

ESTUDO ECONÓMICO DA APLICAÇÃO DE COMPONENTES SUDS A UM CASO DE ESTUDO

Catarina NASCIMENTO⁽¹⁾; Rita Fernandes de CARVALHO⁽²⁾; Luís Mesquita DAVID⁽³⁾

RESUMO

Os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis (SUDS) consistem na aplicação de um conjunto diversificado de técnicas no sentido de diminuir o caudal de ponta por aumento da retenção e infiltração. Em novas urbanizações, procura-se geralmente que o caudal que é drenado para jusante não exceda o caudal gerado pela bacia de drenagem nas condições naturais. Assim, é possível utilizar diâmetros menores para os colectores da rede, e diminuir os custos de construção, embora crescem os custos dos respectivos SUDS.

Neste trabalho faz-se uma análise económica e dos potenciais benefícios hidráulicos da utilização de alguns tipos de SUDS numa área a urbanizar no Concelho do Barreiro, com cerca de 100 ha. O trabalho compreendeu dois estudos distintos: compararam-se os custos de construção e o caudal descarregado para jusante de uma solução que prevê a construção de bacias de retenção com os do sistema construído sem as bacias de retenção; avaliaram-se as potenciais reduções do coeficiente de escoamento com a utilização de pavimentos permeáveis e de telhados verdes e compararam-se os custos de construção da rede de colectores dimensionada para diferentes coeficientes de escoamento.

O uso de SUDS em sistemas de drenagem, tais como bacias de retenção, pavimentos permeáveis, telhados verdes, pode reduzir significativamente os caudais descarregados para jusante, com acréscimos pouco relevantes ou mesmo com redução de custos.

⁽¹⁾ Aluna de Mestrado Integrado, Universidade de Coimbra, Dep. Eng. Civil - Pólo II, 3030-788 Coimbra, Portugal, +351 918197232, cmn@student.dec.uc.pt

⁽²⁾ Professora Auxiliar, IMAR, Universidade de Coimbra, Dep. Eng. Civil - Pólo II, 3030-788 Coimbra, Portugal, +351 239 79 71 50, ritalmfc@dec.uc.pt

⁽³⁾ Investigador Auxiliar, LNEC (DHA/NES), Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, ldavid@lnec.pt

PALAVRAS-CHAVE

Águas pluviais, drenagem urbana, SUDS, bacias de retenção, telhados verdes, pavimentos permeáveis, custos de construção

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de zonas urbanas e a consequente alteração do uso do solo provoca um aumento das áreas impermeáveis e a redução da infiltração. Consequentemente, verifica-se um aumento substancial de caudais pluviais de ponta.

Os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS) consistem na aplicação de um conjunto de elementos, como por exemplo bacias de retenção e de infiltração, pavimentos permeáveis, telhados verdes, poços e trincheiras de infiltração, que conduzem à retenção do escoamento, à infiltração ou a ambas, limitando por um lado os volumes de cheia e, por outro, as velocidades e os caudais de ponta do escoamento. Alguns SUDS podem também contribuir para a melhoria da qualidade da água, através de processos de sedimentação, filtração ou adsorção. Actualmente os SUDS estão aceites internacionalmente, sendo mesmo considerados indissociáveis de um processo de gestão integrada de águas pluviais em meio urbano e de boas práticas de ordenamento do território e do ordenamento do tecido urbano, constituindo elementos de desenvolvimento sustentável (Matos, 2008).

Para além dos benefícios hidráulicos e eventualmente estéticos e de qualidade da água, a utilização de SUDS permite o dimensionamento de colectores com diâmetros e inclinações inferiores, cuja redução dos custos de construção pode amortecer ou até compensar o acréscimo de custos com a construção dos SUDS,

Neste trabalho faz-se uma análise económica e dos potenciais benefícios hidráulicos da utilização de alguns tipos de SUDS numa área a urbanizar no Concelho do Barreiro, com cerca de 100 ha. O trabalho compreendeu dois estudos distintos:

- Compararam-se os custos de construção e o caudal descarregado para jusante de uma solução que prevê a construção de bacias de retenção com os do sistema construído sem as bacias de retenção e dimensionado para diferentes períodos de retorno.
- Avaliaram-se as potenciais reduções do coeficiente de escoamento com a utilização de pavimentos permeáveis e de telhados verdes e compararam-se os custos de construção da rede de colectores dimensionada para diferentes coeficientes de escoamento.

2 - DESCRIÇÃO DE ALGUNS SUDS

O planeamento de Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável consiste na introdução de um conjunto de diversos elementos, de modo a reproduzir a drenagem natural anterior ao desenvolvimento. A Figura 1 ilustra os hidrogramas antes e após a urbanização e os objectivos de amortecimento do escoamento através da utilização de SUDS.

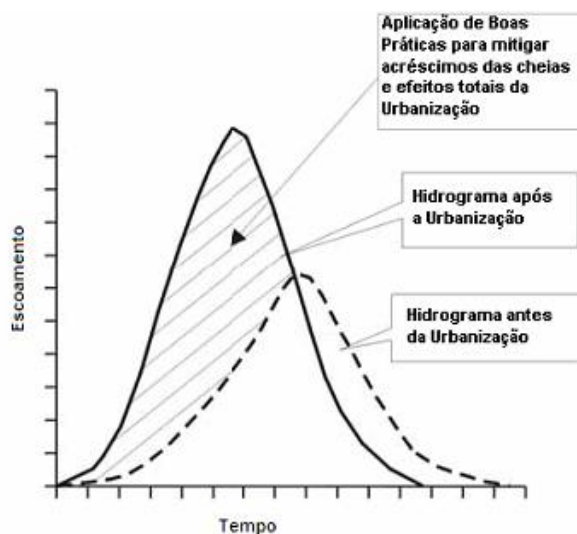


Figura 1. Hidrogramas antes e após a urbanização e amortecimento do escoamento (retirado de CCDR - Boas Práticas, 2007).

As bacias de retenção são estruturas concebidas para interceptar os escoamentos menos frequentes, permitindo o armazenamento temporário do volume de água em excesso. Destinam-se a regularizar os caudais pluviais afluentes e permitir a restituição de um caudal controlado a jusante, para uma linha de água ou um sistema de colectores. As bacias de retenção podem ser a céu aberto ou enterradas. As bacias a céu aberto podem ainda ser classificadas relativamente ao seu comportamento hidráulico, em bacias a seco ou com nível de água permanente.

As bacias a céu aberto exigem preocupações de integração paisgística e são geralmente construídas de forma a proporcionar áreas de lazer. A Figura 2 apresenta um esquema de uma bacia de retenção a céu aberto.

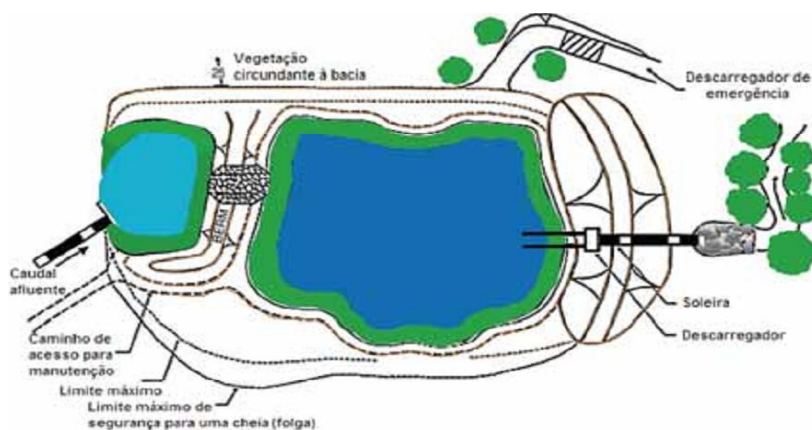


Figura 2. Esquema de uma bacia de retenção a céu aberto (retirado de CCDR - Boas práticas).

A utilização dos pavimentos permeáveis em áreas urbanas visa o armazenamento temporário e a eventual infiltração da precipitação, conduzindo a uma redução do escoamento superficial. Os pavimentos permeáveis são constituídos por uma camada de

desgaste, uma camada de base porosa e por uma camada de sub-base (com aproximadamente 50 mm de espessura). Podem ainda ser constituídos por outros componentes como geomembranas, geotêxteis e drenos e estar associados a estruturas modulares do tipo reservatório. Na Figura 3 apresenta-se um esquema de um pavimento permeável.

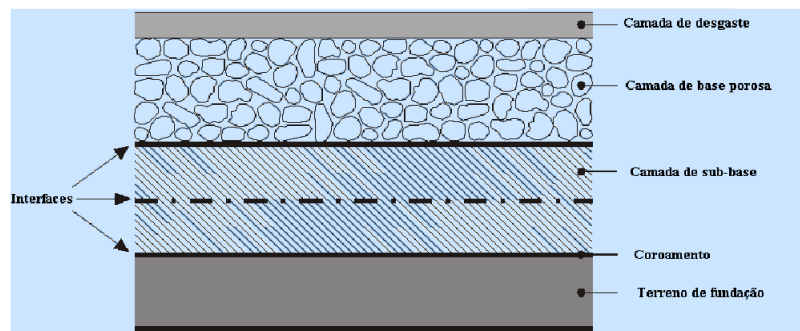


Figura 3. Esquema pavimento permeável (retirado de Matos, 2008).

Os pavimentos permeáveis apresentam como principal desvantagem a vulnerabilidade à colmatção por finos. Por consequência, a manutenção destes pavimentos torna-se mais exigente em termos de frequência, de formação especializada e de custos.

Os telhados verdes são infra-estruturas de infiltração ou de retenção das águas pluviais. Possibilitam a redução de áreas totalmente impermeáveis e, conseqüentemente, os efeitos negativos da urbanização. Os telhados verdes são adequados a qualquer tipo de construção, nomeadamente residências, garagens, estabelecimentos comerciais e industriais, hospitais e escolas. Geralmente são aplicados em telhados praticamente planos, com inclinação da ordem de 5°, de modo a que o escoamento não se efectue rapidamente, promovendo a capacidade de retenção. Uma vantagem adicional dos telhados verdes, para além do agradável aspecto visual, é o elevado isolamento térmico e a conseqüente redução de custos de aquecimento ou arrefecimento do edifício. Estes ajudam ainda na melhoria da qualidade do ar e na redução do CO₂. Têm como principais inconvenientes um maior peso próprio e um maior custo do que as coberturas tradicionais, levando a acréscimos de custos de construção e de manutenção.

Os telhados verdes classificam-se em dois tipos, os extensivos e os intensivos. Os telhados verdes extensivos são compostos por vegetação baixa e robusta, normalmente musgos e plantas herbáceas, capazes de se manter por longos períodos de tempo seco, bem como suportar condições climáticas mais adversas. Estes telhados geralmente não requerem irrigação, acessibilidade nem manutenção. São constituídos por uma camada de solo com uma espessura que varia entre os 5 e os 15 cm. O solo utilizado deve ter um baixo teor de matéria orgânica e ser rico em minerais. Os telhados verdes intensivos suportam plantas de maior porte e requerem geralmente acesso, podendo funcionar como zona de lazer. São constituídos por uma camada de solo com uma espessura que varia entre os 20 e os

100 cm, obrigando a uma análise estrutural na fase de concepção. O solo utilizado deve ser rico em matéria orgânica. Os telhados verdes intensivos requerem uma manutenção mais exigente. A **Figura 4** ilustra um corte transversal de um telhado verde extensivo.

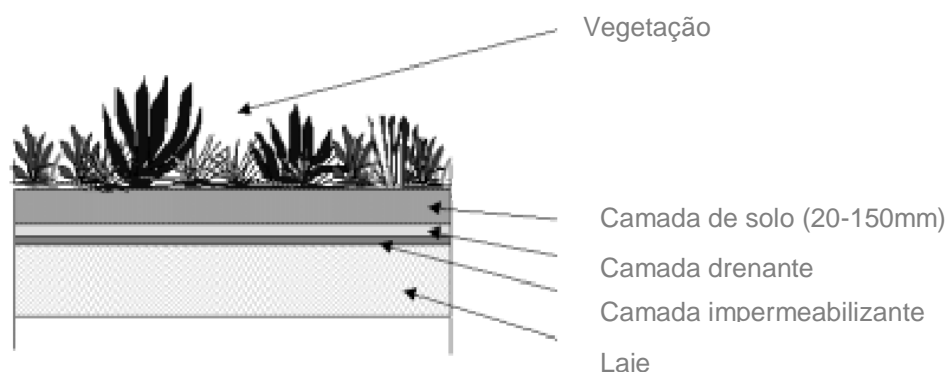


Figura 4. Corte transversal de um telhado verde extensivo (adaptado de Auckland Regional Council).

Os telhados verdes são constituídos por uma camada impermeabilizante, por um isolante térmico (opcional), uma camada de drenagem, uma camada filtrante e por uma camada de substrato com vegetação. A camada impermeabilizante tem como função proteger o elemento estrutural de infiltrações. O isolante térmico usado depende da incidência solar a que a cobertura está exposta, sendo frequentemente utilizado o poliestireno extrudido. A camada drenante tem como função escoar o excesso de água no solo, podendo ser constituída por argila expandida, brita ou seixos. A camada filtrante evita que a água das chuvas arraste as partículas do solo do telhado verde, sendo normalmente utilizado um geotêxtil. O solo utilizado deverá ser um substrato com boa drenagem e de preferência que apresente uma boa composição mineral. A escolha da vegetação depende de vários factores, tais como o clima do local e o tipo de solo a ser utilizado.

3 - ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA DO TRABALHO

O presente trabalho incide sobre um caso de estudo de uma nova urbanização, com área de cerca de 100 ha, situada no concelho do Barreiro, na área de Penalva. A Figura 5 ilustra a zona de estudo numa imagem do Google Earth, com indicação das principais linhas de água, da rede viária, da ocupação actual e dos limites de concelhos.

O dimensionamento das redes de colectores é usualmente efectuado para o período de retorno de 5, 10 ou 20 anos, enquanto que o de linhas de água e de rios é efectuado para o período de retorno de 100 anos.

A Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARH do Tejo) estabeleceu que, após a urbanização, o caudal na linha de água a jusante não deve exceder o caudal actual, para o período de retorno de 100 anos. Neste contexto, foi proposta uma solução que compreende cinco bacias de retenção (David e Carvalho, 2010). A rede de colectores a montante das bacias de retenção foi dimensionada para o período de retorno de 5 anos e as bacias de retenção para a captura e a laminagem do escoamento correspondente ao período de retorno 100 anos. O estudo exigiu a modelação integrada do escoamento na rede de

colectores e do escoamento das inundações à superfície. Após a urbanização, o caudal descarregado na linha de água a jusante para o período de retorno de 100 anos é semelhante ao das condições actuais de ocupação da Penalva, para o mesmo período de retorno, e é inferior ao do sistema urbanizado sem bacias de retenção, para apenas o período de retorno de 5 anos. **A Erro! A origem da referência não foi encontrada.** ilustra o traçado da rede de colectores na área a urbanizar e a localização das bacias de retenção da solução proposta por David e Carvalho (2010). A descrição pormenorizada da solução e dos métodos de dimensionamento encontra-se em David et al. (2010).

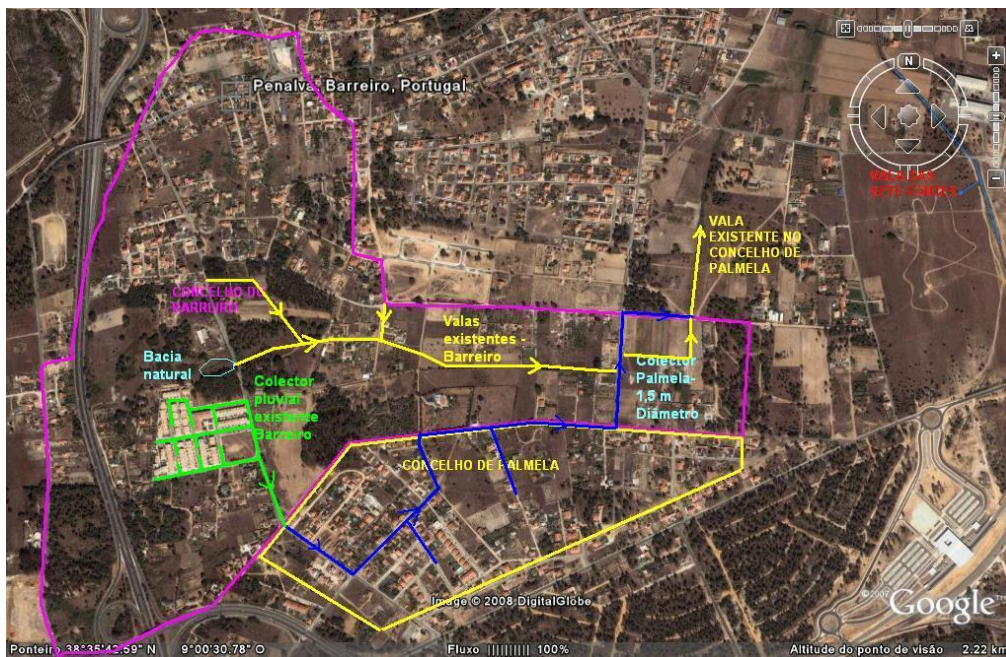


Figura 5. Área de estudo (retirado de Carvalho e David, 2010).

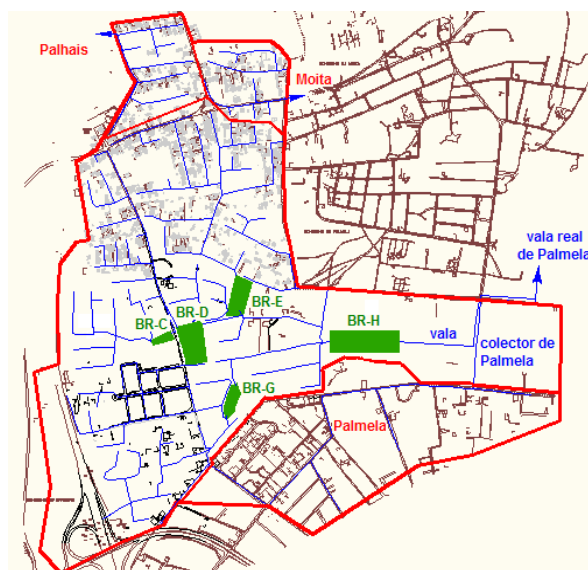


Figura 6. Localização das bacias de retenção (retirado de David et al. 2010).

Neste trabalho, efectuou-se uma comparação dos custos de construção e do caudal descarregado da solução com bacias de retenção proposta por David e Carvalho (2010) com os correspondentes ao dimensionamento dos colectores sem bacias de retenção, para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos.

Posteriormente, efectuou-se uma análise económica da aplicação de SUDS traduzida pela redução do coeficiente de escoamento. Escolheram-se cinco bacias representativas da área de estudo e estudou-se a introdução de alguns SUDS, nomeadamente telhados verdes e pavimentos porosos.

As principais tarefas de desenvolvimento do estudo foram as seguintes:

- Determinar os custos da rede de colectores e das bacias de retenção da solução proposta por David e Carvalho (2010).
- Efectuar o dimensionamento da rede de colectores admitindo escoamento uniforme e permanente para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos sem restrição de descarga de caudais a jusante.
- Estimar a influência da introdução de outros dispositivos SUDS no coeficiente de escoamento global da bacia, analisando os caudais descarregados e os custos de construção dos sistemas respectivos.

O traçado da rede de colectores foi efectuado segundo o estabelecido no Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais publicado pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto (RGSPDADAR). O cálculo do caudal de ponta foi determinado pelo método racional. Consideraram-se as curvas IDF para a região pluviométrica A onde se inclui a zona do Barreiro, apresentadas no regulamento Geral. Adoptou-se a duração igual ao tempo de concentração de cada sub-bacia de drenagem. O tempo de concentração de cada colector é obtido pela soma do tempo de entrada do escoamento superficial na rede de colectores e o tempo de percurso nos colectores a montante. Os tempos de percurso de escoamento superficial utilizados foram de 5 minutos em áreas de declive superior a 8%, 7.5 a 10 minutos em áreas de declive compreendido entre 1.5 a 8% e de 10 a 15 minutos em áreas de declive inferior a 1.5%, valores recomendados por Costa (2006). O dimensionamento dos colectores foi efectuado considerando o escoamento uniforme e permanente, a fórmula de Manning-Strickler e colectores em betão ($K=71 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) com o diâmetro nominal mínimo de 300 mm.

Na determinação do custo de construção da rede de colectores consideraram-se as parcelas relativas à movimentação de terras, aos colectores e aos acessórios. Os custos associados aos movimentos de terra prendem-se com parcelas relativas a: escavação; transporte a vazadouro de produtos sobranes e eventuais indemnizações devido a depósito; regularização dos taludes em escavação; revestimento em colchão Reno e pedra arrumada à mão nos locais indicados em projecto; execução de valas central da bacia de retenção revestida a colchão Reno. Estas parcelas foram calculadas em função da

profundidade de assentamento do colector (d), do diâmetro do colector (φ), do comprimento do colector (L), da largura da vala (h_{vala}) e da profundidade de escavação da vala (d_{esc}) do seguinte modo:

- O volume de escavação em vala é obtido pela seguinte expressão:

$$V_{esc} = L * h_{vala} * d_{esc}$$

- O volume de areia cirandada ou areia para a execução de coxim é dado por:

$$V_{areia} = 0,2 * L * h_{vala}$$

- O volume de aterro até 10 cm da geratriz do colector é obtido por:

$$V = \left(h_{vala} * (\varnothing + 0,1) - \pi * \frac{\varnothing^2}{4} \right) * L$$

- O volume de aterro com material da própria vala é dado pela seguinte expressão:

$$V_{aterro} = (d - \varnothing - 0,1) * h_{vala} * L$$

- O volume de transporte a vazadouro dos produtos sobrantes é obtido por:

$$V_{trans} = \left(\pi * \frac{\varnothing^2}{4} \right) * L$$

Os custos das bacias de retenção prendem-se com os movimentos de terras e custos associados aos descarregadores de emergência.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Custos de construção e o caudal descarregado para jusante

O custo de construção obtido para as bacias de retenção dimensionadas para o período de retorno de 100 anos foi de 0,50 M€, obtendo-se para a correspondente rede de colectores a montante destas, dimensionada para o período de 5 anos, o custo de 1,20 M€. O custo total da rede de colectores com bacias de retenção foi de 1,70 M€. O caudal descarregado para jusante é cerca de 6 m³/s.

Os custos de construção da rede de colectores para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos foram de: de 1,47 M€, de 1,54 M€, de 1,63 M€ e de 1,80 M€, respectivamente. Os caudais descarregados para jusante foram de 9,48 m³/s, de 10,98 m³/s, de 12,48 m³/s e de 16,05 m³/s, respectivamente.

A Figura 7 ilustra os valores dos custos obtidos para a rede de colectores para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos comparativamente aos custos obtidos para a rede de colectores com as bacias de retenção. A Figura 8 mostra os valores obtidos para os caudais drenados a jusante correspondentes.

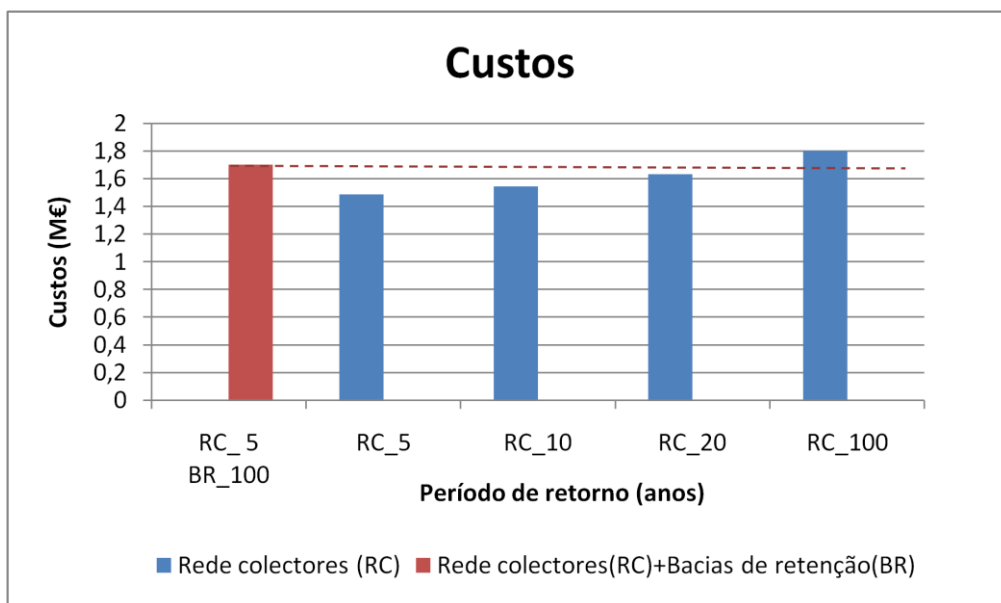


Figura 7. Custos da rede colectores e da rede de colectores com bacias de retenção.

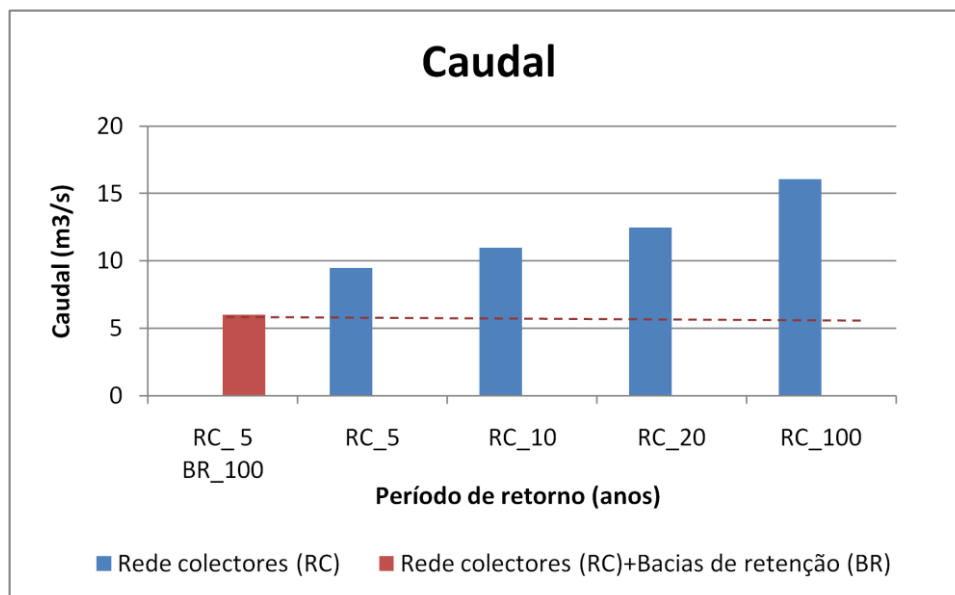


Figura 8. Caudais para a rede de colectores com e sem bacias de retenção.

A rede com as bacias de retenção introduzem um acréscimo de 13 %, 9% e 4% nos custos quando comparado com os custos dos colectores obtidos para um período de retorno de 5, de 10 e 20 anos, respectivamente. Os custos dos colectores com as bacias de retenção quando comparados com os custos da rede dimensionada para um período de retorno de 100 anos leva a uma redução de cerca de 6%.

A solução com bacias de retenção oferece uma redução significativa dos caudais a jusante da rede comparativamente aos caudais obtidos para a rede de colectores para os períodos de retorno estudados. Esta redução de caudais é a seguinte: - para o período de retorno de 5 anos obteve-se uma redução de 37%; - para o período de retorno de 10 anos obteve-se uma redução de 45%; - para o período de retorno de 20 anos obteve-se uma redução de 52%; - para o período de retorno de 100 anos obteve-se uma redução de 63%.

A introdução de bacias de retenção acresce ligeiramente os custos de construção do sistema, mas considerando os benefícios na redução do caudal, constitui uma solução mais vantajosa do que a rede de colectores convencional.

4.2 - Análise económica da redução do coeficiente de escoamento pela utilização de SUDS

O estudo da influência da aplicação de telhados verdes e pavimentos permeáveis no coeficiente de escoamento foi efectuado para cinco sub-bacias de drenagem da área a urbanizar. Para o efeito, caracterizou-se a ocupação de cada sub-bacia nas parcelas de telhados, passeios, arruamentos, zonas verdes e de logradouro e determinou-se o coeficiente de escoamento ponderado para dois cenários:

- Cenário 1 – consideração dos coeficientes de escoamento para pavimentos e telhados convencionais (antes da aplicação de SUDS) recomendados por Lencastre e Franco (1992);
- Cenário 2 – consideração de coeficientes de escoamento de 0,28 para telhados verdes e de 0,30 para pavimentos porosos (Zinco, SCS Agrablock, 2010) e admitindo uma utilização maciça.

No Erro! A origem da referência não foi encontrada. apresenta-se a ocupação das sub-bacias estudadas e os coeficientes de escoamento ponderados para os dois cenários.

Quadro 1. Caracterização das sub-bacias para o Cenário 1 e 2.

		Área (ha)	Cenário 1		Cenário 2	
			C _i	C	C _i	C
Sb_C215	Telhado	0,137	0,90	0,72	0,28	0,38
	Arruamento	0,068	0,80			
	Passeio	0,048	0,80			
	Zonas verdes	0,002	0,15			
	Logradouro	0,149	0,50			
Sb_D160	Telhado	0,267	0,90	0,70	0,28	0,33
	Arruamento	0,051	0,80			
	Passeio	0,015	0,80			
	Zonas verdes	0,000	0,15			
	Logradouro	0,307	0,50			
Sb_A92	Telhado	0,189	0,9	0,71	0,28	0,34
	Arruamento	0,049	0,8			
	Passeio	0,031	0,8			
	Zonas verdes	0,000	0,15			
	Logradouro	0,208	0,5			
Sb_H121	Telhado	0,055	0,90	0,65	0,28	0,29
	Arruamento	0,000	0,80			
	Passeio	0,000	0,80			
	Zonas verdes	0,000	0,15			
	Logradouro	0,096	0,50			
Sb_G307	Telhado	0,088	0,90	0,72	0,28	0,41
	Arruamento	0,066	0,80			
	Passeio	0,031	0,80			
	Zonas verdes	0,000	0,15			
	Logradouro	0,103	0,50			

Verifica-se que o coeficiente de escoamento de cada bacia pode ser reduzido de valores da ordem de 0,70 para valores de 0,30 a 0,40 com a utilização maciça de pavimentos porosos e telhados verdes.

Determinou-se o custo dos colectores dimensionados para os coeficientes de escoamento de 0,3, 0,4, 0,5, 0,7 e 0,9, considerando-se 0,3 e 0,9 como limites máximo meramente académicos. O Quadro 2 mostra os resultados obtidos para os diferentes coeficientes de escoamento, sendo os mesmos ilustrados na Figura 9.

Quadro 2. Custos e caudais para os diferentes coeficientes de escoamento.

	C	Custo (€)	Q (m ³ /s)
TR 20 anos	0,3	1.209.881,00	5,61
	0,4	1.291.427,00	7,26
	0,5	1.468.176,00	9,07
	0,7	1.632.059,00	12,48
	0,9	1.899.000,00	15,91

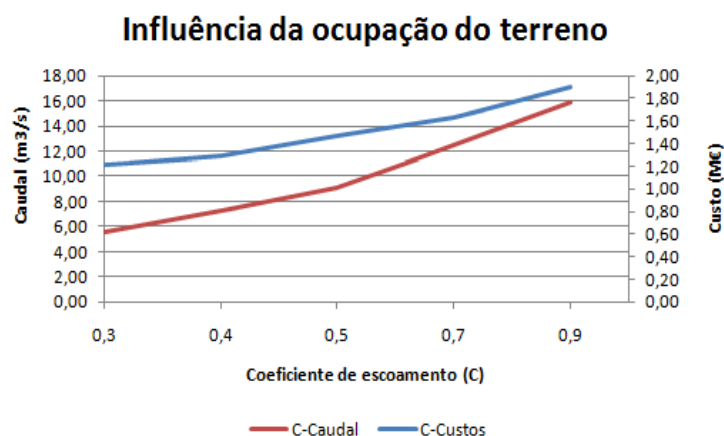


Figura 9. Caudal e custos associados aos coeficientes de escoamento estudados.

Pela análise dos resultados obtidos verifica-se que a utilização de um coeficiente de escoamento de 0,3 reduz o custo dos colectores em cerca de 26% e o caudal em cerca de 55% relativamente ao uso de um coeficiente de escoamento de 0,7. A utilização dos coeficientes de 0,4 e 0,5 leva a uma redução de 21% e 10% para os custos de colectores e uma redução de 40% e 27% para os caudais comparativamente à utilização de um coeficiente de escoamento de 0,7. O uso de um coeficiente de escoamento de 0,9 leva a um acréscimo dos custos de 14% e do caudal de 22% comparativamente a um coeficiente de 0,7. Pelos valores obtidos, conclui-se que a introdução de dispositivos SUDS na rede de drenagem oferece benefícios tanto em termos de custo como na redução do caudal.

5 - CONCLUSÕES

Neste trabalho analisou-se as possibilidades de aplicação de alguns Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável a um caso de estudo de uma nova urbanização com cerca de 100 ha e efectuou-se uma análise económica de várias soluções.

O sistema do caso de estudo dimensionado com bacias de retenção descarrega para jusante um caudal de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ e tem um custo de 1,70 M€. Se o sistema fosse construído sem restrições do caudal descarregado para jusante e fosse dimensionado para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos, descarregaria os caudais de $9,48 \text{ m}^3/\text{s}$, $10,98 \text{ m}^3/\text{s}$, $12,48 \text{ m}^3/\text{s}$ e $16,0 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente, a que correspondem aumentos de 37%, 45%, 52%, e 63%, respectivamente. Os custos do sistema sem bacias de retenção e dimensionado para os períodos de retorno de 5, 10, 20 e 100 anos seriam de 1,47 M€, 1,54 M€ e 1,63 M€ e 1,80 M€, a que correspondem reduções de 13%, 9%, e 4%, para os períodos de retorno de 5, 10 e 20 anos, respectivamente, e ao aumento de 6% para o período de 100 anos. Conclui-se que a construção de bacias de retenção permitiu reduções muito significativas dos caudais descarregados para jusante, a um custo da ordem de grandeza do sistema dimensionado para o período de retorno de 20 anos.

Tendo em consideração os coeficientes de escoamento para telhados verdes e pavimentos porosos indicados na literatura, verificou-se que os coeficientes de escoamento ponderados de algumas bacias da área de estudo poderiam ser reduzidos significativamente, de 0,7 para 0,3 a 0,4, no caso de uma utilização maciça destas soluções.

Foi efectuado o dimensionamento da rede de colectores para diferentes coeficientes de escoamento (entre 0,3 e 0,9). O sistema dimensionado para o coeficiente de escoamento de 0,4 tem um custo 21% inferior ao do sistema dimensionado para o coeficiente de escoamento de 0,7. O caudal descarregado é 40% inferior. As análises efectuadas dizem respeito unicamente aos custos de construção, não incluindo custos de manutenção e de exploração dos sistemas.

Conclui-se que a utilização de SUDS pode reduzir significativamente os caudais descarregados para jusante, com acréscimos pouco relevantes ou mesmo com redução de custos.

REFERÊNCIAS

Carvalho R. F., David L. M. (2010). Relatório de diagnóstico da situação actual do sistema de drenagem pluvial da Penalva. ACIV – Associação para o Desenvolvimento da Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

- Câmara Municipal do Barreiro (2008). Modelo de Simulação do Sistema de Drenagem Pluvial Existente na Zona da Penalva, Departamento de Águas e Saneamento (DAS) da Divisão de Projectos e Obras (DPO) da Câmara Municipal do Barreiro (CMB).
- CIRIA@ (2010), http://www.ciria.org.uk/suds/suds_techniques.htm. Construction Industry Research and Information Association, London.
- David L. M., Carvalho R.F. (2010). Estudo das bacias de retenção do sistema de drenagem da Penalva. Relatório 131/2010-NES, LNEC, Lisboa.
- David L. M., Carvalho R.F., Isidro, R. e Sobral, M. (2010). Controlo dos caudais pluviais de novas urbanizações com bacias de retenção – Dimensionamento e modelação do sistema da Penalva (submetido ao 14º ENaSB).
- Greater Vancouver Regional District (GVRD), (2009). “Design Considerations for the implementation of green Roofs”. GVRD, Burnaby.
- Lencastre A., Franco F. M. (1992). Lições de Hidrologia. 2ª edição revista. Universidade Nova de Lisboa, pp. 44 67.
- Matos, R. S. (2008). “Gestão Integrada de Sistemas de Saneamento - Soluções de Controlo na Origem de Águas Pluviais”. LNEC, Lisboa.
- Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Dec. Reg. n.º 23/95 de 23 de Agosto.
- SCS@ (2010), <http://sourcecontrol.co.uk/Agrablock.htm>. Source Control Systems, St Neots.
- ZINCO (2010). “Cubiertas ecológicas extensivas com sistema”. ZINCO, pp. 15.