



Universidade de Évora

Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos

Contributos para o melhoramento de dispositivos de fecho de câmaras de visita e de entrada de sumidouros

Dissertação elaborada por:

Manuel Vieira Pereira Guerra

Orientadora:

Maria Madalena Moreira Vasconcelos

Évora, Novembro de 2010

Contributos para o melhoramento de dispositivos de fecho de câmaras de visita e de entrada de sumidouros

Palavras chave:

Tampa, sumidouro, norma, ensaio de carga, classe de resistência, vida útil técnica

Resumo:

A normalização dos dispositivos de fecho de câmaras de visita e de entrada de sumidouros desempenha um papel importante em termos de segurança nas redes de saneamento básico. Tendo em conta a revisão da norma Europeia EN 124 em curso e considerando o quadro legal Português, são discutidos aspectos importantes a considerar na adaptação da norma à realidade Portuguesa, nomeadamente especificações técnicas que se deveriam incluir, a introdução e regulamentação do conceito de vida útil técnica e recomendações de instalação e manutenção de tampas e sumidouros, por forma a garantir estender a durabilidade dos dispositivos e diminuir as necessidades de manutenção.

Contributions for the improvement of manhole covers and gully tops

Keywords:

Manhole cover, gully top, standard, load test, load classes, technical lifetime

Abstract:

The standardization of manhole covers and gully tops has an important role in guaranteeing safety in wastewater networks. Considering the review of the European Standard EN 124 and the Portuguese legislation, some important aspects to consider are discussed adapting its application to the Portuguese reality, mainly, technical specifications that should be considered, the introduction of the concept of technical lifetime and recommendations for the installation and maintenance of the manhole covers and gully tops as a way to extent its durability and to reduce the need for maintenance.

Introdução

As infra-estruturas de drenagem urbana são constituídas por colectores, câmaras de visita, sistemas elevatórios, poços de bombagem, obras de transição, descarregadores, interceptores, órgãos de manobra, dispositivos de coroamento, entre outros.

Os dispositivos de coroamento são constituídos, essencialmente, por dispositivos de fecho de câmaras de visita (tampas) e dispositivos de entrada de sumidouros (grelhas). Estes, são elementos que funcionam como interface e garante das condições sanitárias, ao isolarem o meio urbano das águas residuais e pluviais, no entanto devem permitir o acesso aos demais componentes da rede, para efeitos de operação, monitorização ou manutenção.

O papel desempenhado pelas tampas e grelhas, quer nas redes de drenagem de águas residuais, bem como em redes de drenagem de águas pluviais, redes de distribuição de água, rede eléctrica, rede de telecomunicações, rede de combate a incêndios, rede de distribuição de gás, entre outras, terá de oferecer garantias de total segurança na circulação de peões e veículos na via pública e respeitar as questões ambientais, paralelamente à eficácia desejada, nomeadamente na facilidade de manobra com um mínimo de manutenção dos próprios dispositivos.

A segurança desejada, bem como a optimização das características construtivas dos dispositivos de fecho de câmaras de visita e dos dispositivos de entrada de sumidouros, são objecto da norma NP EN 124, que visa harmonizar os critérios construtivos destes dispositivos no espaço Europeu, dado que são adoptadas em todos os países cujos organismos nacionais de normalização têm assento no CEN (Comité Europeu de Normalização) e que é o caso de Portugal.

Considerando o quadro normativo vigente, relativamente à normalização de dispositivos de fecho e de entrada e o facto de a norma EN 124 estar em processo de revisão, pretende-se propor um conjunto de contribuições para aspectos não contemplados no que diz respeito à vida útil técnica destes dispositivos, nomeadamente na caracterização do desgaste físico na face superior da tampa e alteração por corrosão na face inferior da tampa e influência na diminuição da durabilidade das tampas. Procedeu-se ao ensaio de alguns exemplares obtidos na rede de saneamento da cidade de Évora e pretende-se propor um conjunto de boas práticas a ter em consideração no projecto, na instalação e na manutenção deste tipo de dispositivos.

A importância da normalização

A sociedade moderna, complexa e com elevadas trocas comerciais a nível global, tem necessidade de criar códigos e especificações de forma a harmonizar critérios na produção de produtos que hoje, ao serem

fabricados em grandes quantidades, são destinados a um mercado alargado.

É importante garantir que um determinado produto, independentemente do fabricante e do local onde seja instalado, tenha assegurada a sua aptidão a diferentes realidades de uso, tenha conferida a sua compatibilidade, satisfazendo exigências específicas e que sejam reconhecidas as características de segurança na protecção da vida humana e da saúde pública. Assim sendo, o uso não deverá ficar condicionado por diferentes critérios ou padrões. É, por isso, importante que a normalização seja resultado de um processo de convergência de diferentes interesses das partes envolvidas.

Além dos aspectos mencionados, a normalização poderá, ainda, contribuir para a limitação da variabilidade, adequando as gamas de produtos às necessidades do mercado; poderá contribuir para a intermutabilidade, no sentido de auxiliar a identificação de alternativas para as mesmas finalidades e poderá ser uma ferramenta com uma contribuição importante para a protecção do meio ambiente.

A normalização poderá trazer uma série de benefícios que justificam a sua importância, nomeadamente conduzir à mesma solução em problemas recorrentes, melhorar a adequação dos produtos às suas finalidades, ajudar a prevenir os obstáculos técnicos ao comércio, facilitar a cooperação tecnológica entre países, facilitar a avaliação da conformidade dos produtos, funcionando como referencial de qualidade, facilitar a comunicação entre partes interessadas, simplificar e reduzir os tempos de projecto, promover a economia de matérias-primas, dos tempos de produção, a intermutabilidade de peças compatíveis, contribuir para uma melhor organização e coordenação do processo produtivo, contribuir para a defesa dos interesses dos consumidores, contribuir para a especificação dos produtos nas trocas comerciais, pelo que promove as trocas comerciais em si, promover a qualidade de vida, tendo em conta os aspectos de segurança, saúde e protecção do ambiente, promover e estimular um processo dinâmico de actualização e desenvolvimentos permanentes, salvaguardar o interesse nacional, na medida em que os interesses das partes no nosso país pode ter participação e força de voto junto das organizações internacionais e por último funcionar como uma eficaz ferramenta de apoio aos legisladores, na medida em que pode ser utilizada como referência em leis e pode auxiliar a identificar matérias em que haja necessidade de legislar (IPQ 2009). Em última instância as normas contribuem para o estímulo das trocas comerciais num mercado alargado de concorrência aberta, funcionando como mecanismo de protecção do mercado.

É importante ter consciência dos princípios que presidem à actividade normativa, para que se faça, dela e das normas que são produzidas, uma correcta utilização, em consonância com a filosofia subjacente. Os princípios da normalização são (IPQ 2009): a voluntariedade, a representatividade, a paridade, a transparência, a simplificação e o consenso. O primeiro princípio é muito importante e frequentemente é objecto de entendimentos errados, na medida em que

a normalização não é obrigatória nem a aplicação das normas produzidas é obrigatória. A decisão de participação na normalização e de aplicação de normas é voluntária e essa decisão deverá ser resultado da percepção e da evidenciação das vantagens da sua utilização. O cumprimento de normas pode porém tornar-se obrigatório se essa obrigatoriedade estiver expressa em legislação, em contratos ou se existir uma obrigatoriedade de facto.

A representatividade pressupõe que os diferentes agentes, de diferentes áreas da sociedade e que possam representar diferentes interesses, tenham oportunidade de intervir nos processos e que o possam fazer de forma equilibrada – princípio da paridade – sem prevalência de uns em detrimento de outros. Também é importante que os processos sejam transparentes, de forma que toda a informação seja igualmente disponibilizada aos diferentes interessados, quer se tratem de fabricantes, consumidores, especialistas ou outras partes interessadas. O princípio da simplificação é implícito, por ser um dos benefícios que se esperam de um processo de normalização e como tal, o próprio processo deve conter em si mesmo regras e procedimentos simples e acessíveis, que garantam coerência, rapidez e qualidade. Por último, deverá haver consenso entre as partes envolvidas, que é um conceito diferente de unanimidade. Mais do que um escrutínio de vontades, o processo deve procurar a convergência, atendendo aos diferentes interesses e às necessidades da colectividade, com o fim último do seu próprio benefício.

Os organismos de Normalização podem ser divididos em três grandes grupos, relativamente à extensão geográfica, política ou económica da abrangência da sua normalização: os internacionais (de que é exemplo a ISO - *International Organization for Standardization*), os regionais (como o CEN - *Comité Européen de Normalisation*) e os organismos nacionais (como o IPQ - Instituto Português da Qualidade).

Em Portugal o Organismo Nacional de Normalização é o Instituto Português da Qualidade, que tem por missão a promoção e a coordenação da actividade normativa nacional, com a colaboração de Organismos de Normalização Sectorial (ONS), entidades de legitimidade e competência reconhecidas para o efeito, que coordenam o trabalho de Comissões Técnicas (CT), que se organizam em Subcomissões (SC) e Grupos de Trabalho (GT). O IPQ deverá promover a elaboração de normas portuguesas, garantindo a coerência e a actualidade do acervo normativo nacional e é o responsável, em última instância, pela adequação da legislação nacional sobre produtos às normas da União Europeia (IPQ 2009). Através da estrutura mencionada, o IPQ deverá ainda assegurar a representação de Portugal nos diversos Organismos de Normalização internacionais e regionais de relevância para o nosso país.

Dados de Fevereiro de 2009 (IPQ 2009) dão conta de 55 ONS, 154 CT e 2900 Peritos envolvidos na Rede Nacional de Normalização. O Acervo Normativo Nacional, à mesma data, é constituído por 18419 Normas Europeias (EN), das quais 2558 se encontram

traduzidas para a língua Portuguesa e 2493 Normas Portuguesas (NP).

As normas Portuguesas são produzidas nos GT no seio das CT, começando por se produzir um anteprojecto de Norma Portuguesa, que subsequentemente passará pelas fases de inquérito público, projecto e homologação, seguindo uma série de procedimentos próprios. No caso de se tratar da integração de normas Europeias, o processo poderá ser algo simplificado, sendo que após anunciada a nível nacional, poderá ser adoptada e homologada desde que seja garantida a anulação de qualquer outra norma nacional divergente. Porque a legislação varia de país para país, é necessário que cada estado membro avalie e explique o impacto que cada norma terá sobre a legislação nacional, através da representação nos GT, nas Comissões técnicas do CEN.

A elaboração de versões portuguesas de normas europeias, é da competência das CT, cujo âmbito do trabalho se enquadre na norma em questão.

A Norma NP EN 124

A norma NP EN 124 é uma Norma de Produto, em oposição ao outro tipo de normas, a Norma Básica¹, e como tal representa um conjunto de “especificações relacionadas com os requisitos do produto, nos seus diferentes estágios de evolução, incluindo o desempenho que estes devem satisfazer para assegurar a sua aptidão ao uso” e representa “o tipo de normas prioritárias para cada país” (IPQ 2009). É importante sublinhar que, segundo a filosofia subjacente à produção de normas de produtos, por ser uma norma de produto, esta norma deve conter os requisitos normativos do produto em si mesmo e não os requisitos de nenhuma parte ou entidade envolvida no fabrico, ensaio ou distribuição do produto (CEN 2004), ou seja é avaliada a conformidade do produto e não a linha ou processo de produção do mesmo. A norma define os métodos de validação a serem utilizados para cada característica específica do produto. A norma descreve clara e detalhadamente os diversos ensaios a realizar, desde a preparação das amostras para ensaio de carga, a utilização dos equipamentos necessários, os dados a recolher, os critérios de aceitação ou rejeição do produto, incluindo as margens de tolerância admissíveis.

A verificação da Conformidade do produto não cabe dentro de uma norma de produto. As características a serem avaliadas num determinado produto, poderão ser verificadas, de acordo com a norma, por qualquer entidade, em qualquer momento, sobre qualquer amostra, sem que possa ser exigido um número mínimo de testes ou amostras. No que concerne à certificação do produto por entidades independentes, requisitos de ensaios sobre protótipos ou ao sistema de qualidade na

¹ “Norma de âmbito geral ou que contém disposições gerais relativas a um domínio particular” (IPQ 2009), de que são exemplo o Sistema Internacional de unidades ou as normas de desenho técnico.

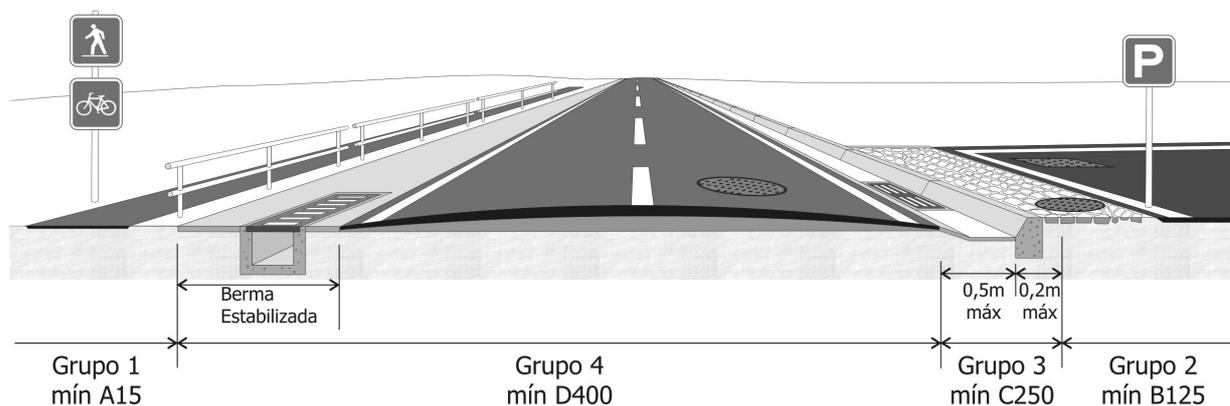


Figura 1 - Corte transversal de uma via de circulação ilustrando os diferentes locais de instalação e respectivas classes mínimas, adaptado de (IPQ 1996a)

produção, através do qual o fabricante pode assegurar-se de que a qualidade é garantida no seu processo produtivo, por dizerem respeito ao processo e não ao produto, são aspectos que não podem constar de uma norma de produto com carácter normativo, podendo no entanto figurar em anexo, com carácter informativo ou complementar.

A primeira edição da norma Europeia EN 124 foi publicada em 1986 e foi posteriormente revista e publicada nova versão em 1993, pela CEN/TC 65, altura em que se introduziu o conceito das classes de resistência e se abordou pela primeira vez a questão da certificação. Foi adoptada como norma Portuguesa em 1995 e continua a ser a versão em vigor, apesar de estar actualmente em processo de revisão, na fase de questionário. Não é expectável que a nova versão seja publicada e adoptada antes de 2011.

A NP EN 124:1995 aplica-se a dispositivos de entrada de sumidouros e a dispositivos de fecho de câmaras de visita com cota de passagem até 1000mm inclusive, a serem utilizadas em zonas pedonais ou com circulação de veículos. São definidas 6 classes para os dispositivos em questão, cuja utilização será adequada ao local de instalação. As classes de resistência definidas são: A15, B125, C250, D400, E600 e F900 e representam as classes mínimas a utilizar nos locais definidos, respectivamente, por: Grupo 1 - zonas exclusivas a peões e ciclistas; Grupo 2 - passeios, zonas para peões e comparáveis e parques de estacionamento; Grupo 3 - zona de valeta de rua ao longo de lancis, até ao máximo de 0,5m na via de circulação e 0,2m no passeio; Grupo 4 - vias de circulação, bermas estabilizadas e parques de estacionamento para todos os tipos de veículos; Grupo 5 - zonas sujeitas a cargas elevadas, como docas e pistas de aviação; Grupo 6 - zonas sujeitas a cargas particularmente elevadas como pistas de aviação.

A Figura 1 ilustra os locais de instalação e as respectivas classes mínimas definidas a utilizar num perfil-tipo da via pública.

A NP EN 124:1995 prevê a utilização de apenas alguns materiais para os dispositivos de fecho (tampas) e que

são o ferro fundido de grafite lamelar (vulgarmente denominado ferro fundido cinzento), ferro fundido de grafite esferoidal (ou ferro fundido dúctil), aço vazado, aço laminado, a combinação de qualquer um destes materiais com betão e o betão com armadura de aço. Na revisão que está em curso, estão contemplados mais materiais, nomeadamente o aço inoxidável, o alumínio, materiais compósitos, polipropileno (PP) e policloreto de vinilo (PVC-U). As grelhas só deverão ser fabricadas em ferro fundido cinzento, ferro fundido dúctil e aço vazado, sendo que a utilização de outros materiais deve satisfazer na íntegra os critérios especificados e eventuais ensaios adicionais deverão ser especificados por organismos independentes. Da mesma forma, na revisão que está a decorrer, passará a ser contemplada a utilização do alumínio, do aço inoxidável, do PP e PVC-U em grelhas. Em qualquer das versões são indicadas as características específicas para cada tipo de material e as normas internacionais e europeias segundo as quais a produção, a qualidade e os ensaios dos diversos materiais têm de estar em conformidade.

A NP EN 124 define vários aspectos construtivos dos dispositivos de entrada e dos dispositivos de fecho tais como a dimensão dos orifícios de arejamento das tampas, a cota mínima de passagem para tampas destinadas a permitir o acesso de pessoas (600mm), a profundidade de encaixe mínima para dispositivos das classes D400, E600 e F900 (50mm), a folga mínima entre os elementos dos dispositivos, a base de assentamento e a protecção das arestas e das superfícies de contacto dos dispositivos em betão armado.

Em termos de segurança das tampas e grelhas, estabelece-se a necessidade de garantir a manutenção destas nos aros, sem deslocamentos relativamente ao aro, podendo para tal recorrer-se a sistemas de fecho, a uma massa superficial suficiente ou a outras características de concepção específica, garantindo que a abertura se pode fazer recorrendo a ferramentas usuais.

É dado especial enfoque à dimensão e desenho dos rasgos das grelhas de sumidouro, sendo definidos

critérios para as dimensões máximas de largura e comprimento bem como a orientação dos rasgos, em função da classe e consoante se tratem de rasgos direitos ou não direitos. Alguns destes aspectos serão adiante abordados, por serem divergentes com o exposto no Decreto Regulamentar 23/95 em vigor em Portugal.

Ainda em termos de aspectos construtivos, são estabelecidos critérios para cestos retentores, critérios para posicionamento das tampas e grelhas, para desbloqueio e levantamento dos dispositivos, necessidades de estanqueidade, critérios para concepção da superfície de apoio, altura do aro, ângulo de abertura e segurança de tampas e grelhas articuladas, critérios para tampas de enchimento e por último um aspecto destacado neste trabalho: as superfícies metálicas dos dispositivos novos em ferro fundido ou em aço deverão apresentar um relevo com altura mínima de 2mm a 6mm para as classes A15, B125 e C250 e de 3mm a 8mm para as classes D400, E600 e F900, devendo ainda a área desse relevo estar compreendida entre os 10% e os 70% da superfície total da face superior. É ainda especificado que as tampas ou grelhas de D400 a F900 deverão ter superfície plana com uma tolerância de 1% da cota de passagem, limitado a um máximo de 6mm, excepção feita para as grelhas D400 instaladas em parques de estacionamento ou bermas estabilizadas, onde podem apresentar superfície côncava.

Classe	Força de ensaio CP ≥ 250mm kN	Força de ensaio CP < 250mm kN
A15	15	15 x CP/250
B125	125	125 x CP/250
C250	250	250 x CP/250
D400	400	400 x CP/250
E600	600	600 x CP/250
F900	900	900 x CP/250

CP - cota de passagem

Quadro 1 - Forças de ensaio de carga

Uma das partes mais importantes da norma para o âmbito deste trabalho, é a que diz respeito aos ensaios a realizar às tampas e grelhas. Os ensaios deverão ser executados aos dispositivos na forma de conjuntos completos e nas condições de utilização (aro e tampa ou aro e grelha). As forças de ensaio a utilizar correspondem às classes definidas pela norma de acordo com o critério apresentado no Quadro 1.

A NP EN 124 no Quadro Legal Português

No desenvolvimento deste trabalho foi detectada uma divergência de critérios num diploma do quadro legal Português face à Norma NP EN 124:1995, nomeadamente no Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto de 1995, que como se poderá constatar,

foi publicado na altura em que a norma estava a ser adoptada no acervo normativo nacional.

O Decreto Regulamentar nº 23/95 é um documento que estabelece a regulamentação técnica dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, bem como as respectivas normas de higiene e segurança, para os princípios gerais de concepção, construção e exploração vertidos pelo Decreto-Lei nº 207/94 de 6 de Agosto.

O Artigo 164º do referido Decreto Regulamentar estipula que os sumidouros deverão obedecer a dimensões mínimas de 350mm para a largura e 600mm para o comprimento da grade. É ainda referido que as grades dos sumidouros deverão "ter as barras na direcção do escoamento, reduzindo ao mínimo o número de barras transversais" e que "a área útil de escoamento dos sumidouros deve ter um valor mínimo de um terço da área total da grade".

No que diz respeito a dimensões mínimas das grades dos sumidouros, a norma não dá indicações nenhuma (mesmo na versão actualmente a ser objecto de discussão), deixando liberdade para a escolha das dimensões em função da utilização, pelo que o critério de dimensionamento definido não apresenta nenhuma contradição, mas antes especificações mais rigorosas.

Relativamente à orientação dos rasgos das grelhas, sendo que o Decreto Regulamentar estipula que a orientação deve ser sempre a mesma da direcção do escoamento, "reduzindo-se ao mínimo o número de barras transversais" e a norma prevê a utilização de qualquer orientação, com limitação das dimensões dos rasgos em função do ângulo formado com a direcção de circulação do tráfego. Embora possam existir situações em que é possível coadunar ambos os critérios, outras existirão onde esse exercício se pode tornar difícil: a direcção do escoamento pode não ser coincidente com a direcção da circulação de tráfego (condição única assumida no Decreto), bem como pode não ser única junto de um sumidouro. Numa situação limite pode-se verificar uma convergência radial do escoamento junto de um sumidouro. Por outro lado, o critério da norma é mais simples de aplicar, na medida em que a direcção de circulação do tráfego é habitualmente única para uma determinada via de circulação. Acresce que no decreto regulamentar o critério definido não tem em linha de conta considerações de segurança que por outro lado estão bem patentes na norma, onde é permitida a orientação dos rasgos paralela à direcção de circulação (de 0º a 45º), desde que a largura dos rasgos, nas classes C250 a F900, não ultrapasse os 32mm e o comprimento seja inferior a 170mm. Esta especificação tem em consideração a circulação de velocípedes ou afins cujas rodas poderiam cair nos rasgos se tal não for acautelado.

As dimensões dos rasgos das grelhas sumidouras segundo a norma, também contemplam a segurança dos peões dado que nas classes A15 e B125 as medidas máximas são ainda inferiores.

No Quadro 2 está resumida a especificação das dimensões dos rasgos direitos das diferentes classes para as diferentes situações. No caso de se tratarem de rasgos não direitos, que podem ser uma alternativa interessante para poder dar resposta a diferentes

necessidades de vazão e direção de escoamento com apenas um produto, é especificado que os rasgos deverão ser concebidos de modo a não permitirem a entrada de uma bitola de forma paralelepípedica com 170mm x 170mm x 20mm. Este tipo de rasgos não está, no entanto, previsto no decreto regulamentar.

Orientação	Classe	Largura mm	Comprimento mm
Qualquer	A15	8 a 18	Sem limite
	B125	18 a 25	≤170
0° - 45° 135° - 180°	C250 D400 E600 F900	16 a 32	≤170
45° - 135°	C250	16 a 42	Sem limite
	D400 E600 F900	20 a 42	Sem limite

Quadro 2 - Dimensões dos rasgos direitos das grelhas sumidouras

Os critérios de segurança rodoviária não contemplados no decreto são suficientemente relevantes para serem tidos em conta e é importante ter em consideração que esta norma, salvo alguma situação que pudesse não estar identificada, não está em conflito com a legislação nacional de nenhum dos restantes estados membros que a adoptaram e nenhum destes aspectos está a ser alvo de alterações na revisão em curso. É importante também considerar que em termos da precipitação média anual, existem vários países com valores superiores aos registados em Portugal, de acordo com dados da Agência Ambiental Europeia, pelo que o critério hidráulico, apenas no que ao dimensionamento da grelha diz respeito, não deverá ser suficiente para justificar a divergência.

A norma estipula um mínimo de área útil de escoamento de 30% da área da abertura útil e o decreto, um terço da área total da grelha, o que em rigor se traduz também numa ligeira diferença e num critério diferente.

Tendo em consideração a divergência no critério das dimensões mínimas, nos aspectos da orientação dos rasgos e ainda no que respeita ao critério de área útil de escoamento mínima, dar-se-á o caso de que vários produtos a serem comercializados em Portugal, devidamente certificados segundo a EN 124, estarão em não conformidade com o referido Decreto Regulamentar. Esta situação pode ser embaraçosa na medida em que esses produtos poderão ser certificados por entidades devidamente credenciadas e brevemente, inclusive, passarão a ser fabricados com a marca CE (quando a revisão da norma for concluída), mas em Portugal não serão considerados conformes se não ocorrer uma revisão do Decreto Regulamentar em que se considere essa situação.

É possível encontrar inúmeros exemplos de obras, tanto antigas como recentes, em que os critérios do decreto regulamentar não são observados, quer por razões económicas, já que muitos dos produtos

comercializados em Portugal provêm de outros mercados, nos quais essas regras não têm aplicação, quer ainda por existirem situações que não estão previstas no referido documento. Dois exemplos de situações não descritas no decreto são as caleiras que atravessam a via pública (Figura 2) e os de sumidouros redondos (Figura 3). Embora pelo exposto as grelhas sumidouras possam ser quadradas, desde que obedeçam às medidas mínimas, manifestamente não foram contempladas pelo legislador, que faz referência a medidas de dispositivos de forma rectangular, independentemente da aplicação (sendo que existe um grande número de grelhas quadradas no mercado e instalado em obra que têm dimensões inferiores aos mínimos estabelecidos).



Figura 2 - Caleiras sumidouras

A mesma situação não é clara no caso de sumidouros de forma circular, vulgarmente utilizados em situações de arejamento de câmaras, uma vez que esses não são caracterizados por medidas de comprimento e largura, bem como não é possível estabelecer a forma de redução das barras transversais pretendidas no decreto. Efectivamente nesse caso, a construção recorrendo a barras radiais apresenta-se como a mais vantajosa em termos construtivos, por tornar os dispositivos igualmente resistentes, qualquer que seja a orientação da sua instalação.

Se a forma rectangular pode ser conveniente para as grelhas sumidouras aplicadas junto a lancis, noutras situações poderá não ser tanto, como por exemplo na drenagem de grandes áreas de estacionamento (onde

são vulgares as grelhas quadradas côncavas) ou no caso de grelhas de arejamento.

No caso das caleiras sumidouras, tratam-se efectivamente de sumidouros, que assumem um posicionamento perpendicular ao tráfego e em que as condições de escoamento usualmente determinarão um maior número de barras transversais, se o critério for apenas hidráulico.



Figura 3 - Sumidouro circular

Um exemplo de uma situação que cai fora do âmbito do decreto, mas que demonstra a preocupação com as características estruturais dos dispositivos e a sua relação com a forma dos mesmos, é o da aplicação de grelhas sumidouras em Aeroportos e Portos (classes F900 e E600), onde as extraordinárias cargas a que os dispositivos são sujeitos levam a que os fabricantes optem todos pela construção das grades com as barras transversais, solução que é rejeitada pelos critérios do decreto, onde, pelo contrário, está vertida uma expressa e manifesta intenção de redução do número de barras, sem nenhuma referência, em todo o texto, aos aspectos de comportamento dos dispositivos quando sujeitos à solicitação de cargas.

Tendo em conta que a norma EN 124 integra aspectos de segurança para peões e veículos nas suas especificações e que os aspectos hidráulicos não justificam a diferença de critérios, já que o decreto não considera a possibilidade de diferentes direcções de escoamento das águas pluviais sobre a superfície do pavimento da via pública, é recomendável que se considere a revisão do Decreto Regulamentar nº 23/95, no sentido de harmonizar critérios e produtos comerciais existentes no nosso país.

Considerações sobre a utilização de tampas e grelhas

Os dispositivos de fecho e entrada, nomeadamente as tampas e grelhas, são elementos das redes de saneamento e drenagem, entre outras, que permitem por um lado, o isolamento dessas mesmas redes, dando resposta a preocupações sanitárias ou de segurança, ao

mesmo tempo que permitem o acesso a partes dessas mesmas redes, para manutenção ou operação. São habitualmente pouco notadas apesar de existirem em grande quantidade e serem frequentemente atravessadas a pé ou por veículos, sendo que todos os transeuntes confiam de que as mesmas cumprem as suas funções de forma fiável.

Infelizmente existem registos frequentes que dão conta de acidentes relacionados com estes dispositivos: quedas em câmaras de visita por estas se encontrarem abertas, ruptura de tampas ou grelhas, tampas abertas ou projectadas devido a pressão interna das redes, entre outros. Para responder a estes e a outros problemas, estes dispositivos têm sido alvo de muitos estudos e investimentos de desenvolvimento para dar resposta às solicitações diárias e aos requisitos técnicos desejados, também em constante evolução.

Um bom exemplo da evolução no desenho dos dispositivos é o facto de as tampas serem originalmente de forma redonda, entre várias razões, porque desta forma se garantia que nunca seria possível a queda das mesmas no interior da câmara de visita. Uma tampa quadrada pode introduzir-se ao longo da medida da diagonal do seu aro e a sua queda no interior da câmara pode representar uma séria ameaça à integridade física de um operador que aí se encontre (Figura 4). Este problema pode facilmente ser ultrapassado recorrendo às modernas articulações aro/tampa, que permitem aceder a câmaras de visita ou câmaras técnicas, através de grandes vãos com aberturas multipartidas, cuja manipulação é muito facilitada, em relação aos vãos que possibilitam.

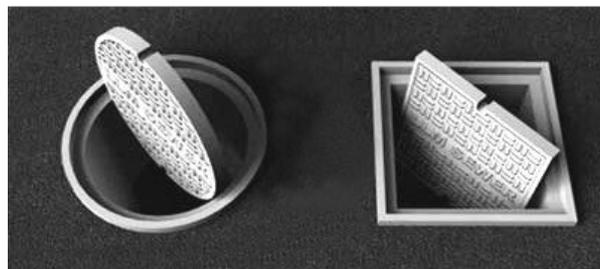


Figura 4 - Tampa redonda vs tampa quadrada (George Frederick; www.livescience.com)



Figura 5 - Exemplo de dispositivo rectangular articulado (Norinco®, Grupo Nordfond)

Outros exemplos de desenvolvimentos que as tampas e grelhas têm sofrido, são a abertura triangular (Figura 5), os sistemas de fecho de segurança, sistemas de fecho elástico (em material dúctil), os sistemas de absorção de vibrações, os sistemas de assistência na abertura, os sistemas modulares, etc.

Por estarem em contacto directo com a população urbana, as tampas e grelhas constituem também elementos arquitectónicos e as especificações dos mesmos incluem muitas vezes também critérios de carácter estético. No nosso país não é tanto assim, mas noutros mercados as tampas e grelhas podem incluir complexos elementos gráficos de identificação ou apenas decorativos, que por vezes as tornam em autênticas peças de arte industrial urbana e que são inclusive objecto de exposições ou publicações relacionadas com essas características estéticas (MELNICK 1994). Em Portugal as tampas e grelhas são tradicionalmente pouco decoradas, contendo o xadrez standard, nalguns casos o enchimento à superfície igual ao restante pavimento (calçada, betão, asfalto, ou outros materiais), as inscrições da especificação e eventualmente inscrições do proprietário ou do tipo de rede a que se referem. Em países como França, um importante produtor de ferro fundido no espaço Europeu, as inscrições "personalizadas" nas tampas são menos frequentes do que no nosso país, o que as torna indubitavelmente mais fáceis de produzir e económicas. As inscrições personalizadas introduzem a necessidade de utilizar moldes diferentes para cada inscrição, no processo de fundição e isso acrescenta uma maior complexidade no processo produtivo, mais ainda se as quantidades requeridas forem diminutas.

Os dispositivos de fecho de câmaras de visita e de entrada de sumidouros são tradicionalmente fabricados em ferro fundido, de grafite lamelar ou esférico, embora outros materiais possam ser utilizados, tal como prevê a norma em vigor e de forma mais alargada, a revisão da norma que está a decorrer.

A utilização em larga escala do ferro deve-se ao facto de ser uma tecnologia de fabrico muito antiga, mas também por ser um material amplamente disponível, quer em termos de matéria-prima, quer na reutilização de sucatas, no que representará uma das formas mais antigas de reciclagem. Apesar de questões relacionadas com a corrosão a que está sujeito, o ferro representa um material acessível (metal de transição mais abundante na natureza), económico, de elevada durabilidade, com boa resistência mecânica, resistência à abrasão, estável quando exposto aos raios ultravioletas, resistente a variações de temperatura, com uma boa ductilidade, resistente à compressão e à flexão e com uma característica muito desejável neste tipo de dispositivos: a densidade. Por apresentarem valores de massa volúmica relativamente altos (valor médio de $7,20 \text{ g/cm}^3$), as tampas e grelhas em ferro fundido são sistemas de fecho e coroamento estáveis e o peso resultante contribui para a sua manutenção nos aros, mesmo quando solicitados pela passagem de veículos. O peso elevado garante ainda uma boa selagem das câmaras de visita e juntamente com outras características abordadas, contribui para a redução de vibrações.

As vibrações das tampas e grelhas são uma matéria de especial importância porque representam uma ameaça à integridade dos dispositivos e tornam-se bastante incómodas pelo ruído que geram à passagem de veículos. Nalguns casos, a vibração à passagem de veículos, pode conduzir ao levantamento da tampa no aro, deixando a câmara a descoberto, o que obviamente representa um grande perigo para os transeuntes.

Efectivamente as tampas e grelhas são mais notadas na via pública quando se encontram danificadas, em falta ou quando provocam ruídos consideráveis. Perto de zonas residenciais o ruído das tampas é motivo de frequentes queixas por parte dos moradores, que em inúmeras situações recorrem à utilização de borracha de câmaras de ar que introduzem na superfície de contacto entre o aro e a tampa (Figura 6), o que representa uma solução a prazo e uma situação não desejável por parte da entidade gestora, por existir uma intervenção não técnica na infra-estrutura em causa.



Figura 6 - Insonorização provisória da vibração das tampas com tiras de borracha

Os dispositivos que sofrem repetidas solicitações com vibração da tampa ou grelha no aro originam frequentemente a ruptura e consequente degradação e consequente ruptura das massas de ancoragem e com frequência conduzem a situações de ruptura dos aros, pondo em causa o bom funcionamento dos dispositivos e a segurança das pessoas e veículos.

Uma forma expedita para tentar diminuir os efeitos das vibrações em tampas de forma circular é a utilização de um perfil cónico da superfície de contacto aro/tampa, preferencialmente com as faces maquinadas, o que juntamente com o peso e com as cargas aplicadas nos dispositivos faz com que a tampa fique solidamente inserida no aro, contribuindo para uma melhor vedação e assentamento. Com a utilização deste perfil cónico, é importante que o aro tenha resistência não só às solicitações de cargas, mas também à tracção provocada pela inserção da tampa. O desenho cónico pode contribuir de uma forma simples para a manutenção da tampa ou grelha no aro sem ruídos, mas em caso de haver má ancoragem do aro, poderá também contribuir para a ruptura do mesmo.

Mais recentemente, graças ao desenvolvimento de novos materiais, tornou-se vulgar recorrer à utilização de juntas anti-vibração, também designadas de apoio elástico, constituídas por materiais resistentes como o Polietileno ou Poliacetil, que estando fixadas ao aro ou à grelha ou tampa, permitem um assentamento aperfeiçoado e uma distribuição regular das cargas. Estas juntas têm dado boas provas de eficiência, durabilidade e segurança, estando actualmente presentes em inúmeros produtos comerciais das principais marcas de fabricantes.

Na Figura 7 está retratado um exemplo de uma situação recorrente em que, no local, as tampas são invertidas para que não produzam ruído de vibração e para que não se desloquem para fora do aro, dado que ficam apertadas neste, por terem um perfil cónico, que desta feita fica invertido. No caso ilustrado, a deficiência no assentamento é extrema e terá conduzido à ruptura do aro, o que deverá ser a principal causa da necessidade sentida para inverter a tampa.



Figura 7 - Tampa de perfil cónico invertida com aro partido devido a assentamento deficiente

A introdução das tampas e grelhas multipartidas em triângulos trouxe novos avanços nesta área, na medida em que por terem três pontos de apoio no aro, são complanares em todas as circunstâncias e dessa forma, quando bem instalados, estes dispositivos apresentam um desempenho excelente, praticamente isento de ruídos, ao mesmo tempo que facilitam a utilização de grandes vãos de abertura de passagem.

Inscrições nas tampas e grelhas

Segundo a EN 124, as inscrições obrigatórias em tampas certificadas deverão ser a designação da norma, a classe ou as classes adequadas (pode acontecer por exemplo em aros que sejam adequados a várias classes), o nome e/ou sigla do fabricante e a marca do organismo de certificação. Complementarmente, os dispositivos poderão ainda ostentar marcações suplementares relativamente à sua utilização ou ao dono da obra, bem como a identificação do produto: por exemplo o nome ou

referência de catálogo. Todas as marcações deverão ser claras e duráveis e na medida do possível, deverão ser todas visíveis depois da instalação dos dispositivos. Na revisão da norma que está a ser elaborada, propõe-se também que estas marcações possam estar na parte inferior quando não é possível estarem na parte visível do dispositivo e que tenham que ser feitas no processo de fabrico solidárias com a tampa ou grelha, excluindo a possibilidade de serem adicionadas à posteriori, quer por aparafusamento, rebitagem, colagem ou soldadura. Com a nova versão da norma, existirão algumas alterações no que concerne à marcação, nomeadamente, os dispositivos deverão conter (CEN 2009):

- Norma;
- Classe;
- Nome e/ou identificação do fabricante;
- Fábrica (pode ser codificado);
- Semana ou mês e ano de fabrico;
- Marcações relativas a resistência ao congelamento em tampas com betão ou betão armado.

E poderão conter os elementos facultativos:

- Utilização ou dono da obra;
- Marca do organismo de certificação;
- Identificação do produto;
- Massa em kg;
- Os dispositivos em PP ou PVC-U deverão estar devidamente assinalados.

A grande diferença, relativamente às inscrições, prende-se com o facto de deixar de ser obrigatória a marca do organismo de certificação, que é uma marca de qualidade, para poder ostentar a referência à norma e à respectiva classe da norma. A certificação da qualidade passa a ser facultativa.

Os dispositivos de fecho e de entrada passarão também, ao abrigo da norma revista, a terem de ter aposta a marcação CE, da responsabilidade do fabricante ou dos seus agentes representantes, evidenciando que os produtos estão conformes com as disposições das directivas comunitárias que lhes são aplicáveis, sem prejuízo de normas nacionais que poderão também ser cumpridas. Esta marcação funciona como um passaporte para a livre circulação dos produtos no Espaço Económico Europeu, visando a segurança, a saúde e a protecção do ambiente, mas não se trata de uma marca de qualidade. Infelizmente no mercado português existem muitos equívocos relativamente a estas questões, em primeiro lugar porque muitos agentes estão a exigir certificação CE para os produtos que pretendem adquirir, o que ainda não tem enquadramento ou aplicação, e por outro lado consideram, de forma errada, que esta marcação seja um selo de qualidade.

A certificação dos produtos por entidades terceiras credenciadas, com critérios mais rigorosos, continuará a ser uma marca de qualidade dos produtos.

Outro equívoco frequente é o da confusão criada em torno da certificação de empresas e de produtos, que são processos bem distintos.

Apesar de na norma vigente se estipular que para poder ter as inscrições da classe e da norma, os dispositivos deveriam ser certificados por entidades terceiras credenciadas, é possível encontrar no mercado e instalados em obra, por todo o país, inúmeros produtos que não são certificados e que ainda assim têm apostas as inscrições EN 124 ou a designação da classe aplicável.

Também não é raro encontrar dispositivos mal aplicados no que diz respeito à classe. Com frequência se encontram tampas da classe C250 ou B125 em zonas do Grupo 4 (mínimo classe D400).

Estes equívocos e estes incumprimentos das normas dever-se-ão a ausência de informação e/ou formação adequada, tanto ao nível técnico, ao nível dos instaladores, bem como no controlo de qualidade, vulgarmente designada, fiscalização de obra.



Figura 8 - Exemplo de dispositivo B125 aplicado em zona do Grupo 4 (mínimo classe D400)

A situação ilustrada na Figura 8, evidencia o facto de que não basta certificar fabricantes ou produtos para garantir que os elementos de uma determinada rede funcionarão no melhor interesse de todos os agentes em questões de segurança ou ambiente.

Revisão da Norma EN 124

Já foi referido neste trabalho que a norma EN 124 está a ser alvo de revisão ao nível do CEN.

De uma forma sintética, as principais inovações que deverão ser introduzidas, quando o projecto de norma for aprovado e ratificado, são as seguintes (CEN 2009):

- A norma passa a contemplar novos materiais para o fabrico de dispositivos de fecho, nomeadamente o alumínio, o polipropileno (PP), o policloreto de vinilo (PVC-U) e materiais compósitos tipo A e tipo B para tampas e grelhas. São definidos critérios para a utilização destes materiais. Existem algumas restrições na utilização destes materiais, nomeadamente, em nenhum caso é possível para dispositivos da classe D400 ou com abertura útil superior a 500mm;
- Foi adicionada a definição de características de manutenção da tampa no aro (*securing features*), como características de desenho que previnam

movimentos não desejados das tampas ou grelhas ao serem atravessadas por veículos, nomeadamente o levantamento ou abertura involuntários e a ejeção. Apesar de não conter esta definição, a norma vigente determina que as tampas e grelhas deverão manter-se nos aros através de; sistemas de fecho, suficiente massa superficial ou características de concepção específica, que deverão ser avaliadas (sem critérios específicos definidos);

- Foi adicionada a definição de mecanismo de fecho de segurança, como um componente adicional para impedir a abertura, manipulação ou remoção não autorizada da tampa ou grelha;
- Foram adicionadas várias definições relativas às designações dos materiais plásticos;
- Foi adicionada a necessidade de declaração da classe de reacção ao fogo quando a regulamentação nacional assim o exigir. Este aspecto está principalmente relacionado com os materiais que possam conter componentes orgânicos, como os plásticos;
- A cota de passagem mínima de dispositivos destinados a permitir a entrada de pessoas ficou definida em 600 mm na maioria dos estados membros, tendo alguns adoptado um valor superior. Anteriormente estava assumido que se considerava "geralmente" ser um mínimo de 600 mm;
- Foram adicionados requisitos de fabrico e de ensaio para garantir que a superfície das tampas e grelhas seja resistente à derrapagem e garantir uma boa drenagem da superfície, de forma a não acumular água;
- Foi adicionado o conceito de segurança infantil, que pode ser especificado em função da utilização dos dispositivos e que prevê o impedimento da mobilização dos dispositivos por crianças, através da massa dos dispositivos ou da utilização de mecanismos de fecho de segurança;
- Foram alteradas as cláusulas de avaliação da conformidade dos dispositivos no processo de fabrico;
- Foi adicionado o ensaio de flexão sob acção de cargas;
- Foi adicionado o ensaio de resistência à derrapagem;
- Foram adicionadas recomendações para a boa instalação dos dispositivos em obra;
- Foi adicionado o requisito da marcação CE em harmonização com os requisitos da Directiva para os produtos de construção da União Europeia (89/106/EEC) e que funcionará como um passaporte para a livre circulação dos produtos no seio da Comunidade Europeia, não dispensando os cuidados que os utilizadores deverão ter na correcta instalação dos dispositivos para garantir o adequado comportamento dos mesmos.

Em consequência destas alterações e adições, a norma sofre também uma reorganização na sua estrutura: passa de um documento com 1 anexo relativo ao

esquema de controlo de qualidade, para 8 anexos. Passam a existir os seguintes anexos:

- Anexo A (normativo) - Controle da qualidade na produção, com capítulos adicionais relativos aos materiais plásticos e compósitos;
- Anexo B (informativo) - Directrizes para a certificação por entidades terceiras;
- Anexo C (normativo) - Requisitos adicionais para tampas e grelhas em ligas de alumínio e aço. Parte da informação relativa ao aço já se encontrava no corpo da norma ainda vigente;
- Anexo D (normativo) - requisitos adicionais de durabilidade de tampas e grelhas fabricadas em betão armado;
- Anexo E (normativo) - requisitos adicionais de durabilidade de tampas fabricadas em materiais compósitos (não são consideradas grelhas);
- Anexo F (normativo) - requisitos adicionais de durabilidade de tampas fabricadas em PP e PVC-U (não são consideradas grelhas);
- Anexo G (normativo) - Ensaio de flecha residual. O ensaio está definido nos mesmos termos na norma vigente, mas foi remetido para anexo e foram introduzidas algumas inovações, nomeadamente é considerada a existência de tampas quadradas e triangulares múltiplas. Também são avançadas mais especificações sobre a forma de medição da flecha residual após ensaio de carga, nomeadamente que a medição deverá ser feita na face inferior da tampa ou grelha;
- Anexo H (normativo) - Especificações do ensaio de carga, associado ao do Anexo G e que de igual forma não se encontra individualizado na norma em vigor;
- Anexo I (normativo) - Especificações do ensaio de flexão. Trata-se de um ensaio semelhante ao do Anexo G, levado a cabo especificamente para avaliar as deflexões dos dispositivos durante as solicitações por cargas. Trata-se efectivamente de um ensaio novo, embora esteja bastante relacionado com as especificações dos ensaios descritos pelo Anexo G;
- Anexo J (normativo) - Especificações de teste para determinação de índice de resistência à derrapagem em superfícies não polidas (USRV). Trata-se de um teste novo que pretende estabelecer critérios para parametrizar a resistência à derrapagem da superfície superior dos dispositivos, que deverá ser garantida pelas características dessa superfície, nomeadamente relacionada com o padrão de relevo da mesma. Sobre esta temática ainda não se conseguiu encontrar consenso no seio do grupo de trabalho do CEN relativamente ao tipo de ensaio a adoptar, pelo que o projecto de norma deverá ainda sofrer alterações nestas especificações e na sua aplicação;
- Anexo K (normativo) - Especificações do teste de inclinação. Trata-se de um teste novo que pretende aferir a forma como é garantida a manutenção dos dispositivos nos aros. Estão definidos critérios para tampas circulares e rectangulares;

- Anexo L (informativo) - Recomendações de instalação. São avançadas algumas linhas orientadoras que se aplicadas poderão contribuir para a resolução de uma boa parte dos problemas derivados de má utilização;
- Anexo ZA (informativo) - Cláusulas que estabelecem a convergência com a directiva da União Europeia para os produtos da construção (89/106/EEC) e que regularão a identificação dos produtos com a marca CE.

Identificação de áreas a desenvolver na norma EN 124

Face às alterações introduzidas na versão do projecto de norma em vias de ser aprovado e tendo em consideração alguns dos problemas correntes relacionados com os dispositivos de fecho e de entrada, é possível avançar algumas sugestões que poderiam constituir contribuições para eventuais desenvolvimentos futuros da norma ou de regulamentação nacional relativa a esta matéria.

Um aspecto que não tem sido abordado e que poderia ter bastante relevância seria o da definição do conceito de vida útil técnica dos dispositivos, que inicialmente poderão estar conformes com a norma e eventualmente serem certificados, mas que uma vez instalados, pelas mais diversas razões, poderão deixar de cumprir os respectivos requisitos. Poder-se-iam definir critérios que estabelecessem a caducidade da conformidade ou da certificação no caso de tal se justificar. Tais critérios seriam importantes por se verificarem frequentemente alterações comprometedoras nos dispositivos em serviço, tais como o desgaste da superfície de relevo, a ruptura do aro, o surgimento de fissuras ou fracturas evidentes, a ruptura de elementos do dispositivo, como articulações ou uma barra de uma grelha, a deformação do aro ou da tampa/grelha ou tão simplesmente a perda dos elementos identificativos obrigatórios.

A introduzir-se o conceito de caducidade da conformidade, não teria necessariamente de se obrigar à substituição imediata dos dispositivos, mas seria útil numa determinada rede, referenciar e inventariar todos quantos deixassem de cumprir os critérios da norma, quer nos aspectos visíveis, como a ausência de relevo anti-deslizante (com critérios bem definidos na versão revista da norma) ou nas fracturas aparentes, como em aspectos não visíveis que se poderiam testar, uma vez evidenciada a alteração profunda, nomeadamente o comportamento das tampas e grelhas em serviço sujeitas à acção de cargas.

Como melhoramento da norma poderiam considerar-se, além de critérios de caducidade, ensaios expeditos e critérios para a necessidade de substituição dos dispositivos que manifestamente deixassem de cumprir os critérios de segurança ou que, eventualmente por serem mais antigos que a própria norma, não os cumpram de forma satisfatória sem expor os utilizadores a sérios riscos de segurança.

O conceito de durabilidade é aplicado na norma vigente relativamente às marcações, especificando apenas que

“as marcações indicadas deverão ser claras e duráveis” (IPQ 1996a). Na revisão da norma, é especificado que os dispositivos deverão estar isentos de defeitos para qualquer dos requisitos da norma e no que concerne à durabilidade, remete para os anexos relativos a cada material diferente do ferro fundido cinzento ou dúctil. Nestes capítulos são definidos critérios adicionais de durabilidade, mas apenas no que concerne a aspectos construtivos e nunca na definição de período de vida útil técnica. São definidos critérios de protecção e métodos de ensaio para o aço e ligas de alumínio (com a definição de uma espessura mínima de material de 2,75 mm para dispositivos da classe C250 ou superior), aspectos de fabrico, de ensaio e de resistência aos agentes atmosféricos de dispositivos fabricados em betão armado, são definidos aspectos de estabilidade física e química bem como os ensaios a efectuar em dispositivos em materiais compósitos, são definidos aspectos relativamente à qualidade das matérias primas, estabilidade aos raios UV e ensaios mecânicos do PVC e PP, não obstante todos estes testes dizem respeito a produtos a saírem da linha de produção, sem que sejam definidos conceitos como a vida útil técnica, o desgaste admissível ou a flecha de deformação admissível em dispositivos instalados e em serviço na via pública.

A norma pretende garantir, com as devidas margens de segurança, que os produtos que sejam fabricados e comercializados no espaço Europeu garantam a segurança dos utilizadores da via pública, contudo poderia complementar-se esse quadro de requisitos num diploma específico, introduzindo o conceito de vida útil técnica e recomendações de monitorização do desempenho dos dispositivos para evitar, em situações limite, que produtos certificados possam ser causadores de acidentes para os quais são projectados para prevenir. Uma dificuldade evidente prende-se com o facto de estar implícita a existência de um sistema de monitorização e fiscalização por parte dos proprietários das redes de que os dispositivos fazem parte. A mesma fiscalização que também deverá contribuir na fase de construção ou remodelação das redes para garantir uma boa instalação e a utilização de boas práticas que nem sempre são atendidas.

No que concerne às recomendações de instalação, apesar de estarem mais completas na versão revista, existem vários aspectos que poderiam ser objecto de desenvolvimentos e eventualmente implementados em legislação nacional. Tendo em conta as condições de instalação dos dispositivos e atendendo ao que poderão ser as principais causas das alterações, no capítulo final é proposto um conjunto de boas práticas que se considera que poderiam contribuir para a diminuição da necessidade de intervenção de manutenção nos dispositivos de fecho e de entrada nas redes de saneamento ou outras.

Com vista a identificar e estudar as alterações nos dispositivos, encetou-se um trabalho de levantamento da realidade de uma rede de drenagem de estudo, sendo neste caso a rede de drenagem da cidade de Évora, que se passa a descrever.

A rede de drenagem de águas residuais e pluviais da cidade de Évora

De acordo com dados de um estudo elaborado pela Câmara Municipal de Évora, aquando da revisão do Plano Director Municipal do Concelho de Évora, as redes de drenagem de águas residuais e pluviais do Concelho abrangem todas as áreas urbanas e não se identificam necessidades de intervenção ao nível de colectores e emissários.

Nas áreas não urbanas e não urbanizáveis, não existem redes de esgotos, sendo a recolha feita por meio de dispositivos especiais autónomos, do tipo das fossas sépticas.

Na cidade de Évora existem quatro tipos de sistemas colectores para evacuação das águas residuais e pluviais: sistema unitário no centro histórico, sistema misto nas zonas mais antigas da cidade extra-muros e sistema separativo e pseudo-separativos nos bairros novos da cidade.

Actualmente as redes de saneamento, são sempre concebidas como separativas, quer na cidade, quer nas freguesias rurais do Concelho e é esse o tipo de rede em quase todas as áreas de expansão habitacional e zonas industriais projectadas nos últimos vinte anos.

Segundo o referido estudo, as redes de drenagem de águas residuais dos diversos sistemas, são constituídas por tubagens de vários materiais, como o PVC ou o Grés Cerâmico, com diâmetro de \varnothing 200mm nas redes de colectores e diâmetros a variar entre \varnothing 250mm e \varnothing 700mm nos interceptores e emissários.

Os emissários transportam as águas residuais geradas em toda a malha urbana da cidade, e em alguns bairros da área envolvente da cidade de Évora até à Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Évora. Estes emissários desenvolvem-se ao longo das principais linhas de água, nomeadamente a Ribeira da Torregela (emissário do Oeste) e o Rio Xarrama (emissário de Leste).

No estudo desenvolvido, a Câmara Municipal procedeu à avaliação da capacidade máxima da rede de colectores de águas residuais domésticas e, conseqüentemente, a população máxima servida por cada troço considerado da rede (Quadro 3). É, ainda, apresentada a população servida actualmente por cada emissário.

Não foram considerados os caudais de águas pluviais no estudo, mesmo nos troços de sistemas unitários, dado que a rede tem órgãos que limitam a sua entrada nestes períodos.

Pela leitura do Quadro 3, concluiu-se neste trabalho que alguns troços da rede se encontram a funcionar nos limites da sua capacidade, no entanto a CME considerou que não havia necessidade de intervenção nos colectores e emissários da rede de saneamento. Por outro lado é indicado que nas redes de drenagem locais existem diversos problemas a nível do funcionamento, sendo as situações mais preocupantes as que resultam do estado de degradação de algumas redes nas zonas

mais antigas da Cidade, nomeadamente no Centro Histórico e áreas envolventes.

A capacidade máxima dos colectores vem referida em nº de habitantes, contudo faria mais sentido ser feita em valores de caudal, mais ainda se se considerar que estes colectores também transportam caudais provenientes das águas pluviais.

TROÇO	População Servida (n.º Hab.)	Secção dos Colectores (m)	Capacidade máxima dos Colectores (n.º Hab.)
ETAR - Almeirim	20600	0,70	49000
Almeirim - S. José da Ponte	16900	0,55	29000
S. José da Ponte - Comenda	16900	0,40 a 0,50	14000 a 27000
Comenda - Estrada de Estremoz	8800	0,30	7200
ETAR - Torregela	17500	0,40 a 0,50	17200 a 35000
Torregela - Est. de Lisboa	1400	0,30	1100

Quadro 3 - população servida e capacidade máxima dos interceptores e emissários que servem a cidade de Évora (CME 1999)

A drenagem das águas pluviais em sistema separativo é conduzida para as linhas de água mais próximas. Assim, estas redes são proporcionalmente pouco extensas, dado que as descargas se fazem relativamente próximo das bacias drenadas. Nas redes unitárias existem descarregadores de tempestade, pelo que também existe rejeição nas linhas de água quando o caudal ultrapassa o valor de dimensionamento dos colectores para jusante.

Os dados fornecidos por este estudo podem ser interessantes para compreender a dimensão e a tipologia da rede de saneamento e drenagem da cidade de Évora, local geográfico onde incide o estudo levado a cabo no âmbito deste trabalho, contudo não foi possível encontrar junto da edilidade dados de registo da idade dos dispositivos de fecho e de entrada instalados no sistema, nem um inventário que dê conta da quantidade ou diversidade de modelos instalados.

De um modo geral pode-se descrever a rede de drenagem de águas residuais de Évora, em termos de dispositivos relativos à norma EN 124, da seguinte forma:

- Centro histórico (limitado pelas muralhas) e bairros mais antigos, com dispositivos mais antigos, em ferro fundido de grafite lamelar, com tampas de dimensões máximas de 500mm de abertura útil, com tampas e grelhas fabricadas desde finais dos anos 60 (1968) até meados da década de 80. Existem dispositivos mais recentes em situações de remodelação das redes ou de intervenções pontuais;

- Envolvente da muralha, onde predominam tampas e grelhas da década de 80 e 90, em ferro fundido de grafite lamelar, com medida máxima das tampas redondas de 550mm;
- Bairros novos e zonas de expansão, com tampas e grelhas mais recentes, de ferro fundido de grafite esferoidal e com tampas redondas de 600mm de abertura útil ou tampas de forma quadrangular de várias dimensões.



Figura 9 - Tampa T1 na Av. da República em Évora



Figura 10 - Tampa T2 na Rua Dias Coelho em Évora

Os dispositivos mais antigos foram fabricados muito antes da publicação da norma ou da definição das suas classes. Assim sendo, no centro histórico de Évora e nalgumas infra-estruturas mais antigas na zona extra-muros (à semelhança do que se passará para as zonas mais antigas de muitas cidades portuguesas), as tampas ou grelhas que ainda apresentam inscrições ou o relevo superficial, não têm qualquer referência a capacidade de carga ou a qualquer quadro normativo. Com frequência encontram-se tampas antigas que devido ao uso intensivo apresentam a superfície completamente lisa, sem nenhum padrão de relevo original, pelo que não é possível actualmente identificar a sua origem de fabrico ou outra descrição. No entanto, por comparação com outras tampas menos desgastadas

e pelo perfil de utilização na respectiva rede, é possível inferir acerca do modelo utilizado.

Para efeito do presente estudo foram obtidas junto da Câmara Municipal de Évora, duas tampas em serviço, aparentemente da década de 70, tanto quanto se conseguiu apurar junto do fabricante, a Somefe, Lda. As tampas em questão foram retiradas de duas vias de circulação relativamente movimentadas no contexto Eborense e foram escolhidos pelo elevado desgaste observado e pela facilidade das obras envolvidas para troca dos dispositivos.

Uma das tampas recolhidas para estudo foi retirada do cruzamento entre a Avenida dos Salesianos e a Rua Dias Coelho (T2 - Figura 9) e a outra da Avenida da República, instalada na passadeira de peões (T1 - Figura 10).

Ensaios de carga a tampas em serviço

As tampas recolhidas na rede de drenagem de águas residuais de Évora, T1 e T2, representam um dos quatro modelos de tampas mais utilizados nesta rede e eventualmente o mais antigo de todos e como tal, o tipo que apresentará espécimes mais alterados pelo desgaste ou deformações. São ambas de ferro fundido de grafite lamelar com 500 mm de abertura útil e terão sido fabricadas e instaladas antes da existência da norma NP EN 124.



Figura 11 - Desgaste da superfície da tampa T2

As tampas apresentam um severo desgaste superficial que conduziu à perda total das inscrições e do padrão de xadrez superficial, que no caso da amostra T2, levou inclusive à perda das pegas de manobra (Figura 11).

Na mesma tampa T2, detectou-se uma fissura num dos 5 cutelos da estrutura na face inferior, ilustrado na Figura 12.

O local de instalação dos espécimes recolhidos é equivalente ao Grupo 4 (classe mínima D400), de acordo com os critérios da norma e ambas as tampas são atravessadas por automóveis ligeiros e pesados muitas vezes ao dia, dado que as vias em questão são bastante movimentadas.

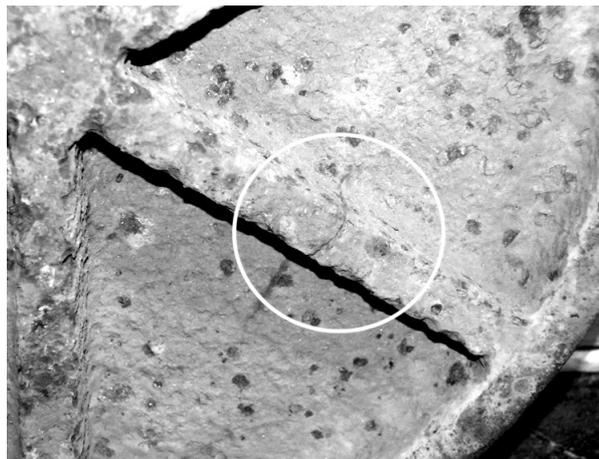


Figura 12 - Fissura visível em T2

Para efeitos deste estudo também se recolheu uma tampa quadrada da classe B125, utilizada numa caixa de passagem de esgotos dentro de uma propriedade privada, a que se denominou T3. Trata-se de uma tampa em ferro fundido de grafite esferoidal, certificada e terá sido fabricada em 1998 ou 1999 e instalada em 2000. A tampa T3 foi recolhida por se ter constatado que as tampas de ferro dúctil aplicadas em câmaras com ambiente agressivo, são susceptíveis à corrosão nas superfícies em contacto com os gases da câmara (gás sulfídrico que condensando, forma ácido sulfúrico na superfície onde se dá a condensação). No caso de T3 a corrosão encontrava-se num estado bastante avançado, o que provocou a desagregação de escamas de material corroído no interior da câmara. Por comparação com um dispositivo novo, verificou-se uma diferença de mais de 2,5 kg no peso, o que deverá corresponder à perda de massa devida à corrosão. Por este facto, as inscrições relativas ao ano de fabrico, que se encontram habitualmente, neste modelo, na superfície inferior, não são legíveis ou sequer detectáveis.

Para se avaliar o comportamento das amostras recolhidas e concluir acerca da sua adequação, estas foram submetidas a um ensaio de carga no Núcleo de Comportamento de Estruturas (NCE) do Departamento de Estruturas (DE) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

A fim de se apurarem as alterações de desempenho dos dispositivos ensaiados, pretendia-se levar a ensaio uma tampa não utilizada de um stock antigo, contudo não foi possível encontrar tampas de diâmetro 500 mm em stocks antigos da Somefe, o que impossibilitou o ensaio de controlo. Não obstante optou-se por ensaiar uma tampa de 550 mm de diâmetro útil, em ferro fundido de grafite lamelar, de um stock antigo, fabricada em 1995 (denominada T0). Em termos estruturais é uma tampa muito diferente porque tem um reforço toroidal na face inferior, em vez dos cutelos radiais que se usavam anteriormente e é uma tampa que faz referência à norma e à respectiva classe (D400), nas inscrições à superfície.

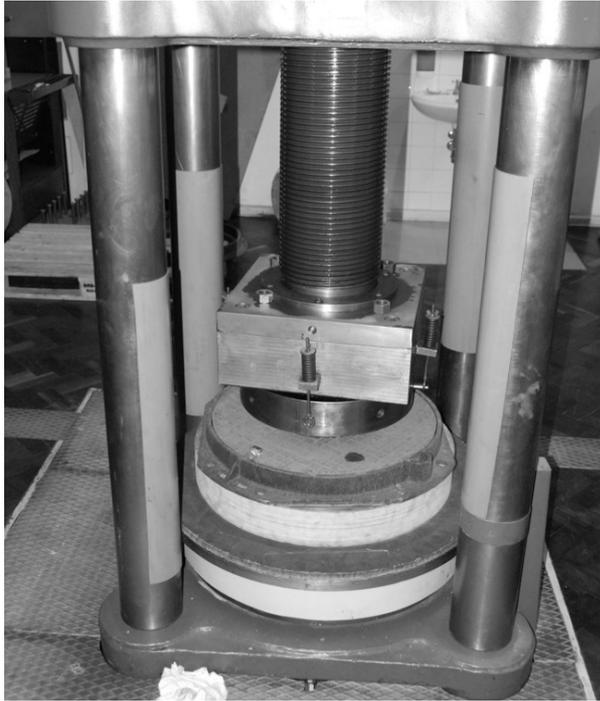


Figura 13 - Prensa hidráulica de ensaio (Núcleo de Comportamento de Estruturas, Departamento de Estruturas - LNEC)

Os ensaios de carga foram realizados na prensa hidráulica do NCE do DE do LNEC, de acordo com as especificações da EN 124 (Figura 13):

- Os dispositivos de fecho e de entrada deverão ser ensaiados como conjuntos completos, em condições semelhantes às de utilização (com excepção das tampas de enchimento que deverão ser ensaiadas sem esse enchimento, quando não for fornecido de fábrica);
- A força de ensaio utilizada diz respeito à zona de utilização, neste caso a força de ensaio deverá portanto ser de 400 kN (quando a cota de passagem CP, ou abertura útil, for inferior a 250 mm, a força de ensaio deverá ser multiplicada por CP/250, mas não é o caso dado que CP é 500 mm);
- A prensa hidráulica utilizada no ensaio tem capacidade de aplicação de uma força superior ao mínimo de 25% acima da força de ensaio;
- As dimensões do prato da prensa são superiores às dimensões máximas de qualquer um dos dispositivos a ensaiar;
- A dimensão do pilão de ensaio a utilizar obedece aos 250 mm de diâmetro exigidos (para 300 mm < CP < 1000 mm);
- O pilão de ensaio foi posicionado sobre o centro geométrico das tampas e foi utilizada um conjunto de placas intercalares de madeira prensada para compensar as irregularidades da superfície das tampas;
- Aplicaram-se forças graduais uniformes à razão de 1 kN/s até se alcançar a força de ensaio;

- A medição da flecha foi realizada por intermédio de um paquímetro aplicado num ponto fixo marcado no centro geométrico do dispositivo e uma régua metálica apoiada sobre dois pontos fixos, materializados por dois paralelepípedos metálicos colados na periferia da superfície da tampa. As medições foram efectuadas antes da aplicação de qualquer força e após aplicação de 2/3 da força de ensaio, com subsequente descompressão total. Este procedimento foi repetido cinco vezes;
- A aplicação da força total de ensaio (quando alcançada) foi mantida por um mínimo de 30 s;
- Procedeu-se à leitura da flecha depois da aplicação da força de ensaio.

Os resultados obtidos durante os diversos ensaios foram obtidos tal como se resume no Quadro 4.

Com o objectivo de testar a eventual fragilização do dispositivo T3 devida à corrosão, optou-se por prosseguir com o aumento da força de ensaio para além dos 125 kN. Tendo-se verificado que o dispositivo se deformou de forma acentuada sem ruptura, decidiu-se interromper a progressão quando a força atingiu os 315 kN, como precaução para evitar que a amostra deformada chegasse ao ponto de entrar em contacto com o prato da prensa.

Ensaio	T0	T1	T2	T3
Força	267 kN	267 kN	267 kN	83 kN
E 1	-0,12	1,39	Ruptura a 175 kN	3,25
E 2	-1,36	1,50	-	3,43
E 3	-1,37	1,53	-	3,91
E 4	-1,48	1,65	-	4,18
E 5	-0,30	1,76	-	4,32
Força	400 kN	400 kN	400 kN	125 kN
EF	-0,25	Ruptura a 281 kN	-	7,73

Quadro 4 - Flecha em mm nos ensaios de carga

Da análise dos resultados, rapidamente se conclui que os dispositivos que estavam em serviço, T1 e T2, não cumprem os requisitos da norma, sendo que no caso do dispositivo T2, a tampa não chegou a passar no primeiro teste da flecha residual, tendo sido levada à ruptura a 175 kN, muito abaixo da força de 267 kN a que se deveria fazer o referido teste. Esse facto e tendo em consideração o desempenho da tampa T1, dever-se-á em boa parte à fissura previamente identificada, que depois de exposta evidenciou uma superfície oxidada que estava exposta ao ar, que se estendia até cerca de metade da altura do cutelo de reforço estrutural, facto que terá necessariamente contribuído para o enfraquecimento estrutural deste (sendo a cota "a" da Figura 14 igual a 6 cm e a cota "b" aproximadamente 3 cm).

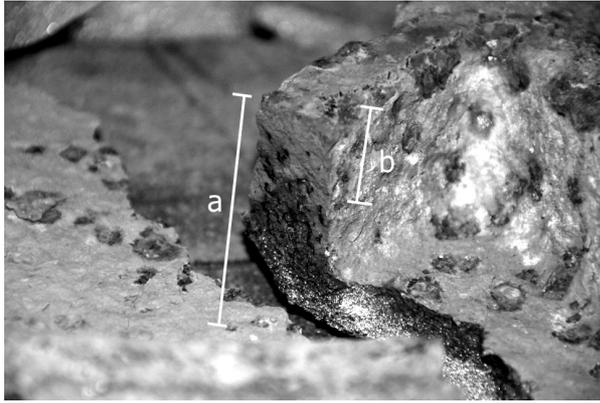


Figura 14 - Profundidade da fissura em T2 (a - altura total do cutelo; b - profundidade da fissura)

A flecha determina-se pela diferença entre os valores medidos antes da primeira aplicação da força e depois da aplicação em cada passo, sendo que a flecha residual é a obtida após a quinta aplicação da força (IPQ 1996). Em termos de flecha residual, o comportamento da tampa T0 neste ensaio provou que esta amostra cumpre os critérios da norma, na medida em que, de acordo com o Quadro 5, a flecha residual situa-se abaixo do limite máximo admissível ($CP/500 = 1,1$ mm).

Classe	Flecha residual admissível	
A15 a B125	$\frac{CP^*}{100}$	
C250 a F900	$\frac{CP^{**}}{300}$ Segurança no aro por sistemas de fecho	$\frac{CP^{***}}{500}$ Segurança no aro pelo peso próprio

* $CP/50$ se $CP < 450$ mm

** máximo 1 mm se $CP < 300$ mm

*** máximo 1 mm se $CP < 500$ mm

Quadro 5 - Flecha residual admissível (IPQ 1996a)

No ensaio efectuado a T0, observou-se um fenómeno para o qual não se encontrou explicação: até à 4ª medição (E4 do Quadro 4) a tampa apresentou sistematicamente uma flecha negativa, que só atenuou aquando da aplicação da força total, a partir da 5ª medição. As medições indicaram que a tampa se tornou convexa como reacção da aplicação da força. As medições foram repetidas pelo menos três vezes entre cada uma das cinco aplicações de força e verificou-se sistematicamente este resultado. Mesmo sendo positiva, a flecha residual não ultrapassou o valor de 1,1 mm admissíveis.

Este ensaio não permite concluir que o desgaste das tampas ou a sua corrosão sejam indubitavelmente factores comprometedores do bom desempenho dos dispositivos em termos da resistência a cargas. Para tal seria importante testar outros dispositivos que, encontrando-se igualmente alterados, tivessem sido fabricados originalmente de acordo com a norma em

vigor. Não obstante, fica demonstrado que existem dispositivos em serviço que poderão comprometer a segurança dos transeuntes e existem dispositivos com alterações que deverão contribuir para a degradação do desempenho dos mesmos - o dispositivo T1, que não aparentava fissuras, teve um desempenho mais satisfatório e eventualmente mais próximo das suas especificações de fabrico, comparativamente a T2.

O ensaio a T0 contribui no sentido de certificar que este dispositivo em ferro fundido cinzento (de grafite lamelar), amplamente utilizado na rede de saneamento e drenagem de Évora, ao ser fabricado segundo as especificações da norma e sem nunca ter sido colocado em serviço, cumpre os requisitos para os quais foi desenvolvido. Se no futuro for possível obter junto da edilidade Eborense alguns exemplares deste modelo, igualmente envelhecidos pelo uso, estes poderão também ser ensaiados e os resultados desses ensaios virem a ser confrontados com os deste exemplar, assumindo-se o resultado obtido para a tampa T0 como controlo.

Relativamente ao dispositivo quadrangular T3, ficam bastante evidenciadas as vantagens da utilização do ferro fundido dúctil em termos de comportamento mecânico. Mesmo sujeita a forças extremas e apesar do avançado estado de corrosão da sua superfície inferior, a tampa não chegou a romper quando solicitada por cargas muito superiores à sua classe, tendo-se antes deformado de forma muito acentuada graças à sua ductilidade (Figura 15). No que concerne ao ensaio da flecha residual, este dispositivo teve um comportamento satisfatório na medida em que a flecha residual apresentou um valor de 4,2 mm e para este dispositivo (classe B125, com 500 mm de abertura útil), admite-se uma flecha residual de 5 mm.



Figura 15 - Deformação de T3 sujeita a 315 kN

A norma especifica que se ensaiem os dispositivos no seu conjunto, com as tampas a serem carregadas enquanto inseridas nos aros. Esse requisito pode ser importante quando as tampas são cónicas e se pretende comprovar que além da resistência à carga da superfície das tampas, também os aros resistem à força de tracção proporcional a que são sujeitos com a força aplicada sobre a tampa, sendo ademais postos à prova

na situação mais desfavorável, em que não existem tensões positivas em torno do aro (por não estar embebido nas massas de fixação).

As forças de compressão a que os aros são sujeitos podem-se considerar geralmente desprezáveis, na medida em que o ferro fundido (ou outros materiais admitidos nos dispositivos) tem um comportamento muito bom à compressão para a ordem de grandeza das forças envolvidas.

Qualquer dos aros testados em conjunto com as tampas não apresentava nenhuma alteração no final dos ensaios. Até mesmo o aro de T3 se manteve inalterado. Por dispor de um sistema de vedação hidráulica, este aro estaria sujeito a sofrer alterações devidas à deformação que se verificou na tampa. Esta deformação conduziu por seu turno à divergência das abas inferiores da tampa que constituem, em associação com o canal periférico do aro, o sistema de vedação sinfónica, concebido para isolar odores provenientes do interior das câmaras de visita. Não obstante da deformação, a tampa continua a manobrar-se sem nenhuma dificuldade adicional. Apesar do avançado estado de corrosão no interior da câmara, o exemplar T3 não evidenciou problemas daí decorrentes e o seu comportamento foi satisfatório.

Se nos ensaios efectuados a T1 e T2 não se pôde concluir relativamente ao efeito do desgaste superficial das tampas na diminuição da resistência a cargas, este mesmo desgaste entra em conflito com a especificação genérica da norma vigente, que determina que os dispositivos de ferro fundido ou aço deverão ter uma configuração em relevo com 2 mm a 6 mm de altura para as classes A15 a C250 e de 3 mm a 8 mm para as classes D400 a F900 e cobrindo uma área não inferior a 10% nem superior a 70%, associada à especificação da durabilidade para as marcações (que constituem parte deste relevo).

Todas as preocupações com o padrão de relevo prendem-se com outra especificação avançada no projecto de norma em discussão – o índice USRV, ou índice de resistência ao escorregamento. Pretende-se em última instância que as tampas de ferro fundido (ou outros materiais) apresentem atrito suficiente para garantir a circulação segura de veículos e pessoas, atrito esse que no caso do ferro fundido deverá ser conferido pelo padrão de relevo, que não obstante da necessidade deverá ser uniformemente distribuído, por forma a garantir também uma eficiente drenagem das águas à superfície.

A norma é dirigida a fabricantes, projectistas, instaladores, fiscais e donos de obra, no sentido de prescrever as características que os dispositivos deverão possuir para serem seguros, mas o uso continuado ou diversas circunstâncias ao longo da vida dos dispositivos poderão trazer alterações que podem comprometer essa segurança, quer se trate do desgaste do relevo, o surgimento de fissuras ou orifícios, a quebra de barras em grelhas, entre outros, são factores que alteram as condições iniciais de dispositivos que eventualmente cumprem todos os requisitos quando são fabricados. Outros factores podem ainda contribuir para o agravamento dessas alterações e da desadequação dos dispositivos ao uso a

que estão sujeitos. Um exemplo já discutido é o associado com a má instalação e as vibrações como factor de risco que agrava as condições de integridade e expõe os utilizadores a perigos não estudados nem contemplados no quadro normativo.

Em Portugal existe uma grande quantidade de dispositivos em serviço que terão sido fabricados e instalados durante as décadas de 60 a 80, altura em que o país registou um grande desenvolvimento em matéria de saneamento básico. Estes dispositivos, tendo sido fabricados antes de existir uma norma, à semelhança dos exemplares T1 e T2 ensaiados no âmbito deste trabalho, além de poderem ter sido fabricados com especificações muito menos exigentes do que as actuais, acusarão o envelhecimento, as alterações das condições de utilização, a agudização de problemas de instalação ou de degradação devido a problemas como a fadiga e ruptura devidas às vibrações.

Envelhecimento dos dispositivos e principais causas

As tampas ensaiadas no âmbito deste trabalho são testemunho material de que o uso intensivo e continuado das tampas e grelhas instaladas na via pública, conduz a alterações das suas características. No caso de estudo em Évora, à semelhança do que se poderá verificar em muitas cidades Portuguesas, as tampas ensaiadas são representativas de uma parcela importante dos dispositivos instalados com mais de vinte ou trinta anos de serviço.

O desgaste da superfície é uma das alterações mais fáceis de detectar por ser observada sem a necessidade de manobra do dispositivo. O desgaste da superfície de relevo e consequente perda de massa superficial dos dispositivos deverá estar directamente relacionada com a intensidade do tráfego. Assim sendo, quanto mais movimentada for determinada via de circulação, mais expostos deverão estar os dispositivos ao desgaste. Não obstante outros factores serão determinantes para além da intensidade de tráfego, nomeadamente a localização da instalação, a posição relativa na via e a tipologia do tráfego. A título de exemplo, uma grelha instalada junto a um lancil, raramente atravessada pelos rodados de veículos, está menos sujeita à erosão do que uma grelha em caleira que atravesse toda a via pública, onde circulem automóveis ligeiros e pesados. Uma outra hipótese não testada é a de que o desgaste seja maior nos dispositivos solicitados pelo tráfego em curvas, em que aumenta o atrito devido à força centrífuga, ou em zonas de travagem ou aceleração frequentes, como por exemplo nas imediações das passadeiras de peões ou de semáforos, em que o atrito é sentido de forma mais intensa devido à inércia nos arranques e paragens dos veículos e isso é possível observar directamente nas tampas em serviço.

A Câmara Municipal de Évora levou a cabo um estudo do trânsito no centro histórico da cidade, para o qual efectuou a contagem das entradas e saídas de diversos tipos de veículos. Essa contagem foi realizada no dia 5

de Abril de 2008, Sábado, entre as 8.00h e as 19.30h. Um dos locais monitorizados neste estudo foi a via onde se encontrava instalada a tampa T1, a Avenida da República. Este local registou o quinto maior valor de tráfego num universo de 11 locais (Quadro 6). Em todas as vias mais movimentadas é possível verificar, à data deste trabalho, um avançado desgaste das tampas e grelhas mais antigas, sendo que no caso da Rua José Estêvão Cordovil e Porta da Lagoa existem vários dispositivos mais recentes, com menos de 10 anos de utilização e nas imediações da entrada da Porta do Raimundo (Figura 18) e do Largo da Sr.^a da Pobreza é possível encontrar dispositivos com avançado estado de alterações aparente.

Porta	Mov.	Tráfego
Porta de Aviz	Entrada	-
	Saída	1655
R. José Estêvão Cordovil	Entrada	3302
	Saída	2008
Rua de Machede	Entrada	1152
	Saída	735
Lrg. Machede Velho	Entrada	119
	Saída	1925
Lrg. Sr. ^a da Pobreza	Entrada	1581
	Saída	2901
Rua da Rampa	Entrada	234
	Saída	422
Rua da República	Entrada	3287
	Saída	710
Porta do Raimundo	Entrada	2614
	Saída	1415
Rua Serpa Pinto	Entrada	-
	Saída	2950
Porta da Lagoa	Entrada	4199
	Saída	647

Quadro 6 - Contagem de entradas e saídas de veículos no Centro Histórico de Évora no 5 de Abril dia de 2008 (CME 2008)

De uma maneira geral e através de observação directa em cada um dos locais, conclui-se que as zonas de maior tráfego correspondem aos locais onde as tampas contemporâneas de T1 e T2 se encontram mais desgastadas pelo atrito, como por exemplo acontece na Porta de Aviz (Figura 16). Por se tratarem de entradas e saídas do centro histórico, aqui verificam-se as condições avançadas como hipótese para aceleração do desgaste: as zonas de arranque e paragem intensa de veículos. Também no caso da rotunda em frente à Porta de Aviz, se verifica outra dessas condições, em que nas curvas (a rotunda tem forma quadrangular), as tampas contemporâneas de T0 apresentam também avançado estado de desgaste (Figura 17).

Importa sublinhar que este levantamento foi efectuado num sábado, dia da semana em que se regista tráfego menos intenso do que em dias úteis.

Infelizmente não estão disponíveis dados de tráfego automóvel associados ao local da tampa T2.

A corrosão nos dispositivos metálicos, nomeadamente nas tampas, só é detectável com a abertura das mesmas, dado que a oxidação é mais grave na superfície inferior, essencialmente por duas razões:

porque a atmosfera do interior da câmara de visita é mais húmida na maior parte do tempo, mais agressiva em termos químicos e porque na superfície superior, quando atravessada por veículos, a superfície das tampas não acumula oxidação devido ao efeito da abrasão. Essa abrasão evidencia-se por observação directa nas tampas com pintura de fábrica, que após instaladas rapidamente perdem o revestimento na face superior.



Figura 16 - Desgaste em tampa na Porta de Aviz



Figura 17 - Desgaste em tampas na Rotunda da Porta de Aviz

As fissuras nos dispositivos surgem habitualmente na superfície inferior, onde o material está sujeito a tracção por acção das cargas superiores. Podem porém desenvolver-se até à superfície e em casos extremos dar-se a ruptura total ou parcial dos dispositivos. Também os aros estão sujeitos a esforços que podem contribuir para a sua ruptura, já que para além das forças de compressão, estão sujeitos a forças de tracção no caso das tampas de assentamento cónico e a forças de torção, quando o apoio dos aros é feito com distribuição desigual, conduzindo ao assentamento e eventualmente ao colapso.

No ferro fundido de grafite esferoidal poderá não haver lugar a fissuração devido à ductilidade, não obstante a deformação poderá trazer incómodo no trânsito, poderá provocar ruído e poderá dificultar a operação do

dispositivo, por exemplo impossibilitando a sua normal abertura.



Figura 18 - Desgaste em tampa na Porta do Raimundo

O factor mais importante relacionado com o aparecimento e desenvolvimento das fissuras e que representa um problema clássico dos fabricantes de tampas e grelhas, é o já mencionado efeito das vibrações, dado que com os critérios de fabrico introduzidos pela norma e com os desenvolvimentos dos produtos mais recentes, as cargas só por si não são suficientes para dar origem a fissuração ou ruptura. Uma ilustração disso mesmo é o comportamento da tampa T3 a cargas muito elevadas para a sua classe. A vibração, o levantamento momentâneo das tampas e grelhas à passagem de veículos e a rotação das tampas que não dispõem de sistemas de fixação, podem ter efeitos comprometedores da integridade das tampas e grelhas, dos aros e do suporte dos dispositivos.



Figura 19 - Tampa de betão armado danificada

O projecto de norma especifica que nas classes D400, E 600 e F900, deverá ser garantida a compatibilidade do apoio das tampas e grelhas, por forma a garantir um comportamento silencioso e estável, tendo para tal sido desenvolvido o ensaio do Anexo K, onde se mede a inclinação que a tampa ou grelha assumem quando solicitadas por cargas de forma assimétrica. Esta

compatibilidade pode ser alcançada através da utilização de superfícies maquinadas, da utilização de materiais absorventes da vibração e com apoio trípode (IPQ 1996).

A semelhança dos dispositivos de ferro ou aço, também as tampas de betão armado e as tampas com enchimento de betão são susceptíveis à vibração e em situações extremas como as já descritas, sofrem alterações que comprometem o seu desempenho em segurança (Figura 19).

Para estas tampas é definida uma resistência a agentes climáticos em termos genéricos, com referência à humidade e agressividade química, mas fazendo apelo a normas nacionais para definir o conceito de "ligeiramente agressivo".

Com a introdução de novos materiais previstos na revisão da norma, podem surgir problemas em classes que tradicionalmente ofereceriam maior durabilidade. Os dispositivos em materiais como o PP, PVC e materiais compósitos tipo B só serão aplicáveis nas classes A15 e B125 e os materiais compósitos tipo A, nas classes A15 até C250. Nestas classes as tampas e grelhas estão menos sujeitas aos agentes de envelhecimento mais habituais por não se instalarem em plena via de circulação automóvel e não estarem sujeitas a tanto atrito ou a eventuais vibrações. Não obstante das especificações avançadas, a estabilidade destes materiais agora admitidos, relativamente a agentes químicos e atmosféricos, em especial à radiação ultravioleta, poderá constituir um novo factor de envelhecimento dos dispositivos das classes A15, B125 e C250, para o qual ainda não existe experiência nesta área de aplicação.

Contributos para melhoramentos na normalização de dispositivos de fecho

A revisão da norma introduz um conjunto de novos conceitos e de especificações que acompanham os desenvolvimentos que a indústria tem vindo a introduzir, desde a data da publicação da primeira versão em 1994. Contudo é possível avançar algumas sugestões de possíveis áreas de desenvolvimento futuro, que aparentemente não estão a ser consideradas.

Uma vez avançadas as especificações para o relevo superficial e para a determinação de um índice do atrito da superfície das tampas, seria oportuno introduzir especificações de resistência à abrasão, quer para os materiais clássicos como o ferro, o aço e o betão armado, quer para os novos materiais considerados, o PVC-U, PP e compósitos. Estes materiais têm as suas especificações em normas europeias, no entanto, quer a resistência ao escorregamento, quer um eventual índice de resistência à erosão são dependentes não apenas do material, mas também da configuração e do desenho dos dispositivos. Para os materiais compósitos

é especificado que se realizem ensaios de acordo com a EN ISO 660-2, tratando-se de um ensaio a provetes do material e não aos dispositivos em si.

Relativamente ao problema da corrosão em dispositivos metálicos, existem algumas soluções técnicas que alguns fabricantes adoptam para situações extremas, como por exemplo em zonas portuárias, em que o fenómeno da corrosão é extremo. Nomeadamente, existem soluções pontuais de pintura epóxida e de revestimento em polímeros, que poderiam ser especificadas como formas de protecção, ou aconselhadas em determinadas condições de salinidade ou alcalinidade.

No que concerne à manutenção dos dispositivos nos aros, seria possível definir um critério que especificasse valores de massa específica mínima para cada classe, para quando os dispositivos não dispõem de sistemas de fecho ou outro desenho específico. Dado que a massa é um dos factores mais importantes para a manutenção das tampas nos aros e é uma grandeza facilmente mensurável. A ser assim, poder-se-ia concretizar o conceito ambíguo de "suficiente massa" que determina que não seja necessário outros sistemas de fecho. Por outro lado seria importante definir critérios construtivos e ensaios com o objectivo específico da redução das vibrações.

Alguns dos principais problemas que representam compromissos de segurança com dispositivos de fecho e de entrada poderiam também ser salvaguardados com a produção de regulamentos nacionais para este tipo de dispositivos, nomeadamente num diploma que pudesse vir a revogar o Decreto Regulamentar 23/95. Num documento desta natureza seria possível introduzir o conceito de vida útil técnica dos dispositivos ou estabelecer limites para os desvios admissíveis relativamente à norma no caso de dispositivos em serviço. Poderia também ser definida a competência da fiscalização das obras durante a instalação e na manutenção em serviço, com a definição de uma metodologia de avaliação e parametrização dos desvios e recomendações de substituição de dispositivos em função desses desvios.

Além das recomendações de instalação avançadas pela revisão da norma, que aconselha a que se elaborem instruções em função da especificidade das utilizações, poderiam ser formalizadas recomendações de boas práticas que decerto contribuiriam para a diminuição dos impactos negativos do desgaste ou alteração das características dos dispositivos:

São apresentadas de seguida algumas recomendações:

- Sempre que possível, as câmaras de visita devem ser instaladas no eixo da faixa de rodagem da via pública ou onde sejam menos solicitadas pelo atravessamento de veículos;
- As dimensões das câmaras devem adequar-se convenientemente às dimensões dos dispositivos a instalar;
- Sempre que possível devem utilizar-se medidas standard de câmaras de visita ou atender às dimensões dos produtos disponíveis no mercado;
- Deve sempre atender-se à orientação de instalação recomendada e a eventuais instruções de instalação do fabricante;

- Deve adequar-se sempre a classe do dispositivo à aplicação em causa;
- Os dispositivos devem sempre ser instalados nas mesmas condições em que são ensaiados: como um conjunto indissociável e deve ser regulamentada a substituição das tampas ou grelhas com manutenção dos aros;
- Deve ser requerida e verificada a competência dos instaladores;
- Os dispositivos devem conter todas as marcações relativas às suas características e serem acompanhados de documentação comprovativa;
- Devem ser regulamentadas as condições de apoio dos aros dos dispositivos, para garantir que as suas características se adequem às dos dispositivos em termos de cargas e a sua instalação deveria ser objecto de fiscalização;
- Deve recomendar-se a utilização de apoios elásticos de nivelamento dos dispositivos como forma de absorção das vibrações e distribuição das cargas;
- Deve exigir-se que os dispositivos fiquem nivelados com o pavimento com uma determinada margem de tolerância, o que será válido também para situações de repavimentação da via de circulação, com a recomendação da utilização dos apoios de nivelamento;
- Deve recomendar-se a utilização de protecção adicional das superfícies sujeitas a ambientes de extrema agressividade;
- Devem ser regulamentadas as competências de uma eventual entidade fiscalizadora;
- Devem ser regulamentados parâmetros de avaliação da necessidade de substituição ou manutenção dos dispositivos em serviço, bem como da qualidade da ancoragem e apoio.

Agradecimentos

O autor deseja agradecer à Directora do Departamento de Hidráulica e Ambiente do L.N.E.C., Eng.^a Rafaela Matos, à Chefe do Núcleo de Engenharia Sanitária do Departamento de Hidráulica e Ambiente do L.N.E.C., Eng.^a Helena Alegre, ao Chefe do Núcleo de Comportamento de Estruturas do Departamento de Estruturas do L.N.E.C., Eng.^o Manuel Pipa, ao Eng.^o José Louro e Eng.^o Ricardo Mendes também do Núcleo de Comportamento de Estruturas do L.N.E.C., ao Chefe do Departamento de Ambiente e Qualidade da Câmara Municipal de Évora, Eng.^o Joaquim Costa, à Chefe da Divisão de Águas e Saneamento da C.M.E., Eng.^a Paula Cordeiro, ao Eng.^o Nuno Feijão da Divisão de Águas e Saneamento da C.M.E., ao Eng.^o José Noites da empresa Somefe, Lda e à Professora Maria Madalena Moreira do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora.

Bibliografia

SOUSA, E. A. R. (1990). Concepção de Sistemas de Drenagem. Água Residual Comunitária. Água Pluvial.

CEN (2004). CEN/TC 165/WG 4 N 511, Guidance - Product standards and conformity assessment. Version 1. European Committee for Standardization.

CEN (2007). prEN 124, Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. European Committee for Standardization.

CEN (2008a). CEN/TC 165/WG 4 N 504, prEN 124 E 2008 marked incl results on comments status 2009-09-16. European Committee for Standardization.

CEN (2008b). EN 1433, Canais de drenagem para zonas de circulação de peões e veículos, classificação, requisitos de construção e de ensaio, marcação e avaliação da conformidade. Versão Portuguesa. Comité Europeu de Normalização.

CEN (2009). CEN/TC 165/WG 4 N 532, FprEN 124:2009.5, Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. European Committee for Standardization.

CME (1999). Estudo de caracterização do Conselho de Évora no âmbito da elaboração do PDM. Departamento de Administração Urbanística. Câmara Municipal de Évora.

CME (2008). Contagens de tráfego, Centro histórico de Évora. Departamento de Ordenamento e Gestão do Território, Divisão de Mobilidade e Equipamento Urbano. Câmara Municipal de Évora.

IPQ (1996a). Norma Portuguesa, NP EN 124:1995, Dispositivos de entrada de sumidouros e dispositivos de fecho de câmaras de visita, para zonas de circulação de peões e veículos. Instituto Português da Qualidade.

IPQ (1996b). Directiva CNQ 3/96, Normas Portuguesas. Procedimentos para a sua aprovação ou adopção. Instituto Português da Qualidade.

IPQ (1999). Directiva CNQ 2/99, Comissões técnicas portuguesas de normalização. Criação e funcionamento. Instituto Português da Qualidade.

IPQ (2008). RPNP-001/2008, Instruções para a escrita de normas portuguesas. Instituto Português da Qualidade.

IPQ (2009). Manual de Normalização 2009. Instituto Português da Qualidade. ISBN 978-972-763-114-8.

MELNICK, M.; MELNICK, R. (1994). Manhole covers. MIT Press. ISBN 0-262-13302-4.

MOPTC (1995). Decreto regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Diário da República - I Série-B, nº194.