de cálcio $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ em CaCO_3 , CO_2 e H_2O , por modificação na cristalização dos depósitos de calcário ou por intercâmbio iónico (transformação de iões de Ca^{2+} e Mg^{2+} , insolúveis, em iões Na^+ , solúveis).

Quadro 2 (continuação): Causas associadas a deficientes níveis de pressão e de caudal em instalações prediais de distribuição de água

Causa	Solução
Dimensionamento incorreto	<p>Previsão da existência de válvulas na instalação. Verificação do dimensionamento, em particular no que se refere ao cálculo dos seguintes fatores:</p> <ul style="list-style-type: none"> — perdas de carga, considerando dispositivos, singularidades e comprimentos da linha de distribuição; — diâmetros³; — velocidades de escoamento⁴; — caudais dos diferentes dispositivos de utilização instalados, atribuindo caudais instantâneos de valor igual ou superior aos mínimos especificados regulamentarmente, sem esquecer fluxómetros, quando aplicável⁴; — coeficientes de simultaneidade, de acordo com o tipo de edificação, eventualmente incrementado por um coeficiente de segurança, nos casos em que se justifique⁵; — características de desempenho dos elementos elevatórios e/ou sobreprensoras (bombagem).
Condições de caudal/pressão deficientes em misturadores de água quente e fria	<ul style="list-style-type: none"> — Equalização da pressão na entrada do misturador em ambos os circuitos (água fria e água quente), caso contrário, a água passa do lado de maior pressão para o lado de menor pressão; — independência da ligação das tubagens que alimentam misturadores de água quente e fria, em relação a colunas de distribuição e ramais que alimentam válvulas de descarga, caso contrário quando se aciona um dos sistemas uma parte da vazão que alimentava o ramal de menor diâmetro/caudal deixa de alimentá-lo e passa a alimentar apenas o ramal de maior diâmetro/caudal (ex. chuveiro e válvula de descarga ou lavatório).

Quadro 3: Causas associadas à transmissão de ruídos das tubagens ou dos aparelhos sanitários para o edifício durante o funcionamento das instalações prediais

Causa	Solução
Funcionamento de instalações elevatórias e/ou sobreprensoras	<p>Instalação destes elementos o mais longe possível das zonas habitadas e recorrendo à interposição de embasamentos isolados e fixações elásticas na sua ligação com os elementos de suporte e à inserção de juntas elásticas nas ligações entre os elementos de bombagem e as tubagens.</p>

3 O diâmetro mínimo admissível para os ramais de ligação é de 20 mm (ou de 45 mm quando estes tenham de assegurar simultaneamente o serviço de combate a incêndios sem reservatório de regularização). No caso de dimensionamento de ramais de ligação em que o ramal para a distribuição para fins domésticos e para combate a incêndios é o mesmo, considera-se o maior dos dois caudais de cálculo [Pedroso, 2007].

4 As velocidades de escoamento devem oscilar entre 0,5 m/s e 2,0 m/s, de preferência próximo de 1 m/s.

5 Os coeficientes de simultaneidade são normalmente inferiores a 1, mas pode estabelecer-se um valor mínimo de 20%. Porém, no caso de escolas, internatos, estádios, quartéis, ou outros tipos de instalações onde seja previsível a utilização simultânea dos dispositivos instalados, o coeficiente de simultaneidade que afetará o somatório dos caudais instantâneos referentes a duchas, lavatórios, ou outros deve ser a unidade [Pedroso, 2004]. No caso geral de unidades hoteleiras, o coeficiente de simultaneidade obtido, quer por via gráfica, quer através da fórmula, pode ser incrementado por um coeficiente da ordem de 1,25 [Pedroso, 2007].

Quadro 3 (continuação): Causas associadas à transmissão de ruídos das tubagens ou dos aparelhos sanitários para o edifício durante o funcionamento das instalações prediais

Causa	Solução
Formação de tampões nos tubos de queda, que rebentam devido às variações de pressão verificadas, dando origem a descargas ruidosas	Corrigir o dimensionamento, mediante adoção de taxas de ocupação adequadas.
Choque hidráulico (golpe de aríete), que ocorre quando se dá a interrupção brusca do escoamento devido à paragem de dispositivos de utilização de fecho brusco (ex.: fluxómetros) ou de elementos de bombagem.	<ul style="list-style-type: none"> — Instalação de reservatórios de amortecimento nos extremos altos das instalações ou junto do aparelho ou sistema que lhe possa dar origem; — não utilização de tubagem horizontal de alimentação ou de descarga de pequeno diâmetro, pois se houver descontinuidade no fluxo, irá ocorrer choque entre a água em retorno por efeito do vácuo criado na tubagem vertical com a água que se encontra na tubagem horizontal, sendo este tanto maior quanto maior for a velocidade de escoamento das águas.
Utilização de tubagens de materiais muito rígidos, de elevada rugosidade e traçados sinuosos	Utilização de tubagens de materiais com características absorventes, com paredes não muito finas e interiormente lisas, para evitar a eclosão de ruídos de choque e ressonância.
Velocidade excessiva de circulação da água	Correção do dimensionamento (para velocidades entre 0,5 m/s e 2 m/s, de preferência 1 m/s).
Pressão excessiva de circulação da água	Correção do dimensionamento para regime de pressão adequado (de preferência entre 150 kPa e 300 kPa).
Turbulências no escoamento e fenómenos de cavitação	Utilização de acessórios de ligação entre troços de tubagens com percursos simples, que evitem variações bruscas, e adoção de mudanças graduais de diâmetros.
Gradientes térmicos	Inserção de juntas de dilatação em tubagens destinadas ao transporte de água quente.
Má fixação de tubos plásticos de espessura reduzida ou atravessamento de elementos estruturais	Interposição de isolantes com características elastoméricas entre as tubagens e os acessórios de fixação ou entre a tubagem e os elementos atravessados por estas
Depressões no escoamento nos ramais de descarga	Redução do diâmetro dos sifões instalados, o qual não deve ser superior ao dos respetivos ramais de descarga.
Acumulação de ar nos pontos altos da rede, em colos formados em pontos de apoio de tubagem flexível, que podem obstruir a seção e dificultar o escoamento se a pressão reinante neste ponto for baixa.	Instalação das redes com pendentes ascendentes (0,5%), no sentido do escoamento, que facilitem saída do ar através dos dispositivos de utilização ou, quando não for possível, através de válvulas de purga.

Quadro 4: Causas associadas à ocorrência de roturas nas tubagens prediais e infiltrações em componentes da edificação

Causa	Solução
Indução de tensões nas tubagens, provocadas por variação das suas dimensões lineares associadas a variações de temperatura ou a movimentos diferenciais dos elementos da construção	Montagem com dispositivos de fixação que permitam a dilatação, conforme recomendações do fabricante.
Infiltrações na periferia de ralos	Retificação dos sistemas de arremates e acabamentos da impermeabilização.

Quadro 4 (continuação): Causas associadas à ocorrência de roturas nas tubagens prediais e infiltrações em componentes da edificação

Causa	Solução
Instalação incorreta de uniões em tubagem termoplástica e multicamada	Utilização dos acessórios adequados ao sistema, recomendadas pelo fabricante e inserção dos troços de tubo até ao fundo do canhão dos acessórios.
Envelhecimento prematuro (devido à temperatura ou à radiação UV) de tubagens de materiais termoplásticos	Seleção correta do polímero em função da aplicação e com formulação adequada no caso de aplicações à vista no exterior (por ex. tubos de drenagem, caleiras, etc.).
Utilização de tubagem de má qualidade ou descontinuada ⁶	Utilização de tubagem homologada ou certificada, dimensionada de acordo com normas europeias em vigor.
Infiltração de água do lençol freático em reservatórios total ou parcialmente enterrados, devido a falha na impermeabilização ou mesmo pequenas fissuras das paredes [Pedroso, 2007].	<ul style="list-style-type: none"> — Colocação do reservatório para água potável acima do solo, tendo em vista evitar o risco de contaminação dele proveniente; ou, nessa impossibilidade — execução do reservatório dentro de compartimento próprio, que permita operações de inspeção e manutenção, devendo haver um afastamento mínimo de 60 cm entre as faces externas do reservatório (laterais, fundo e cobertura) e as faces internas do compartimento. O compartimento deve ser dotado de drenagem por gravidade, ou bombeamento, sendo que, neste caso, a bomba hidráulica deve ser instalada em poço adequado e dotada de sistema elétrico que advirta casos de falha no funcionamento na bomba.
Fenómenos de corrosão e inadequada ligação entre elementos da instalação em tubagens metálicas (uniões)	<ul style="list-style-type: none"> — Utilização de acessórios de união do mesmo material ou de resistência à corrosão similar (em vez de recorrer à dobragem dos tubos nas mudanças de direção); — utilização de juntas dielétricas nas zonas de ligação de tubagens metálicas de diferente nobreza⁷; — consideração das restrições de funcionamento do tipo de metal da tubagem (ferro galvanizado, cobre ou aço inox) em função da temperatura limite da água, seu pH, dureza e teor de cloretos; — execução de soldaduras com ligas do tipo austenítico com teores de cromo não inferiores a 16% e isentas de cádmio e zinco (no caso do aço inox) ou de chumbo (no caso do cobre).

Quadro 5: Causas associadas à ocorrência de entupimentos em sistemas prediais de drenagem

Causa	Solução
Entupimentos em coletores prediais de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> — Instalação de joelhos de 45° nos coletores prediais à vista, para evitar as mudanças bruscas de direção do escoamento; — instalação de caixas de inspeção nos coletores prediais enterrados, em todas as mudanças de direção, de declive ou de diâmetro.

6 A norma NP 1487, por exemplo, permitia espessuras de parede de 1,8 mm para os menores diâmetros em tubos de PVC, e por isso estava dimensionado para situações em que a temperatura do líquido a transportar não excede, em regime permanente, 40°C e, em curtos períodos, 60°C. Atualmente, as águas residuais das máquinas de lavar roupa são descarregadas a temperaturas próximas dos 90°C e a atual NP EN 1329:1 já preconiza que a parede da tubagem tenha uma espessura mínima de 3,0 mm, para diâmetros até 90mm.

7 O par galvânico, resultante do contato direto de tubagem de cobre com tubagem de aço galvanizado, causa corrosão prematura no aço e consequentes vazamentos.

Quadro 5 (continuação): Causas associadas à ocorrência de entupimentos em sistemas prediais de drenagem

Causa	Solução
Obstruções em tubagens de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> — Instalação da tubagem com declividade constante, recomendando-se um declive mínimo de 2% para tubos com diâmetros iguais ou menores que 75 mm, e de 1% para diâmetros maiores ou iguais a 100mm; — instalação de acessórios com ângulo central igual ou inferior a 45°, nas mudanças de direção dos trechos horizontais, para facilitar o escoamento dos efluentes.
Retorno de espuma ou refluxo de esgoto em ralos sifonados localizados em pavimentos baixos de edifícios altos, causado pelo fenómeno da sobrepressão	<p>Adoção de soluções para evitar o retorno de espuma em tubos de queda que recebam efluentes de aparelhos onde são utilizados detergentes [Gnipper, 2011], a seleccionar de entre as seguintes, conforme situação mais adequada:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Instalação de um novo tubo de queda independente, devidamente ventilado, que deve ser ligado aos ramais afetados, desligando estes do tubo de queda original; — instalação de um tubo ventilador secundário em local adequado no ramal de esgoto da caixa sifonada; — instalação de um dispositivo antirrefluxo na caixa sifonada convencional; — substituição das ligações (raios de curvatura) da base do correspondente tubo de queda para atenuação de mudanças bruscas de direção do escoamento líquido; — aumento da secção do sub-coletor subsequente ao tubo de queda que recebe os despejos do ralo sifonado, por onde se dá o retorno de espuma; — adoção de caminho alternativo para o escoamento de ar associado ao escoamento líquido na base do tubo de queda (“jump”); — instalação de tubo ventilador de alívio em local adequado na base do tubo de queda sujeito a sobrepressão ou no início do correspondente sub-coletor.

Quadro 6: Causas associadas à ocorrência de odores nos sistemas prediais de distribuição de água e drenagem

Causa	Solução
Destruição total ou parcial do fecho hídrico dos sifões de aparelhos sanitários ⁸ .	<ul style="list-style-type: none"> — Correção da taxa de ocupação estabelecida no dimensionamento; — instalação de sistemas com ventilação secundária para se evitar a perda do fecho hídrico por sucção ou sobrepressão⁹; — adoção dos requisitos construtivos impostos regulamentarmente quanto ao afastamento máximo entre o sifão e a secção ventilada; — adequação do dimensionamento dos ramais de descarga e seleção correta do respetivo sifão, tendo em conta as limitações regulamentares impostas;

8 A redução da altura da camada líquida, de nível constante, que veda a passagem dos gases dos sifões de aparelhos sanitários, ocorre devido à formação de um tampão no tubo de queda, provocado pela descarga, o qual irá originar uma sifonagem induzida por compressão ou por aspiração nos sifões cujos ramais converjam para este (auto sifonagem). Este fenómeno é tanto mais intenso quanto menor for a secção do ramal, maior a sua dimensão linear e maior a sua inclinação. Já a dupla sifonagem é interdita [DR 23/95, 1995].

9 Deve-se ventilar o ramal imediatamente após o sifão para que os efeitos da variação de pressão sejam aliviados pela coluna de ventilação e não atinja o sifão e consequentemente o fecho hídrico.

Recomendações de prevenção de anomalias

Visando a redução dos custos durante a fase de construção e durante a vida útil dos edifícios, resultantes da necessidade de reparações e/ou reconstruções causadas por erros de projeto ou de execução, propõem-se algumas medidas de prevenção complementares, quer a nível de projetos, quer de instalação.

Recomendações aos projetos

Os projetos devem ter revisão adequada e conter informações técnicas em profusão nos vários documentos que o compõe, de modo a satisfazer todos os intervenientes que dele farão uso (projetistas dos restantes sistemas e especialidades; medidores orçamentistas, durante as fases de planeamento da obra e de levantamento de custos para execução; avaliadores, durante a fase de aprovação e de fiscalização; instaladores durante a execução da obra) [Gnipper, 2011].

Os projetos devem ser suficientemente abrangentes e não devem apresentar lacunas nas peças desenhadas, devendo conter:

- o traçado completo dos sistemas projetados nas plantas, as dimensões dos coletores (que devem ser adequadas), as secções e as inclinações dos elementos de tubagens de fraca pendente, as cotas de soleira dos coletores, das câmaras de visita e de inspeção, bem como as suas dimensões em planta e a identificação nos cortes dos elementos de tubagem representados;
- as ampliações em planta das instalações sanitárias e respetivas vistas (detalhes de esgoto), ou desenhos na forma de perspetivas isométricas, ou, ainda, as elevações de paredes com as tubagens em vista frontal;
- os detalhes construtivos específicos, tais como cortes esquemáticos de reservatórios, poços de drenagem e cabines técnicas, e detalhes construtivos padronizados, como câmaras de inspeção, suportes de tubagem e do ramal de ligação;
- os esquemas verticais de água fria e quente, eventualmente incorporando as tubagens da rede de combate a incêndio e os esquemas de esgoto sanitário e de águas pluviais.

A memória descritiva do projeto deve incluir:

- o cálculo hidráulico dos elementos constituintes dos sistemas, e não apenas limitar-se à indicação do cálculo relativo a um elemento considerado como de secção mais desfavorável [Pedroso, 2007], como é habitual fazer-se para o cálculo das perdas de carga;
- as informações adicionais não integradas nos elementos gráficos do projeto, tal como a justificação de soluções técnicas adotadas [Gnipper, 2011];
- uma referência à necessidade de todos os materiais e equipamentos deverem ser objeto de certificado de conformidade com norma ou especificação¹⁰;
- uma referência relativa à necessidade de realização dos ensaios de receção da instalação previstos regulamentarmente (estanquidade e eficiência).

São ainda elementos constituintes de um bom projeto, com qualidade, as especificações técnicas de materiais e de serviços (caderno de encargos de execução), uma relação total dos materiais ou separada por etapas de execução, e ainda, o manual de utilização e manutenção dos sistemas projetados [Gnipper, 2011].

¹⁰ Esta é particularmente importante no caso de sistemas inovadores, designadamente dispositivos de baixo consumo (por ex. torneiras de fecho automático, torneiras dotadas de arejadores, redutores de caudal para chuveiros, lavatórios e bidês, sistemas de vácuo em esgoto), sistemas incrementando a reutilização da água e o uso de origens alternativas (água pluvial, água freática e até água salgada), sistemas a vácuo para elevação de esgoto, bombas de pressão de rotação variável com inversores de frequência, sistemas de ventilação otimizados (dispositivos de admissão de ar no sistema de esgoto, tais como válvulas de admissão e sífões auto ventilados) e sistemas de drenagem predial por efeito sífónico (ralo sífónico antivortex), que permitem a redução do nº de tubos de queda [Gnipper, 2011].

Recomendações à instalação

A materialização dos projetos em obra deve ser feita tendo em conta as regras de boa prática construtiva aplicáveis à execução de instalações de distribuição de água e de drenagem predial.

Assim, a instalação de distribuição de água quente e fria deve prever [Pedroso, 2007]:

- A instalação obrigatória de válvulas de seccionamento à entrada dos ramais de distribuição, a montante de purgadores de ar, nos ramais de introdução, a montante e a jusante dos contadores, nas entradas das diferentes instalações sanitárias, nos ramais de alimentação de autoclismos, de equipamentos de lavagem, fluxómetros, equipamentos destinados à produção de água quente e quaisquer outros em que seja previsível a necessidade de corte no abastecimento de água para eventuais operações de manutenção ou reabilitação.
- O desenvolvimento em paralelo, sempre que os traçados o permitam, das tubagens destinadas ao transporte de água quente e de água fria, afastadas entre si de uma distância não inferior a 0,05 m, e quando na horizontal, as de água quente posicionadas sempre num plano superior.
- O isolamento térmico da tubagem de água quente, para evitar o descolamento do revestimento das paredes em contacto com a tubagem e para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do dispositivo de aquecimento e a sua chegada ao dispositivo de utilização, ou no seu regresso ao dispositivo de aquecimento, nos casos de existência de tubagem de retorno.

Devem considerar-se as seguintes regras de execução de instalações de tubagem de drenagem de águas residuais e domésticas [Pedroso, 2007]:

- todos os aparelhos sanitários têm de dispor de sifão;
- o acesso ao sifão de pavimento, destinado a assegurar o fecho hídrico de banheiras, deve ser facilitado e não estar posicionado no interior da envolvente destas;
- o posicionamento dos ramais de descarga dos equipamentos deve ter um afastamento suficiente para permitir que se estabeleçam as ligações;
- a ligação simultânea de vários aparelhos a um mesmo ramal de descarga deve realizar-se através de caixas de reunião ou curvas de concordância e os troços verticais nunca deverão exceder 2 m;
- os ramais de descarga de bacias de retrete devem ser ligados ao tubo de queda em planos horizontais distintos dos ramais de descarga de águas saponáceas¹¹;
- a concordância entre os tubos de queda e as tubagens de fraca pendente deve ser obtida através de curvas de transição de raio maior ou igual ao triplo do seu diâmetro, ou através de curvas de 45° (idem para águas pluviais);
- a condução das águas residuais a partir dos tubos de queda não devem ser conduzidas para níveis inferiores ao do arruamento onde se localiza o coletor público, pois esta solução obriga à posterior elevação das águas por meios mecânicos, para um nível igual ou superior ao do arruamento¹², tal como é necessário fazer com as águas residuais provenientes de pisos enterrados;
- o afastamento entre os tubos de queda e a câmara de inspeção para a qual convergem tem de ser inferior a dez vezes o diâmetro dos tubos de queda (senão adotar ventilação secundária);
- os tubos de queda e as redes de coletores suspensos devem ser dotados de bocas de limpeza de diâmetro não inferior ao seu, posicionadas de modo a garantir a sua acessibilidade em todas as mudanças de direção, próximo das curvas de concordância, próximo da mais elevada inserção dos ramais de descarga e, no caso dos tubos de queda, no mínimo de três em três pisos, próximo das inserções dos ramais;
- o atravessamento de elementos estruturais (lajes) pelos tubos de queda deve incluir a interposição entre ambos de elemento que evite a solidarização entre ambos, devido à possibilidade de introdução de tensões nos elementos de tubagem;
- os ramais de ligação podem ser ligados à rede pública por inserção em câmaras de visita e indiretamente nos coletores públicos. A inserção direta nos coletores públicos só é admissível nos casos em que estes possuam diâmetro superior a 500mm (idem para águas pluviais), devendo,

¹¹ E quando tal não se verifique devem ser utilizadas forquilhas de ângulo de inserção não superior a 45°

¹² Nestes casos, é preferível optar por uma rede de coletores suspensos sob o teto do piso técnico.

nestas situações, processar-se num plano superior a dois terços do seu diâmetro, relativamente à sua geratriz inferior e com um ângulo de incidência menor ou igual a $67^{\circ} 30'$, no sentido do escoamento;

- o acesso ao interior das câmaras de inspeção, incluindo as de ramal de ligação, deve ser facilitado, tendo em vista eventuais operações de manutenção, conservação, desobstrução, etc.;
- a conceção/construção das soleiras de câmaras de inspeção e/ou de ramal de ligação, deve ser efetuada de forma a evitar a retenção da matéria sólida transportada nas águas residuais;
- os sistemas prediais de drenagem de águas residuais têm de possuir ventilação primária, obtida através do prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera;
- sempre que se justifique deve ser considerado um sistema de ventilação secundária, independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício, sendo as colunas e ramais de ventilação constituídos por troços retilíneos ligados entre si por curvas de concordância;
- quando a rede de ventilação termina no tubo de queda, a sua inserção deve ocorrer a uma distância não inferior a um metro acima da última inserção no ramal de descarga.

No caso de instalações de tubagem de drenagem de águas pluviais, devem considerar-se as seguintes regras de execução [Pedroso, 2007]:

- o diâmetro mínimo é de 40 mm, exceto nos casos em que sejam aplicados ralos de pinha, passando o seu valor mínimo a ser de 50 mm;
- no caso de apenas existir uma câmara de ramal de ligação para águas residuais domésticas e águas residuais pluviais, deve existir um sifão que impeça a passagem dos odores para zonas habitáveis do edifício;
- as colunas de ventilação devem ter a sua origem nos poços de bombagem;
- as caleiras e algerozes devem ser dotados de sistemas secundários de evacuação das águas (descarregadores de superfície) que permitam que o transbordo se faça para o exterior do edifício, com uma altura mínima de 3 cm, no caso de entupimentos ou excesso de precipitação em relação aos valores considerados para o seu dimensionamento¹³.

Por fim, devem considerar-se as seguintes regras gerais [Pedroso, 2007; Gnipper, 2011]:

- as tubagens instaladas não devem ter diâmetros inferiores aos mínimos estabelecidos regulamentarmente e devem ser objeto de certificação ou de homologação;
- nas instalações à vista deve proceder-se à instalação prévia dos elementos de suporte (abraçadeiras), destinadas a assegurar a correta fixação das tubagens e a permitir que eventuais contrações ou dilatações se deem livremente;
- as tubagens não embutidas (incluindo quaisquer isolantes ou revestimentos integrados nestas), devem ficar instaladas de modo a garantir um afastamento mínimo de 0,05 m entre si e o elemento de suporte (tetos, paredes ou pavimentos, etc.);
- os roços só devem ser abertos se garantirem pelo menos (à parede ou outro elemento construtivo) uma espessura de 2/3 da espessura inicial e devem ficar asseguradas as condições para que as variações dimensionais dos tubos se possam dar livremente;
- em edificações com alvenaria estrutural, as tubagens só podem correr embutidas dentro de blocos não estruturais de paredes, com função de vedação, de preferência adotando aberturas verticais (“ductos”) em posições estratégicas;
- nas situações de tubagens embutidas, estas devem ser envolvidas com material que impeça a sua solidarização às argamassas envolventes e devem criar-se zonas destinadas à absorção das dila-

¹³: Na impossibilidade de existirem descarregadores de superfície, deve ser prevista a implantação de orifícios de descarga, considerando um por cada tubo, com uma secção pelo menos igual à do respetivo tubo. Quando não for possível garantir um orifício de descarga por tubo, deve ser definido um orifício de descarga por conjunto, garantindo que a sua secção será no mínimo igual a uma vez e meia a maior das secções do conjunto considerado.

tações lineares previstas (por exemplo as mudanças de direção das tubagens), as quais devem ser preenchidas com materiais deformáveis com espessuras que possibilitem a absorção das variações das suas dimensões lineares;

- na ligação entre os diversos troços de tubagem e nas mudanças de direção, devem utilizar-se os métodos de união preconizados pelos respetivos fabricantes¹⁴;
- as tubagens não devem ficar sujeitas a significativos gradientes térmicos e a condensações, pelo que devem tomar-se todas as precauções necessárias para evitar o risco de congelamento ou da sua sujeição a fontes de calor, através da aplicação de isolamento térmico;
- as juntas de dilatação das tubagens sujeitas a significativos gradientes térmicos devem instalar-se preferencialmente nas zonas onde existem juntas de dilatação com direção transversal ao desenvolvimento das tubagens;
- deve assegurar-se a existência de livro de registo de todas as alterações realizadas durante a execução da obra e deve implementar-se um sistema de controlo da qualidade à instalação dos sistemas em obra;
- deve garantir-se a implementação de um sistema de manutenção preventiva e deve-se criar um manual de utilização dos sistemas prediais, para distribuição aos utentes dos edifícios.

Referências bibliográficas

- Decreto-Regulamentar nº 23/95, de 23 de agosto – **Regulamento Geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais**. Imprensa Nacional, Lisboa, 1996.
- GNIPPER, S., 2011 – **Projeto hidráulico ou a busca da excelência**. [Consult. 11 de janeiro de 2016]. Disponível em http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/projeto-hidraulico-ou-a-busca-da-excelencia_1826_0_1
- PEDROSO, V. M. R., 2003 – **Problemas e reabilitação dos sistemas prediais de distribuição e de drenagem de águas**, In Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios - 3º ENCORE, 26 a 30 de maio de 2003, pp.1201-1208, Lisboa: LNEC.
- PEDROSO, V. M. R., 2007 – **Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas** (3ª Ed.), Lisboa: LNEC, ISBN: 9789724918495.
- PIMENTEL-RODRIGUES, C.; SILVA-AFONSO, A., 2007 – **A qualidade na construção ao nível das instalações prediais de águas e esgotos. Situação e perspetivas em Portugal**. In Congresso Construção 2007. Coimbra, Portugal, 17 a 19 de dezembro de 2007. [Consult. 02 de fevereiro de 2016]. Disponível em <http://www.anqip.com/index.php/en/links>
- SILVA-AFONSO, A., 2003 – **Water supply and drainage systems in buildings. Recurrent errors and defects in design and construction**. In 2º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade e Reabilitação dos Edifícios (CIB/W068), Lisboa, 6 a 8 de novembro de 2003, pp. 127-136.
- SILVA-AFONSO, A., 2004 – **Águas e esgotos: Uma das principais causas de patologias em edifícios em Portugal**. In 2º Congresso Nacional da Construção: Construção 2004 – “Repensar a Construção”, Porto, 13 a 15 de dezembro de 2004, pp. 737-742.
- SILVA-AFONSO, A., 2007 – **Inovação ao Nível da Conceção e do Dimensionamento das Instalações Prediais de Águas e Esgotos. Situação em Portugal**, In Anais de Engenharias'07 - Inovação e Desenvolvimento. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 21 a 23 de setembro de 2007, pp.317-321.

¹⁴ Alguns tipos de tubagens, como sejam as de cobre em rolo, as de polietileno reticulado, multicamada e polibutileno, possibilitam que as mudanças de direção possam fazer-se através de dobragem, com raios de curvatura definidos em função dos diâmetros das tubagens. Não se deve efetuar o aquecimento de tubagem plástica para realizar curvas ou promover abertura de bolsas nas extremidades.