

PLANO GERAL DE DRENAGEM DA CIDADE DE COIMBRA

Do passado ao presente: as inundações na Praça 8 de Maio

Rui D. PINA ⁽¹⁾; Alfeu SÁ MARQUES ⁽²⁾; Marcelo N. GONÇALVES PEREIRA ⁽³⁾;
Sandra C. TAVARES DE PINA ⁽⁴⁾; Nuno E. SIMÕES ⁽⁵⁾; Luís F. NOGUEIRA DA COSTA ⁽⁶⁾

RESUMO

O crescente desenvolvimento urbano verificado nos últimos anos na cidade de Coimbra trouxe importantes desafios para a gestão e desenvolvimento das infra-estruturas de saneamento básico e mais especificamente para a drenagem urbana. A empresa Águas de Coimbra, E.E.M. (ACEEM), que é responsável pela gestão do sistema de saneamento e drenagem do município de Coimbra, Portugal, em articulação com a Câmara Municipal, tem vindo a promover um desenvolvimento sustentável da cidade através da implementação de novas soluções de gestão e de planeamento, nomeadamente através da integração de directrizes e normas no Plano Director Municipal e respectivo Regulamento, bem como pela elaboração dos Planos Gerais de Abastecimento de Água e de Drenagem.

A presente comunicação apresenta a perspectiva de abordagem geral da política de gestão e desenvolvimento dos sistemas de drenagem da ACEEM, consubstanciada nos documentos que constituem o Plano Geral de Drenagem de Águas Residuais Urbanas e Pluviais. Como resultado deste trabalho, apresenta-se um estudo de caso com as soluções adoptadas para reduzir o risco de inundação da Praça 8 de Maio.

Palavras-Chave: drenagem sustentável, inundações urbanas, plano geral de drenagem, sistemas de drenagem.

ABSTRACT

The increasing urbanisation that occurred in the last years in Coimbra (Portugal) brought important challenges for operation and management of the urban drainage system. Águas de Coimbra, E.E.M. (ACEEM) is responsible for the maintenance and management of the water supply and drainage system of Coimbra. Together with the City Council, ACEEM has been promoting a sustainable development with the implementation of new solutions for management and planning. Some of these solutions are the inclusion of guidelines and standards in the Municipal Master Plan and Regulations, as well as the elaboration of the Drainage Master Plan and the Water Supply Master Plan.

This paper presents the guidelines of the Drainage Master Plan and the general policy adopted for management and development of the drainage system. A case study is shown with the solutions adopted to reduce flood risks at Praça 8 de Maio.

Keywords: sustainable drainage, urban floods, drainage master plan, drainage systems.

¹ Eng.º Civil, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Gabinete Técnico e de Inovação, Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, ruip.pina@aguasdecoimbra.pt

² Doutor em Hidráulica, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, jasm@dec.uc.pt (Consultor da AC, Águas de Coimbra, E.E.M.)

³ Presidente do Conselho de Administração, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, marcelo.nuno@aguasdecoimbra.pt

⁴ Administradora, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, sandra.pina@aguasdecoimbra.pt

⁵ Eng.º Civil, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, nunocs@dec.uc.pt

⁶ Director do Departamento de Planeamento e Obras, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, luis.costa@aguasdecoimbra.pt

INTRODUÇÃO

A empresa ACEEM é responsável pela distribuição de água aos munícipes de Coimbra e pelo saneamento de águas residuais do concelho (sistema em baixa), abrangendo uma área de 316.5 km² com 82 323 clientes, no ano de 2009. Da sua origem, transcrevem-se de seguida alguns excertos adaptados da recente obra “História do Abastecimento de Água a Coimbra”, da autoria do Professor Doutor José Amado Mendes (2007 e 2010).

A modernidade chegou aos lares de Coimbra há precisamente 120 anos, com o abastecimento de água ao domicílio. Até então, era necessário ir buscar o precioso líquido às fontes, às cisternas e aos poços e/ou ao Rio Mondego. O primeiro contracto de abastecimento de águas da cidade de Coimbra foi publicado no Diário do Governo a 9 de Agosto de 1882, mas provavelmente apenas na segunda quinzena de Maio de 1889, Coimbra vê chegar o extraordinário melhoramento, que é o abastecimento de água pelos métodos modernos. A questão do saneamento veio a ser objecto de concurso específico, aberto entre 20 de Dezembro de 1889 e 19 de Março de 1890.



Figura 1. Construção do colector pentagonal, Rua da Sofia, década de 70.

Desde os seus inícios, o abastecimento de água a Coimbra foi assegurado pela gestão municipal. Posteriormente, no início do século XX teve lugar a municipalização dos serviços e foram criados os Serviços Municipalizados de Coimbra que vieram a administrar a distribuição de água, transportes e electricidade. Mais tarde, em 1985, a gestão dos Serviços sofreu profundas alterações, paralelamente com a modernização tecnológica, nomeadamente através de uma maior especialização. Com efeito, foram então constituídas duas áreas, no âmbito da gestão municipal: por um lado, os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento; por outro, os Serviços Municipalizados dos Transportes Urbanos de Coimbra. Além do crescimento demográfico e socioeconómico da cidade, também um número cada vez mais elevado de povoações rurais esperava ansiosamente pelos benefícios do moderno abastecimento de água e saneamento. Consequentemente, a ampliação, especialização e desenvolvimento daqueles serviços foram essenciais para dar resposta às novas exigências e necessidades, sentidas de um modo mais consciente e profundo no pós-25 de Abril de 1974.

Face aos desafios cada vez mais ousados e de maior exigência – em termos de quantidade e de qualidade da água e da própria legislação, comunitária e nacional, mais rigorosa e específica –, em 24 de Maio de 2003, os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Coimbra transformaram-se na Empresa Municipal, denominada AC, Águas de Coimbra, E.E.M.

Ultimamente, a Empresa tem pautado a sua acção por uma aposta constante e continuada na modernização e melhoria da qualidade dos respectivos serviços. É neste âmbito que surge o Plano Geral de Abastecimento de Água (PGAA) e o Plano Geral de Drenagem (PGD). Após um investimento na melhoria do sistema de informação cadastral, o PGD e o PGAA começaram a ser elaborados, sendo actualmente importantes ferramentas de gestão das infra-estruturas, permitindo o conhecimento do funcionamento das redes e previsão de intervenções futuras, de um modo planeado e com estratégia bem delineada.

O PGAA visa aumentar a excelência do serviço prestado aos clientes da empresa, através da análise rigorosa do sistema de abastecimento. O objectivo é garantir o melhor desempenho do sistema existente, garantindo a sua capacidade de resposta face a alterações futuras e assegurar o fornecimento de água com qualidade. A elevada complexidade do sistema existente e a necessidade de atingir níveis de serviço cada vez mais exigentes implica o recurso a softwares especializados, bem como o domínio de técnicas de

modelação de sistemas de distribuição de água. Para além dos benefícios directos associados a esta análise dos sistemas e ao apoio à tomada de decisão, o desenvolvimento e utilização de modelos de simulação potenciam melhorias na qualidade geral da informação disponível sobre os sistemas, no conhecimento da infra-estrutura, e na articulação dos diversos sectores técnicos da entidade gestora.

O Plano Geral de Drenagem (PGD), composto por vários documentos, um por bacia de drenagem, baseia-se em quatro aspectos fundamentais: a análise e o planeamento devem ter em conta a totalidade da bacia, o horizonte do plano deve estar de acordo com o do Plano Director Municipal, os sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais devem ser analisados de forma integrada com as outras infra-estruturas e as novas construções não devem gerar um aumento de caudal pluvial para as secções de jusante. O principal objectivo é a garantia de um sistema de drenagem sustentável, por integração das águas pluviais em ambientes urbanos e a sua gestão ao longo do percurso, com reutilização e recriação de ambientes naturais, levando, naturalmente, a uma melhor gestão do ciclo da água dentro das cidades, onde tende a ser restabelecido o seu ciclo natural. As soluções apontadas incluem frequentemente a reformulação de colectores e aquedutos existentes, a reformulação de secções das linhas de água, a execução de novos colectores, a reutilização de colectores unitários de forma a integrarem sistemas separativos (caso se encontrem em boas condições estruturais), bem como a introdução de soluções de retenção e de infiltração. Para além disso, nas novas construções, o próprio promotor é confrontado com a necessidade de adoptar soluções de controlo na origem, tais como: pavimentos porosos/permeáveis, valas de infiltração, trincheiras de infiltração, poços absorventes, ou mesmo bacias de retenção e de infiltração. Este tipo de soluções tem como principal objectivo reduzir o impacto das superfícies impermeáveis das novas construções, e, conseqüentemente, o aumento dos caudais de ponta de cheia. Esta medida é hoje comumente denominada por impacto zero.

Além destas medidas estruturais, têm sido impostas medidas não estruturais, essenciais ao correcto desenvolvimento urbano, através da implementação de medidas de regulação e de educação. As medidas de regulação têm impacto directo na construção e no urbanismo da cidade, uma vez que fixam taxas de impermeabilização e obrigam ao respeito de uma série de medidas para a construção. A educação tem sido promovida através de campanhas de sensibilização e, nomeadamente, através do Museu da Água, sob gestão da ACEEM, cuja programação e as parcerias com as escolas locais têm em conta, além de aspectos culturais, questões de ordem ambiental, social e económica do sector da água.

No seguimento desta comunicação, apresenta-se a metodologia adoptada para desenvolvimento do PGD e recentes resultados obtidos, através do estudo de caso das inundações da Praça 8 de Maio.

PLANO GERAL DE DRENAGEM

A história da cidade de Coimbra está intimamente ligada ao Rio Mondego e às cheias que provocava no centro urbano da cidade. Na década de setenta, após vários estudos, foi decidido executar um conjunto de infra-estruturas a que se designou "Aproveitamento Hidráulico do Mondego". Foi concebido como um empreendimento de fins múltiplos, mas tendo como objectivo principal a regularização fluvial e a protecção contra cheias. Como consequência, as grandes cheias na baixa da cidade de Coimbra deixaram de se verificar. No entanto, actualmente existem outras áreas vulneráveis (zonas baixas e planas e onde se verificou uma crescente urbanização com a expansão da cidade e de construção de infra-estruturas rodoviárias), de que é exemplo a bacia da ribeira do Vale das Flores que se apresenta na Figura 2.



Figura 2. Evolução da ocupação urbana na Bacia do Vale das Flores (adaptado de Sá Marques et. al. 2007)

As inundações em meios urbanos verificam-se, fundamentalmente, devido ao aumento de caudais e/ou à diminuição da capacidade de vazão das redes de drenagem. A alteração da topografia e/ou do coberto vegetal, de impermeabilização sistemática de zonas extensas e do desvio e/ou canalização de linhas de água, são factores que têm de ser ponderados, ao nível de planeamento urbano, de uma forma integrada com a gestão dos recursos hídricos e dos sistemas de drenagem. É aqui que surge o PGD como instrumento essencial ao correcto desenvolvimento urbano. Trata-se de uma ferramenta imprescindível ao planeamento urbano e à gestão/manutenção do sistema de drenagem, pelo que a ACEEM tem vindo a promover estes estudos em articulação com a Câmara Municipal de Coimbra.

O PGD está já a ser usado pelas autoridades locais como ferramenta para o planeamento urbano, e pela ACEEM como ferramenta de apoio à decisão para a gestão das infra-estruturas. Estes estudos contemplam várias propostas de reformulação do sistema de drenagem e a introdução de medidas de controlo na origem, como bacias de retenção. Mas além destas medidas estruturais, estes estudos estão a dar origem a outras medidas não estruturais. A limitação de taxas de impermeabilização e diversas propostas de alterações urbanas estão a ser cruzadas com informações do PGD, que se assumem como importantes ferramentas para o bom funcionamento dos sistemas de drenagem.

Para além do resultado prático da elaboração do PGD, os trabalhos desenvolvidos permitem dotar a empresa de importantes ferramentas de modelação matemática das infra-estruturas que gere. Em várias situações estes modelos de simulação foram extremamente úteis na procura de soluções para problemas técnicos que a empresa enfrenta no seu dia-a-dia.

Metodologia

O PGD é um projecto que foi iniciado em 2006 e está agora na fase final dos trabalhos. Numa primeira fase, concentraram-se esforços na melhoria do cadastro das infra-estruturas de drenagem e com o evoluir dos trabalhos foi sentida a necessidade de munir a empresa de ferramentas que permitissem realizar análises mais rigorosas nos estudos a desenvolver. Neste sentido, em 2009 foi adquirido o software *Mike Urban*, desenvolvido pelo *Danish Hydraulic Institute* (DHI) e cuja interface gráfica se apresenta na Figura 3.

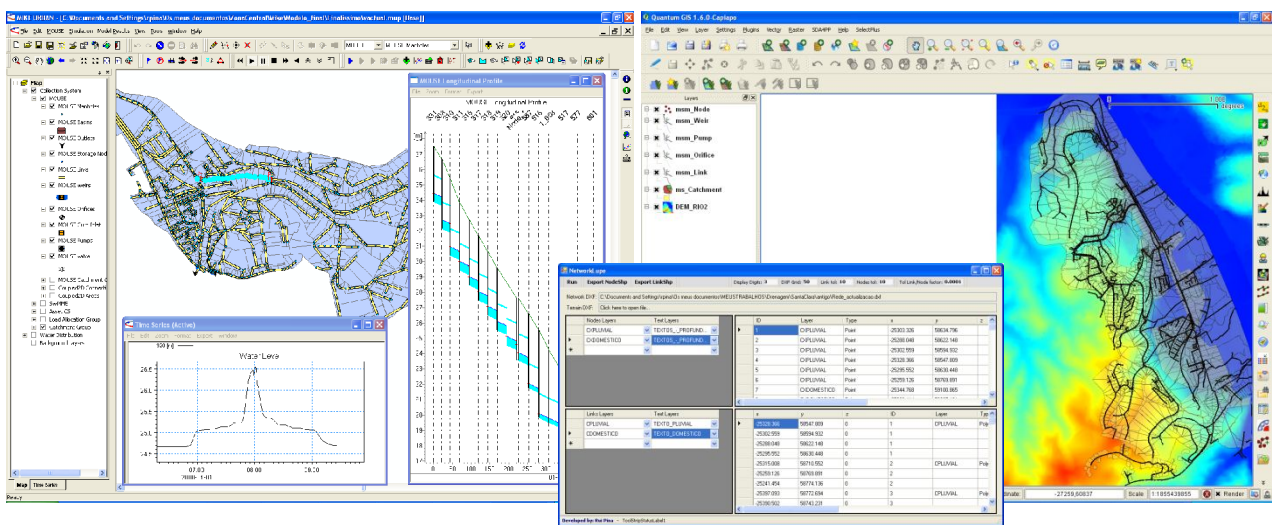


Figura 3. Ferramentas usadas no desenvolvimento do PGD – da esquerda para a direita: *Mike Urban* (DHI), *NetLupe* (ACEEM), *QuantumGIS* (OSGeo).

Associado às capacidades dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), este software permite a modelação de todas as infra-estruturas de uma rede de drenagem, factor que contribuiu para melhorar a metodologia de desenvolvimento do PGD.

A metodologia actual de desenvolvimento do PGD, representada no diagrama da Figura 4, inicia-se com a caracterização da Bacia Hidrográfica. O recurso a ferramentas de SIG permite obter uma caracterização mais exhaustiva da bacia, como dado de entrada para os modelos de simulação hidráulica. Numa primeira iteração, efectua-se o tratamento topográfico da bacia hidrográfica – modelo digital do terreno, histograma de altitudes, traçado da rede hidrográfica, carta de declives e de ocupação do solo, com base no recurso a aplicações informáticas de SIG de uso livre (“Open Source”), nomeadamente:

- SIG Desktop: QuantumGIS, MapWindow e gvSIG;
- Ferramentas: TauDEM, desenvolvido por David Tarboton (Utah State University), para análise do terreno, delimitação de bacias hidrográficas e traçado da rede hidrográfica; GRASS integrado no QuantumGIS, inicialmente desenvolvido pelo US Army Corp of Engineers e agora projecto da fundação Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), para análise de dados espaciais e processamento de imagens, incluindo o visualizador tridimensional NVIZ; NetLupe desenvolvido pelo primeiro autor da presente comunicação para interpretação de ficheiros CAD com cadastro e respectiva construção de base de dados em SIG.

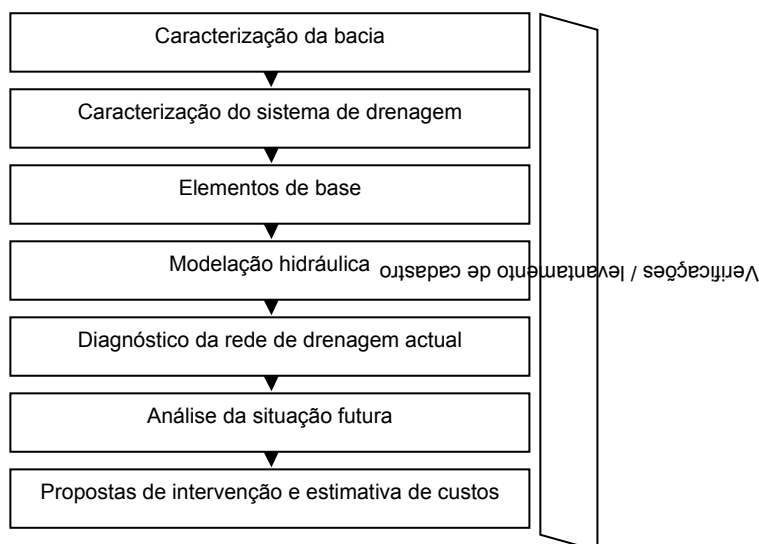


Figura 4. Metodologia de elaboração do Plano Geral de Drenagem.

Com base na cartografia disponível (escala 1:1000), constrói-se o modelo digital do terreno da bacia (conforme exemplo da Figura 5), através do software QuantumGIS, que permite traçar a carta de declives, delimitar as sub-bacias e traçar a rede hidrográfica natural, com a ferramenta TauDEM. Com base no declive médio da bacia e na percentagem de áreas impermeáveis, resultado do tratamento dos ortofotomapas através do software QuantumGIS, determina-se o coeficiente de escoamento com base no Decreto Regulamentar nº 23/95. O tempo de concentração é obtido através da construção de Hidrogramas em S, com o modelo de cálculo implementado para simulação do sistema de drenagem no software *Mike Urban*. Isto é, consideram-se séries de precipitação constante em toda a bacia e analisam-se os hidrogramas resultantes nos pontos de descarga de todas as linhas de água e redes de drenagem principais.

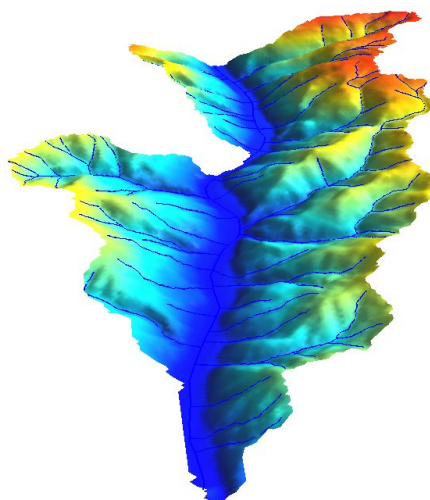


Figura 5. Modelo digital do terreno e rede hidrográfica da bacia de Torres do Mondego.

Foi desenvolvido na ACEEM, pelo o primeiro autor da presente comunicação, o software NetLupe que permite optimisar a importação do cadastro. O NetLupe interpreta ficheiros CAD e converte os elementos de cadastro em informação SIG, de modo a ser importada directamente para o *Mike Urban*. O software gvSIG, entre várias funcionalidades, é usado para análise de redes e verificação do cadastro antes da importação para o *Mike Urban*.

Uma vez construído o modelo de simulação, no software *Mike Urban* é possível fazer a análise da situação actual e o diagnóstico do seu funcionamento, bem como perspectivar as alterações futuras e elaborar propostas de intervenção.

A modelação hidráulica é de extrema importância, uma vez que serve de base à análise do comportamento dos sistemas. Uma vez cruzado o resultado da modelação com informações da exploração do sistema, é possível efectuar a análise/diagnóstico da rede e prever eventuais problemas futuros. No entanto, todo este processo está dependente da validação dos dados/resultados e da sua calibração.

Em geral, para a modelação hidráulica é usado na ACEEM o módulo de cálculo *Mouse*, desenvolvido pela DHI e integrado no *Mike Urban*. O modelo de precipitação-escoamento adoptado denomina-se “Tempo-Área” (*Time-Area*). São vários os modelos de análise implementados, no entanto, a eleição deste modelo

baseou-se na sua simplicidade e popularidade, por se basear no método racional. Essencialmente, consiste na redução do volume de precipitação através de um parâmetro de redução e de uma perda inicial. O hidrograma resultante é depois construído de acordo com uma curva que pretende traduzir o efeito da forma da bacia. Apenas a percentagem de áreas impermeáveis é considerada para o cálculo. O modelo de simulação da rede de colectores implementado no módulo *Mouse* consiste na resolução numérica das equações de Saint-Venant 1D, através de um esquema de diferenças finitas a 6 pontos, denominado Abbott-Ionescu. A lei de resistência utilizada é uma versão explícita da fórmula de Gauckler-Manning-Strickler, e as condições de fronteira globais dividem-se entre o caudal gerado pelas bacias hidrográficas (de origem doméstica e pluvial) e as condições de descarga da rede (dependem da saída do sistema de drenagem em estudo). A transição do modelo de precipitação-escoamento para a rotina de simulação dos colectores é feita de forma simplificada, que não tem em conta os órgãos de entrada do sistema real. Cada sub-bacia do sistema está associada a um nó da rede de colectores, para o qual se faz a descarga de caudais livremente. Em caso de inundação, há acumulação de água no nó, que passa a funcionar como um reservatório com uma área mil vezes superior ao diâmetro da respectiva câmara de visita. Como não é feita a modelação do escoamento superficial ao longo dos arruamentos, o volume de água acumulado permanece no nó até que o sistema tenha capacidade para os escoar.

A validação do modelo é feita recorrendo a registos históricos de inundação e informações da exploração e manutenção do sistema de drenagem. Para a calibração das simulações, a empresa ACEEM dispõe de equipamentos de monitorização (caudalímetros e sondas de nível), que permitem calibrar o modelo com dados de situações reais. Este processo é, por vezes, extremamente moroso e bastante complexo, dada a quantidade de variáveis de calibração e também devido às limitações do modelo de cálculo.

ESTUDO DE CASO – INUNDAÇÕES NA PRAÇA 8 DE MAIO

Conhecida noutros tempos como Largo de Sansão, devido à existência de uma estátua dessa personagem bíblica até meados do sec. XIX, a Praça 8 de Maio fora noutros tempos um local preferido pelas vendedeiras para transacção de produtos. Localizada na zona histórica da cidade de Coimbra, é ainda hoje uma importante referência para a actividade de comércio, turismo e serviços, onde se localizam importantes monumentos e edifícios, como é a Igreja de Santa Cruz onde estão os túmulos dos dois primeiros Reis de Portugal, o edifício da Câmara Municipal de Coimbra e o Café Santa Cruz, que está instalado na antiga Igreja de S. João de Santa Cruz.

A bacia hidrográfica onde se integra a Praça 8 de Maio, a bacia da Zona Central, abrange uma área totalmente urbanizada de, aproximadamente, 1,5 km² e situa-se entre a Bacia da Ribeira da Solum e a Bacia da Ribeira de Coselhas. A rede de colectores tem um comprimento total de 34,8 km, sendo 29,5 km unitária e 4,1 km residual e 1,2 km pluvial. O tempo de concentração é de 45 minutos.

Registo histórico de inundações

Inundação de 9 de Junho de 2006

A inundação de 9 de Junho de 2006 foi provocada por uma precipitação intensa com duração igual ao tempo de concentração da bacia e um período de retorno de aproximadamente 50 anos.



Figura 6. Inundação na Praça 8 de Maio a 09/06/2006.

As duas imagens da inundação que se apresentam na Figura 6 têm particularidades interessantes. A primeira mostra várias pessoas em volta da Praça 8 de Maio que sugerem naturalidade face à inundação verificada. A segunda imagem mostra a actividade que há em torno da praça, podendo-se observar uma das possíveis causas da inundação ocorrida - a dificuldade de entrada das águas pluviais na rede de colectores. Após o fim da chuvada, as escorrências continuaram a afluir superficialmente ao longo dos arruamentos, acumulando-se depois nos pontos baixos da cidade, do que é exemplo a Praça 8 de Maio.

Inundação de 25 de Outubro de 2006

Segundo diversas notícias publicadas na imprensa, esta inundação caracterizou-se por uma altura de água na zona da Baixa da Cidade de cerca de 50 cm. Arrastou pedras e outros materiais, percorreu toda a área da Baixa inundando grande parte das edificações e estabelecimentos comerciais.

Segundo os registos de precipitação, as chuvadas tiveram início perto da meia-noite e tiveram uma duração total de aproximadamente cinco horas, com pico de precipitação intensa às 2h00 que tem um período de retorno superior a 20 anos e próximo de 50 anos.

Inundação de 21 de Setembro de 2008

Citando artigos de imprensa, a inundação na Praça 8 de Maio chegou a atingir 50 centímetros de altura de água dentro da Igreja de Santa Cruz, tal como se retrata na Figura 7.



Figura 7. Vista geral da Praça 8 de Maio a 21/09/2008 e dos órgãos de entrada aí localizados.

Através dos registos de precipitação conclui-se que a chuvada que deu origem a esta inundação teve uma duração de uma hora e uma altura de precipitação total não muito elevada, com um período de retorno de 5 anos. Apesar do volume precipitado não ser muito elevado, apresenta um nítido pico de intensidade nos segundos 10 minutos que foi responsável pela geração de caudais elevados que provocaram inevitáveis inundações.

Metodologia de análise e propostas de intervenção

A análise das inundações na Praça 8 de Maio foram divididas em três grandes objectivos: verificação da capacidade de drenagem da rede de colectores; avaliação da capacidade de intersecção dos órgãos de entrada; análise da drenagem local na Praça 8 de Maio.

A verificação da **capacidade de drenagem dos colectores** foi efectuada de acordo com a metodologia apresentada para elaboração do PGD, e permitiu identificar zonas com insuficiente capacidade de vazão dos colectores, que leva à não entrada das águas pluviais no sistema de drenagem.

Através do cruzamento dos resultados da simulação com os dados da exploração do sistema, como por exemplo, estado de conservação das infra-estruturas, foram propostas intervenções na rede de colectores, tendo em conta a remodelação do sistema para separativo. Apresenta-se na Figura 8 a intervenção já efectuada na zona da Praça da República e na Rua Alexandre Herculano, que visou a remodelação de colectores em risco de colapso, com aumento da capacidade de vazão, e a eliminação de estrangulamentos à passagem do escoamento.

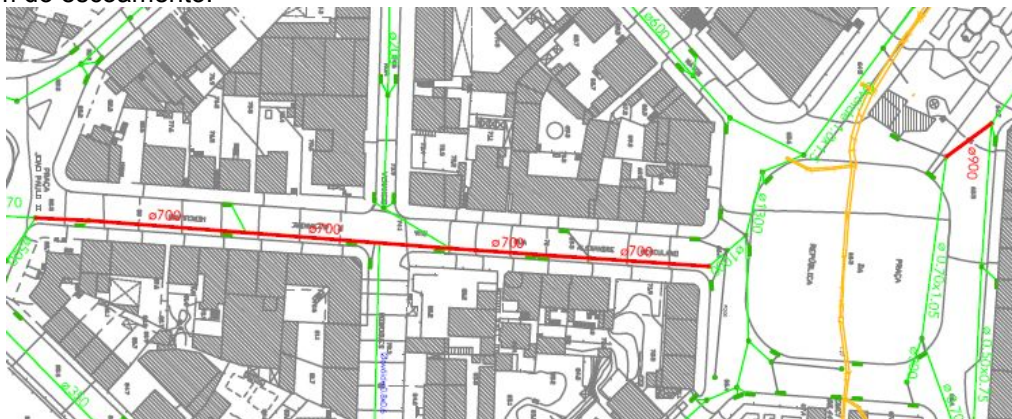


Figura 8. Exemplo de intervenções efectuadas na rede de colectores (a vermelho).

Apesar das zonas de inundação identificadas, o resultado da simulação da rede de colectores indica que não deveriam ocorrer as inundações verificadas na realidade. Isto é, a rede de colectores tem capacidade para drenar os caudais verificados, excepto em alguns, poucos, pontos localizados, pelo que o principal problema está relacionado com os órgãos de entrada que não permitem a captação de grande parte das águas pluviais para a rede de colectores.

A verificação da **capacidade de intersecção dos órgãos de entrada** foi efectuada através do levantamento do estado de conservação destes dispositivos e análise hidráulica do seu funcionamento através de um modelo concebido para o efeito. O resultado da análise revelou problemas de capacidade de entrada das águas pluviais na rede de colectores, provocando escorrências superficiais ao longo dos arruamentos, que se acumulam em zonas de cotas topográficas baixas, como é a Praça 8 de Maio. As intervenções propostas incluem a substituição de 58 sarjetas por sumidouros e a implantação de 76 novos sumidouros. Dada a dimensão da obra, foi efectuada um faseamento da intervenção e estabelecidas prioridades de curto prazo que visaram mitigar os problemas de inundações verificados. A intervenção já efectuada incluiu a remodelação de alguns órgãos de entrada e a construção de uma grade transversal, capaz de intersectar as escorrências superficiais, no arruamento a montante da Praça 8 de Maio (Figura 9).



Figura 9. Grade transversal ao arruamento a montante da Praça 8 de Maio.

A análise da **drenagem local na Praça 8 de Maio** foi efectuada com base numa campanha de ensaios promovidos pela ACEEM. Os ensaios consistiram na descarga de água de auto-tanques em diversos pontos da Praça 8 de Maio, de modo a provocar pequenas inundações localizadas para a aferição da capacidade de drenagem do sistema existente (Figura 10).



Figura 10. Ensaio de inundação na Praça 8 de Maio.

Concluiu-se que os sifões necessários à actual rede unitária constituem estrangulamentos à passagem do escoamento, que reduzem substancialmente a capacidade de vazão dos órgãos de entrada existentes. O problema não estava relacionado com a capacidade de vazão dos colectores ou dos ramais existentes no local, como se pode verificar na fotografia da direita da Figura 10, mas sim com os próprios dispositivos de captação das águas superficiais. Neste sentido, foi implementada uma solução baseada na substituição de todos os sifões existentes por outros com maior capacidade de drenagem (Figura 11).

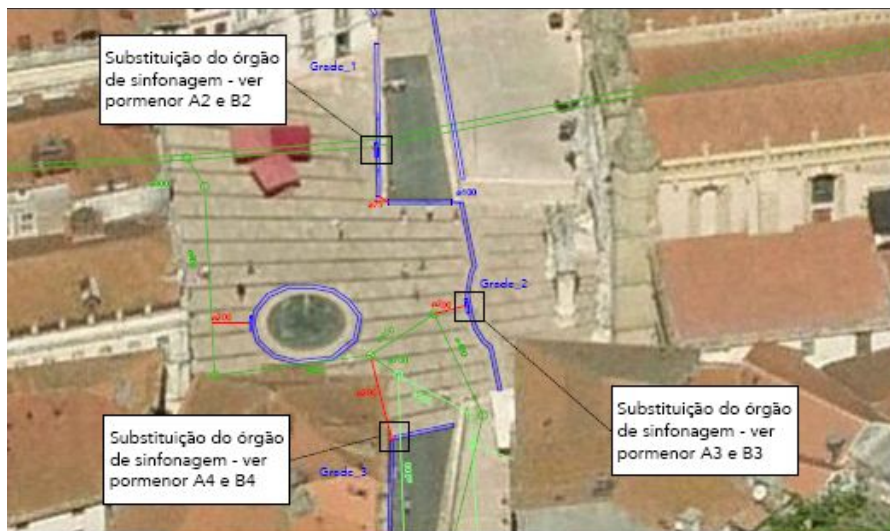


Figura 11. Proposta de intervenção para a drenagem local na Praça 8 de Maio (retirado de Pina, 2009).

Do passado ao presente: avaliação da eficácia das intervenções efectuadas

As intervenções foram propostas no estudo Pina (2009) e em 2010 foram executadas as obras prioritárias. Desde então não se verificaram inundações da Praça 8 de Maio e a maior chuvada registada data de 29 de Abril de 2010, com uma intensidade entre 24 e 29 mm/h, durante o tempo de concentração da bacia. Esta chuvada corresponde a um tempo de recorrência de aproximadamente 5 anos e é idêntica à verificada no dia 21 de Setembro de 2008, que provocou inundação da Praça 8 de Maio. Apresenta-se na Figura 12 um gráfico com a comparação entre esta recente chuvada e aquelas em que se registou inundação.

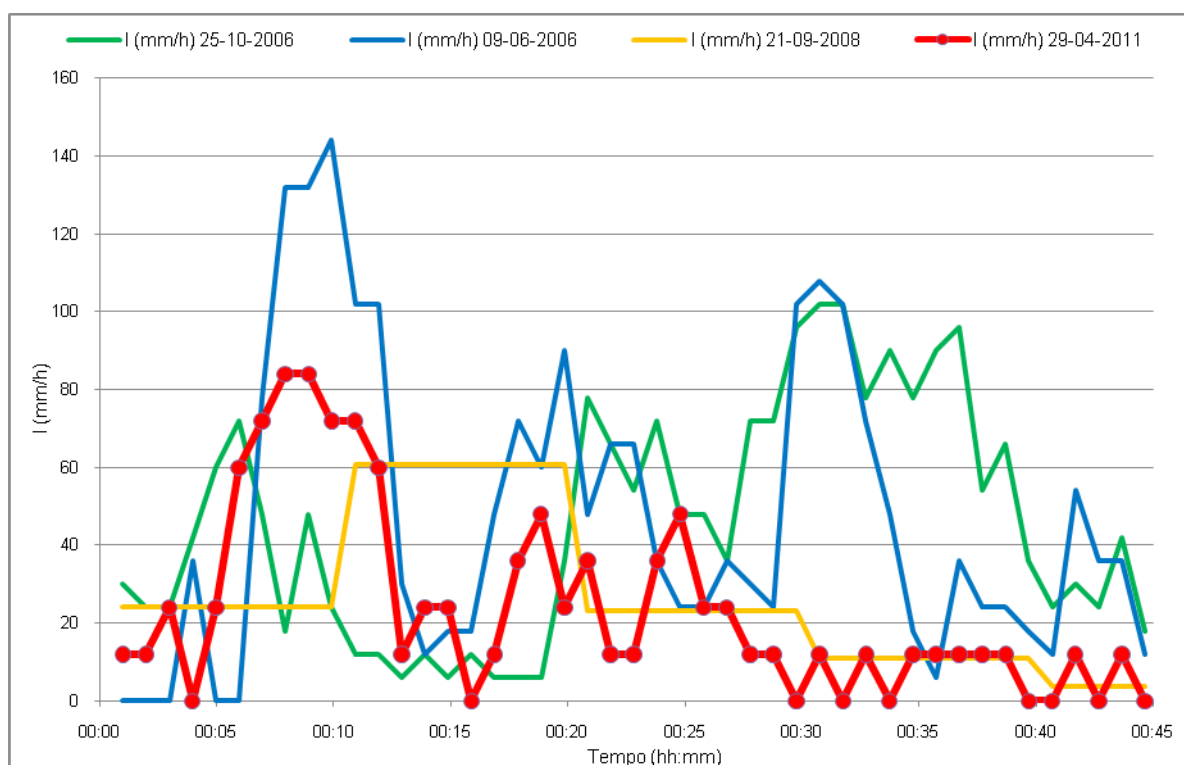


Figura 12. Comparação entre a chuvada registada a 29 de Abril de 2011 e as que originaram inundações da Praça 8 de Maio.

Ainda não se registaram chuvadas tão intensas como as ocorridas em 2006, no entanto a chuvada de 2011 é semelhante à de 2008 e mostra que as intervenções efectuadas contribuíram para diminuir a frequência dos problemas de inundações anteriormente verificados. Do passado ao presente, as intervenções efectuadas tiveram já resultados práticos e contribuíram para a melhoria da qualidade de vida da população, através da diminuição do risco de inundação na Praça 8 de Maio, que por si só garante a sustentabilidade do sistema de drenagem, do ponto de vista técnico, ambiental e social. Por outro lado, a não interrupção dos serviços e comércio local devido às inundações é um factor de confiança para geração de riqueza global para o município.

CONCLUSÃO

A empresa ACEEM é responsável pelos sistemas “em baixa” de abastecimento de água e de drenagem urbana da cidade de Coimbra. Em toda a sua história, o desenvolvimento da empresa foi caracterizado pela excelência de um serviço público, que está intimamente relacionado com questões de saúde pública e de qualidade de vida da população. Neste sentido, a constituição da ACEEM foi mais um passo importante para a modernização tecnológica da empresa, munindo-a de importantes ferramentas e alavancando novos projectos, de que são exemplo o PGD que foi apresentado na presente comunicação.

O desenvolvimento urbano verificado na Zona Central da Cidade de Coimbra, com aumento das áreas impermeáveis, veio aumentar a frequência e agravar as consequências das inundações nas zonas mais antigas, verificando-se acumulação das águas pluviais nas zonas baixas, como é o caso da Praça 8 de Maio. Desta forma, na análise de sistemas de drenagem é necessário ter em conta que a expansão urbana é um aspecto extremamente delicado que deve ser avaliado globalmente, ao nível da bacia hidrográfica, e que as zonas de menor cota topográfica são propícias à acumulação de águas pluviais. Uma zona onde nunca ocorreram inundações, pode vir a verificar problemas deste tipo, caso a evolução do tecido urbano não tenha em conta a drenagem numa perspectiva abrangente, ao nível da bacia hidrográfica. Apenas a análise global do sistema de drenagem de toda a bacia hidrográfica permite a compreensão dos problemas verificados e a sua resolução, porque os problemas maiores de inundação estão necessariamente ligados à drenagem efectuada para montante.

A elevada complexidade dos sistemas de drenagem e de abastecimento de água e a necessidade de atingir níveis de serviço cada vez mais exigentes implica o recurso a softwares especializados, bem como o domínio de técnicas de modelação de sistemas. As ferramentas de modelação matemática permitem a análise de situações concretas pela simulação, antecipando cenários, e fornecem informações muito relevantes para fundamentar a decisão, evitando erros de planeamento, com eventual desperdício de recursos financeiros e humanos, e melhoram também a gestão operacional da empresa, promovendo a satisfação dos clientes. Neste âmbito a ACEEM dispõe de software comercial avançado e desenvolveu produtos próprios para sua integração com outros sistemas, nomeadamente SIG “Open Source”.

As ferramentas necessárias para a garantia de uma drenagem sustentável dividem-se entre as medidas estruturais e as não estruturais. As medidas estruturais são fundamentais para a resolução de problemas já verificados, mas as medidas não estruturais são as mais importantes para a regulação do desenvolvimento urbano. Estas medidas são menos onerosas que as primeiras e são as medidas mais eficazes para o restabelecimento do escoamento natural das linhas de água e para a integração harmoniosa do ciclo da água em meio urbano. A articulação destas medidas com os outros elementos reguladores, como por exemplo os Planos Directores Municipais, é fundamental para garantia da exequibilidade das soluções.

Tal como o trabalho apresentado, a ACEEM tem em curso um conjunto de projectos e iniciativas capazes de adequar a empresa para responder aos desafios de modernização do sector, aumentando da eficácia e eficiência na sua actuação. Além do aumento da qualidade do serviço prestado, estes trabalhos resultaram na obtenção da primeira posição no Índice Nacional de Satisfação do Cliente (*European Customer Satisfaction Index – ECSI Portugal*) em 2009, e na atribuição do Prémio de Qualidade de Serviço de Abastecimento Público de Água prestado aos utilizadores atribuído pela Entidade Reguladora de Serviços de Água e Resíduos de Portugal em 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado Mendes, J. (2007). História do Abastecimento de Água a Coimbra – Volume 1. AC, Águas de Coimbra, E.E.M.

Amado Mendes, J. (2010). História do Abastecimento de Água a Coimbra – Volume 2. AC, Águas de Coimbra, E.E.M.

Pina, R. D. (2009) Causas das Inundações na Praça 8 de Maio e Propostas de Intervenção. AC, Águas de Coimbra, E.E.M.

Sá Marques A., Carvalho R. F., Simões N., Pina R., Reis P. (2007) Estudos de Hidrologia Urbana - Relatório Final. DEC-FCTUC, Coimbra.