



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

IMPACTE DE DIFERENTES PADRÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

- Estudo laboratorial -

Carla, S. S. FERREIRA¹; Mihaela, TUDOR²; Marcelle, VARGAS³; Rodrigo, MORUZZI⁴;
João, L. M. F. de LIMA⁵

¹ Bolseira de Pós-doutoramento, Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, email: cferreira@esac.pt, telef.: 239802940

² Bolseira de Investigação, MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos - Pólo II, 3030-788 COIMBRA, email: micalatutor@sapo.pt, telef.: 239 797 100

³ Bolseira de Investigação, MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos - Pólo II, 3030-788 COIMBRA, email: marcellevarg@gmail.com, telef.: 239 797 100

⁴ Professor, Univ. Estadual Paulista – UNESP - Brasil. Post-doc MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos - Pólo II, 3030-788 COIMBRA, email: rmorezzi@rc.unesp.br, telef.: 239 797 100

⁵ Professor, MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos - Pólo II, 3030-788 COIMBRA, email: plima@dec.uc.pt, telef.: 239 797 100

Resumo

A urbanização induz alterações nos processos hidrológicos, nomeadamente através do aumento dos picos de caudal e da velocidade de escoamento, favorecendo a ocorrência de cheias súbitas. Estes problemas podem ser particularmente preocupantes nas áreas periurbanas mediterrânicas, devido à grande pressão urbanística e às típicas chuvas curtas e intensas. A magnitude dos impactos decorrentes da urbanização, contudo, representa ainda um desafio de investigação devido, especificamente, à influência de distintos mosaicos paisagísticos, constituídos por diversos padrões de superfícies permeáveis e impermeáveis.

Este trabalho investiga o impacto de diferentes combinações de superfícies permeáveis e impermeáveis, e sua localização, na geração de escoamento superficial, particularmente no tempo de concentração e no coeficiente de escoamento superficial. O trabalho avalia ainda a resposta destas superfícies a chuvadas sequenciais, em diversas condições de humidade inicial do solo. O estudo baseia-se na realização de ensaios com modelo físico e simulação de chuva. Os ensaios foram desenvolvidos num canal com 1 m² de área em planta e profundidade de 0.05 m. O canal apresentava um declive de 9°, cheio com solo de textura franco-arenosa e densidade 1.5 kg/m³, e/ou pavimento de betão (tipicamente utilizado em calçada), de modo a simular as características da Ribeira dos Covões, uma bacia hidrográfica peri-urbana localizada nas imediações da cidade de Coimbra, onde têm sido desenvolvidos diversos estudos hidrológicos. Os ensaios simularam diferentes padrões de



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

superfície do canal: solo nú, impermeabilização total e com índice de impermeabilização de 60% (máximo permitido pelo Plano Diretor Municipal de Coimbra para áreas urbanas), assumindo um padrão contínuo localizado na parte de cima e na parte de baixo do canal, e um padrão de impermeabilização dispersa, compreendendo blocos com distribuição regular, irregular e em banda. Cada ensaio compreendeu quatro chuvadas sequenciais de 20 minutos, com intensidade de 50 mm/h (correspondente a um período de retorno de 3 anos para a cidade de Coimbra), com intervalos de 30 minutos entre chuvadas, de modo a simular diferentes níveis de humidade inicial, compreendendo desde condições secas e saturadas. Durante os ensaios, o escoamento superficial foi recolhido e medido em intervalos de tempo de 1 minuto. Foram ainda registados o tempo de início e término do escoamento em cada ensaio. Considerou-se a realização de 3 ensaios para cada uma das 7 configurações de superfície do canal.

Os resultados revelaram respostas hidrológicas contrastantes entre os diversos ensaios, bem como um aumento do escoamento superficial e redução do tempo de concentração decorrente de condições de humidade iniciais crescentes. Os ensaios com o canal preenchido unicamente com solo revelaram uma ausência de escoamento durante condições de solo seco, e um escoamento crescente desde a segunda até à quarta chuvada sequencial, com coeficientes médios de 15% a 40%. Por outro lado, o preenchimento total do canal com blocos de betão resultou num coeficiente de escoamento médio de 70%, sem influência da humidade inicial. Estes resultados revelam que este tipo de pavimento permite alguma capacidade de infiltração de água. Os ensaios com 60% de impermeabilização dispersa pelo canal revelaram coeficientes de escoamento médios de 25% a 54% quando os blocos estão distribuídos de forma irregular, de 31% a 62% quando a distribuição é regular, e de 40% a 69% quando a distribuição é feita em bandas intercaladas com solo. A maior dispersão de blocos proporciona maiores trajetórias ao escoamento superficial e, como tal, maior susceptibilidade a retenção superficial e/ou infiltração. No que respeita à localização dos blocos aglomerados, o escoamento médio variou entre 33% e 63% quando posicionados na parte de cima do canal, e entre 37% e 52% quando posicionados na parte de baixo. O impacto da cobertura superficial fez-se notar também no tempo de concentração: $\leq 0,5$ min. no canal totalmente impermeabilizado; entre 16 e 1 min. da primeira para a quarta chuvada, respectivamente; de 3 e 5 min. nos ensaios com blocos dispersos, em condições secas, a 0,5 min. e 0,6 min. nos ensaios em condições de solo saturado, quando os blocos apresentavam uma distribuição irregular/regular e em banda, correspondentemente; de 6 min. a 0,6 min. com blocos aglomerados na parte superior do canal; e de 0,8 min. a 0,4 min. nos ensaios com blocos agregados na parte de baixo do canal.

Os impactos hidrológicos resultantes da urbanização podem ser minimizados mediante um planeamento urbano que favorece a infiltração e a retenção superficial de água. Assim, o estabelecimento de superfícies pavimentadas deve ser feito de forma dispersa e irregular, e localizado na parte superior das encostas, com dissipação de energia apropriada para evitar formação de sulcos, de modo a minimizar o escoamento superficial e aumentar o tempo de concentração.

Palavras-chave: Impermeabilização, Padrão espacial, Escoamento superficial, Sedimentos, Simulações de chuva.