



G

TRUNFOS DE UMA
EOGRAFIA ACTIVA

DESENVOLVIMENTO LOCAL,
AMBIENTE,
ORDENAMENTO
E TECNOLOGIA

Norberto Santos
Lúcio Cunha

COORDENAÇÃO

CHEIAS RÁPIDAS EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE SACAVÉM

INTRODUÇÃO

As cheias rápidas são um fenómeno hidrológico extremo, potencialmente gerador de catástrofes naturais, sendo, por isso, objecto de numerosos artigos científicos, grande parte dos quais, estudos de caso. Recentemente, Gaume *et al.* (2009) e Marchi *et al.* (2010), em estudos-síntese sobre este tipo de cheias na Europa, mostraram que os seus mecanismos climáticos forçadores e a sua distribuição temporal (sazonalidade das cheias) são diferentes, consoante as regiões hidroclimáticas em que as bacias hidrográficas se inserem. Por outro lado, são cada vez mais os autores que mostram que a diminuição do risco associado às cheias rápidas só é possível, através de uma abordagem multidisciplinar e integrada dos seus factores agravantes (Plate, 2002; Montza, 2002), nomeadamente no que respeita ao uso do território e suas tendências evolutivas (Ruin *et al.*, 2008), em especial nas áreas sujeitas a processos acentuados de urbanização (Brierley & Fryirs, 2005). As medidas a implementar também devem ter em conta, não só os diferentes tipos de danos (Vinet, 2008), mas também os impactos no sistema fluvial, a jusante (e a montante) dos troços intervenções (Knighton, 1998).

A região de Lisboa tem um longo historial de cheias rápidas e de inundações urbanas (Oliveira, 2003), devidas, por um lado, a precipitações intensas, típicas do clima mediterrâneo em que se inscreve, por outro lado, a intervenções desajustadas no território que aumentam não só a vulnerabilidade das populações e das actividades económicas em áreas susceptíveis às inundações, mas também a probabilidade de ocorrência destes fenómenos hidrológicos extremos.

Neste artigo é apresentado um estudo de caso, relativo à baixa de Sacavém (concelho de Loures), baseado no evento ocorrido em 18 de Fevereiro de 2008. Nele são analisados e discutidos os factores desencadeantes e agravantes destas cheias, bem como as medidas mitigadoras que estão a ser aplicadas na bacia de drenagem da R^a de Sacavém.

1. METODOLOGIA

Para a análise dos factores desencadeantes das cheias foram utilizadas as precipitações intensas ocorridas naquela área, a partir dos dados de estações meteorológicas do INAG (Sacavém de Cima) e IM (Lisboa/I.Geofísico e Lisboa/Gago Coutinho), bem como as

imagens de satélite fornecidas pelo EUMETSAT. As imagens Meteosat são tratadas a partir da classificação AirMass, que conjuga a banda do infra-vermelho e do visível. Para os factores agravantes das cheias, foram analisadas as características morfológicas da bacia de drenagem da R^a de Sacavém e do uso do solo, com base na folha nº 417 (Loures) da Carta Militar de Portugal (CMP, levantamentos de 1945, 1965 e 1993) e do Google Earth (imagem de 23 de Junho de 2007). Recorreu-se também aos Recenseamentos da População (INE), para a análise da evolução da população residente, densidade populacional e nº de edifícios. Apesar de Sacavém ser uma freguesia já bastante antiga, os seus limites actuais remontam à década de 80, em que parte da sua área territorial foi distribuída pelas freguesias de Prior Velho e Portela. Assim, para efeitos de comparação com os anos anteriores, os dados de Sacavém dos Censos de 1991 e 2001 referem-se ao somatório das actuais freguesias de Sacavém, Portela e Prior Velho.

Finalmente, foram efectuados dois levantamentos de campo: um imediatamente a seguir à ocorrência (19/2/2008) e o outro depois da intervenção efectuada no troço sub-aéreo da ribeira (23/11/2009).

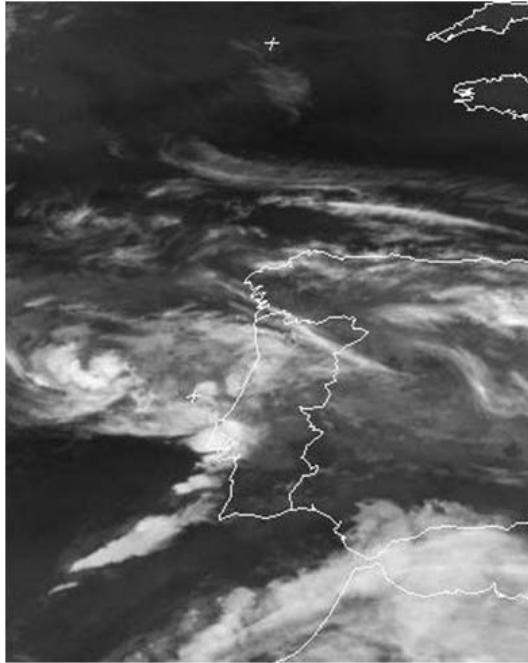
2. FACTORES DESENCADANTES DAS CHEIAS RÁPIDAS E INUNDAÇÕES DE 18/2/2008

As chuvas intensas que assolaram a região de Lisboa, no dia 18 de Fevereiro de 2008, ficaram a dever-se a uma depressão que três dias antes se encontrava localizada a oeste da Madeira e que se deslocou para nordeste, posicionando-se a oeste da Península Ibérica às 0h deste dia. A sequência horária das imagens do satélite Meteosat mostra o desenvolvimento de linhas de forte instabilidade, no sector SE da depressão, em especial ao largo da costa portuguesa, que, vindas de SW, atingiram sucessivamente a região de Lisboa-Setúbal ao longo da madrugada de 18 de Fevereiro (figura 1), estendendo-se no final da manhã às regiões a sul do sistema montanhoso Montejunto-Estrela.

A intensidade máxima das precipitações ocorreu entre as 4h e as 5h da madrugada (figura 2), com valores muito semelhantes nas várias estações do perímetro urbano de Lisboa: Lisboa/Geofísico 36 mm, Lisboa Gago Coutinho 30 mm, Lisboa/Jardim Botânico 36 mm, Lisboa/Aeroporto 35 mm (portal do IM, de 19/2/2008). Nas 12 primeiras horas do dia 18, o total acumulado atingiu 104,1 mm em Lisboa/Geofísico e 106,8 mm em Lisboa/Gago Coutinho (figura 3). Se considerarmos a precipitação diária, registada entre as 9h do dia 17 e as 9h do dia 18, nas estações meteorológicas de Lisboa/Geofísico e Lisboa/Gago Coutinho, verifica-se que ultrapassou os anteriores máximos registados, o que atesta do carácter excepcional do fenómeno. “Em Lisboa/Geofísico, considerando a série de totais diários, com 145 anos (desde 1864) o valor agora registado, 118 mm, constitui um novo extremo absoluto desta estação (...), sendo este valor superior ao valor médio mensal do mês de Fevereiro do período de referência de 1961/1990”, que é de 110,8 mm (portal do IM de 19/2/2009).

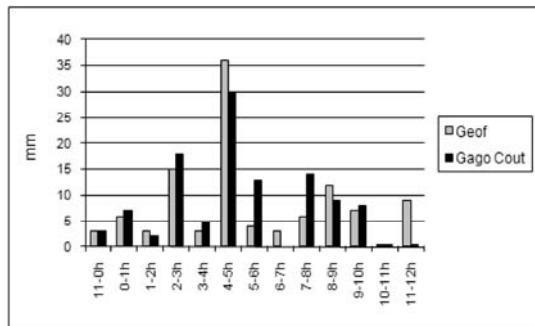
Contudo, a estação de Sacavém de Cima (INAG) já tinha registado uma precipitação máxima diária de 130,9 mm em 30/12/1932, o que aproxima os valores do dia 18/2/2009, registados em Lisboa, de um período de retorno compreendido entre os 60 e os 70 anos (figura 4).

Figura 1 – Imagem Meteosat 9, de Portugal continental, às 01h de 18/2/2008, RGB Air 2.



Fonte: EUMETSAT.

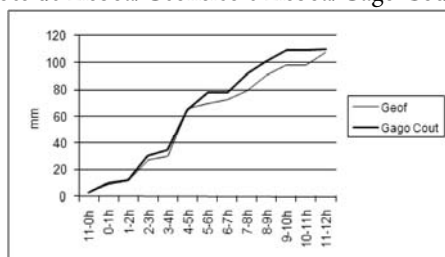
Figura 2 – Precipitação horária registada nas estações de Lisboa/Geofísico e Lisboa/Gago Coutinho entre as 0h e as 12h de 18/2/2008.



Fonte: IM.

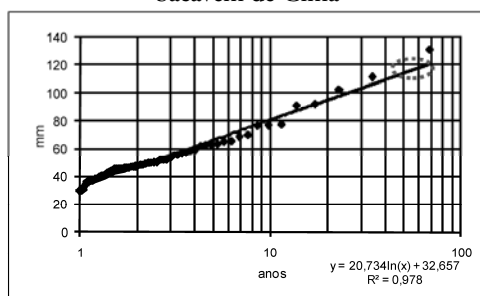
Na Grande Lisboa, estas precipitações intensas e as cheias e inundações que se lhe seguiram tiveram como consequência, segundo a Autoridade Nacional de Protecção Civil: 3 mortos, 5 feridos, 179 desalojados e 122 deslocados; corte parcial da circulação de comboios, na Linha do Norte, na Póvoa de Santa Iria, entre as 08:00 e as 10:30, e no Sul, nas Praias do Sado, até meio da tarde; encerramento temporário da estação do Jardim Zoológico do Metropolitano de Lisboa, devido à entrada de água pelos acessos e escadarias da gare; corte temporário de luz em Cascais, Lisboa e Loures, devido à inundação de subestações e postos de transformação de electricidade.

Figura 3 – Precipitação horária acumulada nas 12 primeiras horas do dia 18/2/2008, nas estações de Lisboa/Geofísico e Lisboa/Gago Coutinho.



Fonte: IM.

Figura 4 – Precipitações máximas diárias anuais e respectivos períodos de retorno em Sacavém de Cima



Fonte: INAG.

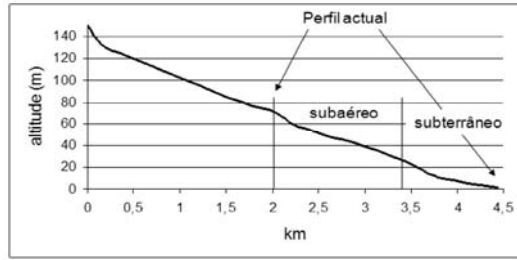
No círculo está assinalada a precipitação atingida nas várias estações do perímetro urbano lisboeta em 18/2/2008.

3. FACTORES AGRAVANTES DA INUNDAÇÃO DA BAIXA DE SACAVÉM

A actual bacia da R^a de Sacavém é o que resta de uma bacia de drenagem maior pertencente à antiga R^a do Prior Velho - Sacavém. Esta ribeira tinha a sua cabeceira a SW do v.g. Alto de Fetais a cerca de 150m de altitude, e tinha um trajecto W-E, correndo no reverso da costeira de Frielas em direcção ao Rio Trancão, com o qual conflui a cerca de 2m de altitude, junto à baixa de Sacavém. Esta realidade ainda era visível na folha nº 417 da CMP de 1965. Posteriormente, com as obras de alargamento do aeroporto de Lisboa, todo o sector montante e parte do intermédio da bacia foi ocupado por aquela infraestrutura. Como consequência, mais de metade da área de drenagem da R^a do Prior Velho-Sacavém desapareceu e a ribeira que tinha uma extensão de 4,4 km ficou reduzida a 2,3 km de comprimento (figuras 5 e 6). É esta actual ribeira que designaremos de R^a de Sacavém.

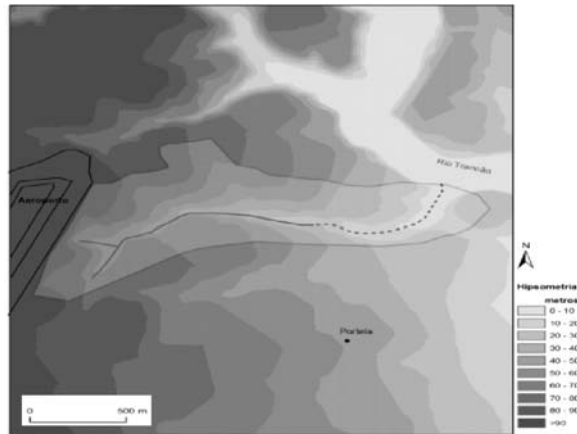
A actual R^a de Sacavém inicia o seu percurso a cerca de 70m de altitude e tem uma inclinação de 2,8m / km (figura 5). Tem um nº de ordem 2 (método de Strahler) e drena uma área de 1,33 km², sendo o factor forma da bacia de 0,3, o que mostra o alongamento da mesma (figura 6). Estas características morfométricas não constituem factores agravantes das cheias. Contudo, a diminuição da área de drenagem da bacia, com a construção do aeroporto, diminuiu-lhe o tempo de concentração que passou de 2h 48m para 1h 44m (calculado segundo o método de Temez), sendo o tempo de resposta de apenas 1h 2m.

Figura 5 – Perfil longitudinal da R^a do Prior Velho – Sacavém.



773

Figura 6 – Mapa hipsométrico da bacia de drenagem da R^a de Sacavém. A linha a cheio representa o troço subaéreo da ribeira e a tracejado o troço subterrâneo (encanamento através do colector).



A rapidez de resposta da bacia a precipitações intensas é agravada pela impermeabilização dos solos, que acentuam o escoamento superficial ao impedirem a infiltração. Esta impermeabilização foi devida à expansão da urbanização que se desenvolveu, essencialmente, a partir de três núcleos: Sacavém, Prior Velho e Quinta das Pretas. A povoação de Sacavém, que se encontrava circunscrita ao sector jusante da bacia, próximo do Rio Trancão, cresceu ao longo das vertentes do vale da ribeira, cobrindo-as na sua quase totalidade; a expansão do Prior Velho, na margem direita e a urbanização da Quinta das Pretas na margem esquerda, no sector montante da bacia, acabaram por ocupar mais de 70% da área da bacia (figura 7). O crescimento da área construída deu-se em especial a partir dos anos 70 do século XX. Entre os Censos de 1981 e 2001, a população residente, correspondente aos antigos limites da freguesia de Sacavém, passou de 27 945 para 39 783 habitantes (figura 8), o número de alojamentos familiares aumentou 79 % (figura 9) e a densidade populacional passou de 4387 para 6245 hab/km² (+ 42 %; figura 10).

A tremenda pressão da área construída afectou também a linha de água através do encanamento do troço inferior da ribeira, numa extensão de 905m (figuras 5, 6 e 7). A R^a de Sacavém corre assim dentro de um colector (percurso subterrâneo), tendo sido o seu leito natural (menor e de cheia) ocupado por prédios e ruas, a partir do ponto em que a ribeira passa por baixo da Autoestrada A1 até à sua confluência com o Rio Trancão.

Figura 7 – Ocupação urbana da bacia de drenagem da R^a de Sacavém. Fonte: Google Earth (imagem de 23 de Junho de 2007). A linha a cheio representa o troço subaéreo da ribeira e a tracejado o troço subterrâneo (encanamento através do colector).



774

Figura 8 – Evolução da população residente (nº de habitantes) na área de Sacavém (limite da antiga freguesia) ao longo do século XX. Fonte: INE.

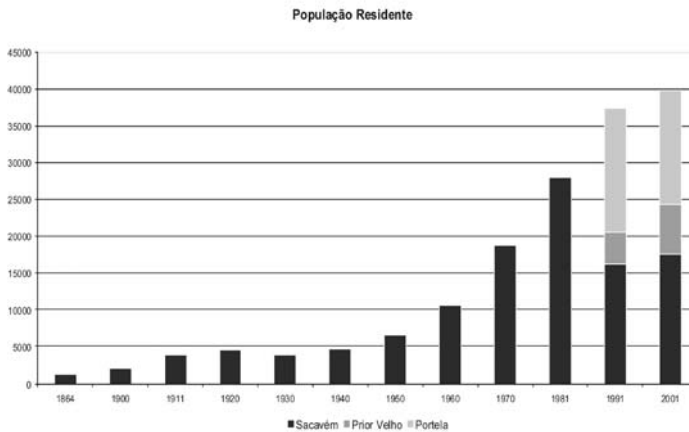
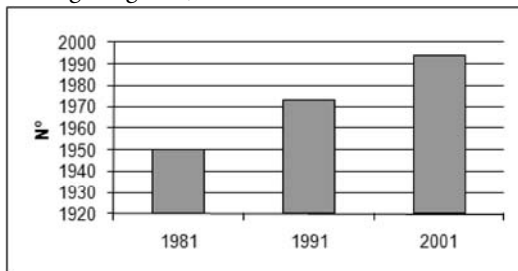
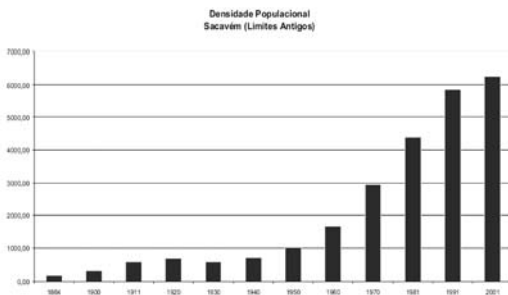


Figura 9 – Evolução do número de edifícios na área de Sacavém (limite da antiga freguesia) nas últimas duas décadas do século XX.



Fonte: INE.

Figura 10 – Evolução da densidade populacional (hab/km²) na área de Sacavém (limite da antiga freguesia) ao longo do século XX.



Fonte: INE.

O efeito conjugado das precipitações intensas, ocorridas na madrugada de 18/2/2008, da rapidez de resposta da ribeira e da potenciação do escoamento superficial devida à impermeabilização dos solos levou à cheia rápida que, segundo o método de Giandotti (considerando as precipitações registadas na estação meteorológica de Lisboa / Gago Coutinho, pela sua proximidade à bacia, no período de precipitação mais intensa entre as 4 e as 6h da madrugada), terá atingido um caudal de ponta de 9,9 m³/s.

A enorme quantidade de água que convergiu para o leito da ribeira arrastou, na parte alta de Sacavém, materiais provenientes de obras em realização na via pública, mas especialmente parte do entulho proveniente de um aterro ilegal que meses antes (em 2007) tinha sido depositado no leito de cheia da ribeira, imediatamente antes da sua entrada no colector (figuras 7 e 11). Esta situação já tinha provocado grandes inundações e prejuízos na baixa de Sacavém em 30 de Setembro de 2007. Parte dos materiais do aterro foram levados na cheia (figura 11), entupindo o colector que passa por baixo de parte da povoação e da baixa de Sacavém, agravando o rebentamento de várias tampas do referido colector. A falta de limpeza do leito menor da ribeira, no seu troço subaéreo, levou ao arrastamento de uma grande quantidade de canas que ajudaram também a entupir o colector. A cheia que invadiu as ruas e os andares térreos de Sacavém teve, por isso, um caudal sólido desusado em meio urbano, potenciando o poder destruidor da cheia e contribuindo para o aumento dos prejuízos da actividade comercial, sobretudo na baixa de Sacavém, onde a água e a lama chegaram a atingir, em alguns pontos, 2m de altura (figura 12).

Figura 11 – Aterro ilegal no fundo do vale da R^a de Sacavém (foto de 19/2/2008).



Figura 12 – Inundação da baixa de Sacavém em 18/2/2008.



No dia seguinte às cheias, era também visível, através dos sectores onde tinha ocorrido o rebentamento do colector, que este é obsoleto na baixa de Sacavém, apresentando uma deficiente capacidade de vazão, sendo óbvia a necessidade do seu alargamento. O grande crescimento do número de edifícios e da população residente, ao longo dos últimos anos, foram levando ao aumento das descargas domésticas para o velho colector.

4. MEDIDAS MITIGADORAS APLICADAS POSTERIORMENTE ÀS CHEIAS DE 18/2/2008

No ano seguinte à ocorrência do evento aqui referenciado, foram aplicadas no terreno algumas medidas estruturais mitigadoras das cheias, através de uma intervenção efectuada na alta de Sacavém, ao longo do troço subaéreo da ribeira. Essa intervenção consistiu na regularização do leito da ribeira, através da protecção lateral das margens por gabiões e na protecção do fundo do leito com a aplicação de rede, no sentido de diminuir a carga sólida transportada durante as cheias, e na construção de degraus de amortecimento de cheias no leito da ribeira; mas, o aterro ilegal continua lá (figura 13).

A situação de poluição visível e de mau cheiro, que continua a afectar a R^a de Sacavém, através de descargas de águas residuais provenientes do sector do aeroporto e de outras ao longo do trajecto subaéreo da ribeira ainda não está resolvida.

As medidas mitigadoras aplicadas continuam a não abranger uma intervenção de fundo no colector da baixa de Sacavém, onde se fazem sentir os maiores impactes e prejuízos decorrentes das inundações.

Figura 13 – Regularização do troço subaéreo da R^a de Sacavém (gabiões e degraus de amortecimento de cheias). Foto de 23/11/2009.



CONCLUSÃO

O caso de Sacavém é um dos muitos exemplos de como o desordenamento urbano pode amplificar o risco de cheia. A construção caótica de prédios e ruas, a inexistência de espaços verdes que sirvam de *buffer* à impermeabilização exagerada dos solos, o desrespeito pela dinâmica hidrológica associada à presença de linhas de água em meio urbano e intervenções absolutamente inadequadas nos leitos de cheia, contribuem não só para aumentar a magnitude das cheias (que integra a perigosidade do fenómeno), mas também o grau de vulnerabilidade e de exposição de pessoas e actividades económicas às cheias e respectivas inundações.

A mudança de paradigma que começa, ainda que lentamente, a emergir no século XXI, no sentido de respeitar as linhas de água e os seus leitos maiores, levando ao abandono progressivo do processo de encanamento destas, à sua recuperação e despoluição, pode devolver aos cursos de água o papel de corredores verdes em meio urbano, estruturando uma rede de espaços verdes e áreas de lazer, absolutamente indispensáveis para a melhoria da qualidade de vida das populações urbanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brierley, G.J. & Fryirs, K.A. 2005, *Geomorphology and River Management*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Gaume, E.; Bain, V.; Bernardara, P.; Newinger, O.; Barbuc, M.; Bateman, A.; Blaškovićová, L.; Blöschl, G.; Borga, M.; Dumitrescu, A.; Daliakopoulos, I.; Garcia, J.; Irimescu, A.; Kohnova, S.; Koutroulis, A.; Marchi, L.; Matreata, S.; Medina, V.; Preciso, E.; Sempere-Torres, D.; Stancalie, G.; Szolgay, J.; Tsanis, I.; Velasco, D. & Viglione, A. 2009, "A compilation of data on European flash floods". *Journal of Hydrology* nº 367, pp.70–78.
- Knighton, D. 1998, *Fluvial Forms and Processes: a New Perspective*. Arnold, London.

- Marchi, L.; Borga, M.; Preciso, E. & Gaume, E. 2010, "Characterisation of selected extreme flash floods in Europe and implications for flood risk management". *Journal of Hydrology* (article in press), pp.16.
- Montza, B. & Grunfestb, E. 2002, "Flash flood mitigation: recommendations for research and applications". *Environmental Hazards* nº 4, pp.15–22.
- Oliveira, P. 2003, *Inundações na Cidade de Lisboa. Estudo de Hidrogeografia Urbana*. DILIF-2, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Plate, E.J. 2002, "Flood risk and flood management". *Journal of Hydrology* nº267, pp2–11.
- Ramos, C. 2009, *Dinâmica Fluvial e Ordenamento do Território (Programa de Unidade Curricular do 2º ciclo)*. SLIF- 6, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Ruin, I.; Creutin, J-D.; Anquetin, S. & Lutoff, C. 2008, "Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France". *Journal of Hydrology* nº 361, pp.199– 213.
- Vinet, F. 2008, "Geographical analysis of damage due to flash floods in southern France: The cases of 12–13 November 1999 and 8–9 September 2002". *Applied Geography* nº 28, pp. 323–336.

FONTES ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

EUMETSAT - <http://www.eumetsat.int/HOME/index.htm>

Google Earth

Instituto de Meteorologia - <http://www.meteo.pt/pt/>

Instituto Nacional da Água – <http://www.inag.pt>

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) – <http://snirh.pt>