

CONTRIBUIÇÃO PARA UMA METODOLOGIA DE
DETERMINAÇÃO DO CAUDAL ECOLÓGICO EM CURSOS
DE ÁGUA TEMPORÁRIOS¹

Maria Helena ALVES

*Eng^a do Ambiente, M.C.S, Instituto da Água, Av. Almirante Gago Coutinho n^o 30, 1000 Lisboa, Portugal, +
351 21 843 04 24, helenalves@inag.pt*

João Manuel BERNARDO

*Biólogo, Ph.D.; Depart. de Ecologia, Universidade de Évora, 7000 Évora, Portugal, + 351 266 74 53 87,
jmb@uevora.pt*

¹ 5^o Congresso da Água. Lisboa, Portugal. 25 a 29 de Setembro de 2000.

Resumo

A generalidade dos métodos disponíveis para a determinação dos caudais ecológicos foi desenvolvida para cursos de água perenes da América do Norte, cujos ecossistemas apresentam características distintas dos ecossistemas fluviais das regiões semi-áridas, onde se inclui o Sul de Portugal.

Na presente comunicação, são referidos os principais aspectos a considerar no desenvolvimento de uma metodologia para a determinação dos caudais ecológicos em cursos de água das regiões semi-áridas e apresentados os pressupostos da metodologia desenvolvida. Estes pressupostos são: i) Mimetização do regime hidrológico natural, nomeadamente a sua variabilidade interanual e interanual; ii) não agravamento dos constrangimentos dos sistemas aquático e ripícola associados à disponibilidade hídrica, em especial durante a estiagem; iii) manutenção das características geomorfológicas do leito.

Tendo em conta estes pressupostos, o regime de caudal ecológico deverá garantir: i) condições de continuidade hídrica que possibilitem a recolonização/migração outono-invernal; ii) condições de corrente e turbulência no Inverno/Primavera para os processos de maturação sexual e postura; iii) persistência e condições ambientais dos pegos estivais que não agravem a sobrevivência dos organismos aquáticos e de outros dependentes do sistema aquático; iv) manutenção da estrutura e composição da vegetação ripícola.

O regime de caudal ecológico proposto deverá incluir a variação interanual, com valores específicos para anos secos.

Após a implementação do regime de caudal ecológico proposto, considera-se fundamental proceder ao desenvolvimento de um programa de monitorização do ecossistema para aferição da eficácia do mesmo.

Palavras Chave: Caudal ecológico, rios temporários, impactes, conservação

1 – INTRODUÇÃO

1.1 O significado do caudal ecológico em regiões semi-áridas

O Sul de Portugal, e uma grande parte da Península Ibérica, caracteriza-se por um clima Mediterrâneo seco, com Verões quentes, insolação elevada e uma evapo-transpiração média anual de 900 mm. De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, grande parte desta área tem um clima semi-árido.

Assim, a precipitação anual média é de 560 mm com um padrão de distribuição da precipitação irregular ao longo do ano. A distribuição interanual é também irregular, com cerca de 350 mm em anos secos e 900 mm em anos médios, estando a região frequentemente sujeita a longas séries de anos secos. A distribuição anual do escoamento é fortemente determinada pela distribuição da precipitação, concentrando-se cerca de 80% entre Novembro e Abril. O escoamento médio anual é de aproximadamente 100 mm, e o coeficiente de variação tem um valor médio de 0.8 (VEIGA DA CUNHA *et al.*, 1974).

Devido ao regime pluviométrico mediterrâneo, observam-se em muitos cursos da Península Ibérica, e particularmente no Sul, enormes variações sazonais de caudal. Aos grandes caudais do período chuvoso sucedem-se, no período seco, caudais nulos ou muito baixos. O sistema hídrico apresenta-se como uma sucessão temporal de ambientes lóticos e léticos, sendo estes frequentemente separados por importantes extensões de leito seco. Em regiões mais áridas e em anos mais secos, poucos pegos subsistem durante a estiagem, ficando a quase totalidade da rede hídrica completamente seca, o que sucede designadamente nos cursos de ordem mais baixa. Esta situação é generalizável aos cursos temporários ou intermitentes das regiões semi-áridas.

O biota é submetido a um *stress* elevado e, face a essas pressões, desenvolveu os necessários mecanismos de adaptação. Com a redução de caudal e a diminuição da altura da água, algumas espécies, nomeadamente peixes, recuam para zonas mais profundas em que a probabilidade de persistência da água é superior. Os pegos que persistem tornam-se refúgios para as espécies aquáticas, particularmente as piscícolas. A diminuição do volume e da área

molhada dos pegos, o aumento da temperatura e a alteração das características químicas da água, conjuntamente com o aumento da vulnerabilidade à predação (por lontra, aves, achigã), determinam o sucesso das populações que ocupam os pegos, até que torne a haver caudal no rio.

Após o restabelecimento da continuidade do meio hídrico, os organismos sobreviventes recolonizam a rede hídrica. Em geral, a recolonização verifica-se de jusante para montante, dos pegos localizados no mesmo curso de água ou cursos de ordem 3 e 4 para cursos de ordem 1 e 2. Verifica-se, portanto, no período seco, uma fase de extinção seguida de uma fase de recolonização/imigração, caracterizada por uma expansão das populações, quando torna a haver caudal no rio.

Algumas espécies endémicas, tais como ciprinídeos reófilos (*Chondrostoma willkommii* e *Barbus* spp.), requerem diferentes condições de habitat, durante as distintas fases do ciclo de vida. Os habitats de reprodução são as cascalheiras com corrente elevada, que correspondem também aos habitats preferidos pelos juvenis. Fora da época de reprodução, os adultos são normalmente encontrados em zonas mais profundas e de velocidades baixas (ILHÉU *et al.*, 1999).

Os processos migratórios, associados à reprodução, desenvolvidos por algumas espécies - migrações potamódromas reprodutivas, que ocorrem do final do Inverno até meados da Primavera articulam-se, assim, com a recolonização da rede hídrica (BERNARDO, 1996).

A existência de um padrão de utilização do habitat, relacionado com diferentes necessidades de corrente por parte das espécies reófilas, em particular durante a fase de reprodução e para os juvenis, reflecte a importância de ocorrência de caudal.

A construção de barragens e a derivação de caudais alteram o regime hidrológico natural dos cursos de água, reduzindo o caudal médio anual, diminuindo a variação sazonal do caudal, alterando a época de ocorrência dos caudais extremos, reduzindo a magnitude das cheias e/ou impondo descargas não naturais. Uma das principais consequências é o prolongamento do período de estiagem, cujo início é antecipado para o início da Primavera, e que se pode estender por cerca de 8 meses. A redução do caudal implica também o

agravamento da qualidade da água, por abaixamento da diluição e diminuição da capacidade natural de depuração.

1.2 Métodos para a determinação do caudal ecológico e cursos de água Mediterrâneos

Os métodos actualmente disponíveis para a definição do caudal ecológico podem classificar-se em três grupos: métodos baseados em registos de caudais, métodos baseados na relação entre parâmetros hidráulicos e caudal, e métodos baseados na relação entre habitat e caudal. Contudo, alguns métodos recentemente desenvolvidos, e com carácter mais abrangente, não se integram de forma precisa em nenhum destes grupos, como por exemplo a Metodologia dos Blocos (*Building Block Methodology*) (KING e LOUW, 1998).

Os métodos baseados em registos de caudais são os mais fáceis de utilizar, requerem poucos dados, apenas séries de caudais, e são os menos dispendiosos. Como pressuposto admitem que existe uma relação estreita entre o regime hidrológico natural do curso de água e a sua ecologia, pertencendo o caudal recomendado à gama dos valores históricos. Consideram que as condições mantidas no curso de água para o valor de caudal seleccionado são satisfatórias para os organismos aquáticos, uma vez que as várias espécies sobreviveram em condições ecológicas semelhantes no passado. Contudo, estes métodos ignoram a variabilidade do regime hidrológico, as alterações de habitat devido às alteração do caudal ou a resposta biológica do sistema (e.g. GORDON *et al.*, 1992). Por outro lado, estes métodos foram na sua generalidade, desenvolvidos para cursos de água ecologicamente muito distintos pela que a sua aplicação directa a cursos de água das regiões semi-áridas deve ter apenas um carácter indicativo e preliminar.

Os métodos baseados na relação entre as características hidráulicas e o caudal incluem mais informação sobre o curso de água do que os métodos apenas baseados em registos de caudais e são específicos do local para o qual são desenvolvidos. Envolem a selecção de uma ou mais variáveis físicas directamente afectadas pela variação do caudal e que constituem um factor limitante para as espécies piscícolas ou outras, admitindo que a garantia de um valor

mínimo para estas variáveis permitirá manter a integridade do ecossistema. Admitem como pressupostos que a morfologia do leito se mantém estável ao longo do tempo e que os transectos seleccionados são representativos das características do curso de água, o que torna problemática a sua aplicação a cursos de água com elevada variabilidade morfológica, como é o caso dos cursos das regiões semi-áridas. Por outro lado, não consideram a variação do regime hidrológico, o que dificulta a sua aplicação a cursos de água com elevada variabilidade do regime hidrológico, como é o caso dos cursos de água das regiões semi-áridas, nem consideram as preferências específicas de habitat das espécies ao longo do ciclo de vida (e.g. SALE e LOAR, 1981). A aplicação destes métodos a cursos de água de regiões semi-áridas apresenta algumas potencialidades em casos pontuais, nomeadamente em habitats considerados críticos, por exemplo habitats reprodutivos de espécies reófilas.

Os métodos baseados na relação entre o habitat e o caudal, dos quais se destaca a "Instream Flow Incremental Methodology" (IFIM), recorrem a critérios de aptidão de habitat para uma espécie, numa determinada fase do seu ciclo de vida, permitindo estimar a variação de habitat disponível em função do caudal, em função da profundidade, velocidade, substrato e abrigo. Relativamente aos outros tipos de métodos, apresentam como vantagens o facto de considerarem as alterações de habitat devido às modificações do caudal ou a resposta biológica do sistema, e também em certa medida a variabilidade do regime hidrológico, se forem elaboradas séries temporais de habitat, por exemplo (BOVEE, 1982). São contudo várias as críticas a esta metodologia que envolve avultados recursos humanos e materiais (e.g. GORE e NESTLER, 1988). Relativamente à sua aplicabilidade a cursos de água de regiões semi-áridas, levantam-se outros problemas, nomeadamente a modelação hidráulica de caudais baixos e a elevada diversidade geomorfológica que impede a caracterização do troço do curso de água apenas com base em alguns transectos. Por outro lado, a grande variação sazonal de condições hidrológicas e outras a que os organismos estão sujeitos, e o carácter naturalmente plástico das diversas espécies destes cursos, implicam outros tipos de limitações desta metodologia.

Relativamente às metodologias mais recentes, destaca-se a Metodologia dos Blocos desenvolvida para os cursos de água da África do Sul, que se baseia seguintes pressupostos (KING e LOUW, 1998): i) o biota de um curso de água está adaptado às características do seu regime hidrológico, pelo que a manutenção de caudais não característicos desse curso de água constituirá uma perturbação do ecossistema que poderá alterar o seu carácter; ii) a identificação das principais características do regime hidrológico natural e a sua incorporação no regime hidrológico modificado contribuirá para a manutenção do ecossistema; iii) a identificação dos caudais que influenciam a geomorfologia do leito e a sua inclusão no regime de caudais modificados contribuirão para a manutenção da estrutura do canal e da diversidade dos biótopos.

Segundo BERNARDO e ALVES (1999), as metodologias para determinação dos caudais ecológicos nos cursos de água mediterrâneos, particularmente para os rios temporários, *i.e.* que mantêm caudal em cerca de 20 a 80% do tempo (DAVIES *et al.* (1994) deverão considerar os seguintes aspectos:

- a elevada variabilidade do regime hidrológico e a grande heterogeneidade geomorfológica não permitem uma caracterização expedita e eficaz do curso de água com base em alguns transectos;
- o carácter temporário da generalidade dos cursos de água, em que devido à ocorrência de longos períodos de baixo caudal ou caudal nulo, grande número de cursos de água ficam reduzidos a uma maior ou menor extensão de pegos durante a estiagem;
- a persistência dos pegos está associada aos sistemas hidrogeológicos, designadamente à interacção hidráulica superficial-subterrâneo (RIBEIRO *et al.*,1999);
- a elevada variação interanual do escoamento e a ocorrência de secas;
- o papel das cheias na manutenção da morfologia do canal e no mosaico de habitats;
- as cheias promovem a recolonização pós-estival dos cursos de água, associada aos processos migratórios;

- a inexistência de espécies com forte interesse económico ou desportivo que possam constituir espécies-alvo como critério para a determinação dos caudais ecológicos, mas ocorrência de diversos endemismos ibéricos com elevado valor de conservação;
- existência de grandes lacunas de informação relativamente às espécies endémicas, nomeadamente no que se refere ao seu habitat;
- a vegetação ripária pode apresentar um valor ecológico e paisagístico elevado em muitos troços, podendo constituir, como grupo alvo, uma alternativa às comunidades piscícolas, inexistentes ou irrelevantes em muitos troços;
- conhecimento ainda deficiente do funcionamento dos ecossistemas fluviais mediterrâneos, e da relação entre as variáveis hidrológicas e a estrutura dos agrupamentos bióticos.

2. Metodologia Proposta

2.2 Objectivos

A metodologia proposta pretende dar resposta às seguintes questões:

- i) Mimetização do regime hidrológico natural, nomeadamente a sua variabilidade intranual e interanual.
- ii) Não agravamento dos constrangimentos dos sistemas aquático e ripícola associados à disponibilidade hídrica, em especial durante a estiagem.
- iii) Manutenção das características geomorfológicas do curso de água.

Os constrangimentos ambientais associados à disponibilidade hídrica a que está sujeito o ecossistema foram identificados recorrendo a grupos-alvo, seleccionados pelo seu valor como indicadores da resposta do sistema em escalas temporais distintas: a ictiofauna e a vegetação. A selecção da ictiofauna como grupo-alvo e designadamente as espécies mais sensíveis e/ou as de reprodução associada à corrente, prende-se com o facto de constituírem um

elemento do sistema com elevado grau de dependência do caudal. A escolha da vegetação ripária como outro grupo-alvo tem a ver com a sua sensibilidade às alterações dos caudais de cheia, que acarretarão também a médio e longo prazo alterações na morfologia do curso de água. Deste modo abordam-se também questões relativas à manutenção das características geomorfológicas do leito.

As características do regime hidrológico natural, tais como os padrões de distribuição sazonal de caudal, a variabilidade inter e intra anual, a ocorrência de caudais de cheia de diferentes magnitudes, duração e períodos de retorno, a ocorrência de caudais baixos e de secas, têm certamente um papel determinante nas características dos ecossistemas fluviais das regiões semi-áridas (ARTHINGTON, 1994; RICHTER *et al.*, 1996). A incorporação destas características no regime de caudais modificado deverá permitir manter a estrutura e a integridade funcional dos ecossistemas tal como foi sugerido por alguns autores (KING e O'KEEFFE; 1989; ARTHINGTON *et al.*, 1991; RICHTER *et al.*, 1996).

O regime do caudal ecológico deverá ser definido numa base mensal, ou pelo menos sazonalmente, e deverá incorporar a variação interanual apresentando valores especiais para anos secos.

A estiagem constitui o período em que se fazem sentir as maiores pressões ambientais. O agravamento desta situação devido à regularização e redução de caudais, implica que a manutenção dos pegos durante este período é um aspecto crucial a ter em consideração na definição do caudal ecológico em cursos de água temporários (BERNARDO e ALVES, 1999).

O regime de caudal ecológico para um determinado aproveitamento deverá estar subordinado ao objectivo essencial de não agravar os constrangimentos naturais existentes. Assim, propõe-se que o novo regime hidrológico assegure:

- i) Condições de continuidade hídrica que possibilitem a recolonização/migração outono-invernal;
- ii) Condições de corrente e turbulência no Inverno/Primavera compatíveis com os processos de reprodução, designadamente das espécies piscícolas reófilas;

- iii) Persistência de condições ambientais dos pegos estivais que não agravem a sobrevivência dos organismos aquáticos e de outros dependentes do sistema aquático;
- iv) Manutenção da estrutura e composição da vegetação ripícola.

Após a implementação do regime de caudal ecológico, considera-se fundamental proceder ao desenvolvimento de um programa de monitorização do ecossistema para aferição da eficácia do regime de caudais proposto.

2.2 Regime de caudal ecológico proposto

2.2.1 Período de recolonização/migração outono-invernal (Outubro-Março)

Pretende-se assegurar a continuidade lítica mantendo uma altura de água que viabilize a deslocação dos peixes ao longo da rede hídrica. Sugere-se a utilização de um método baseado nas características hidráulicas do curso de água, como seja o Método do Perímetro Molhado (e.g. GORDON *et al.*, 1992), ou outro que relacione a altura de água com o caudal.

2.2.2 Período dos processos de maturação sexual e postura (Dezembro-Abril)

Relativamente às necessidades de caudal associado à reprodução, sugere-se a aplicação de métodos baseados na relação entre o caudal e o habitat, como seja o "Physical Habitat Simulation Model (PHABSIM)" (BOVEE, 1982) ou outros anteriores, como os Métodos de Oregon, Washington, Califórnia (e.g. LOAR e SALE, 1981). A primeira opção envolve a elaboração de critérios de preferência de habitat reprodutivo para as espécies indígenas reófilas.

2.2.3 Período correspondente à persistência e manutenção das "condições favoráveis" dos pegos (Março-Setembro).

As questões relativas aos caudais ecológicos durante o período de estiagem merecem alguma reflexão prévia analisando os vários tipos de situações: cursos sem escoamento durante o verão e cursos com escoamento durante o verão

Nos cursos sem escoamento durante o Verão o aproveitamento hidráulico provoca uma redução de caudal o que se traduz na efectiva antecipação do início da estiagem e no seu prolongamento. Assim, a disponibilidade de água vê-se diminuída logo durante a primavera.

Com o início do verão, a capacidade e qualidade ambiental dos pegos tornam-se, em princípio, inferiores ao que se verificaria sem o aproveitamento hidráulico. Neste, como em todos os outros tipos de cursos, há que compensar a diminuição de caudal durante esse período de transição de modo a assegurar que no início da estiagem os pegos apresentem as melhores condições de partida possíveis.

Pretende-se assegurar uma persistência e uma capacidade de suporte idênticas às que se verificam em regime natural. Se os pegos, ou pelo menos os maiores, se mantiverem até ao início do período das chuvas, e com condições ambientais compatíveis com a subsistência do biota aquático, o investimento – *i.e.* o custo inerente à descarga de um caudal durante a primavera – está justificado. Não se mantendo terá havido, aparentemente, um gasto em vão já que os pegos acabaram por secar e, portanto, terá sido um custo inútil. Mas para a vegetação, a lontra e outras espécies associadas à água ou à produção aquática, esse investimento é justificável – mais água e durante mais tempo significa uma maior capacidade de suporte para esses organismos. Qualquer que seja o grau de persistência dos pegos considera-se, pois, justificável a descarga de caudal durante o período de pré-estiagem.

Nos cursos com escoamento durante o verão, tipicamente de ordem mais elevada e/ou com importante contribuição do sistema hidrogeológico, a diminuição da bacia de drenagem provocada pelo aproveitamento hidráulico implica, desde logo, a redução do escoamento durante a primavera e o verão. Com base nos pressupostos anteriormente referidos, o caudal ecológico proposto deverá permitir manter durante esse período as condições naturais em ano médio, ou quando tal se verifique, em ano seco ou em ano muito húmido.

Para o estabelecimento do regime proposto consideram-se dois sub-períodos: o primeiro, de pré-estiagem, em Março-Abril/Maio, e um segundo, correspondendo à estiagem, de Maio/Junho a Setembro. Para a pré-estiagem, propõe-se que o caudal a manter em cada um destes meses seja igual à mediana de cada mês, considerando uma série de registo de caudais. No caso de se estar num ano seco ou num ano muito húmido deverão ser garantidas as medianas relativas a esses anos.

Atendendo à variabilidade interanual do escoamento, e dado que a confirmação de um ano seco ou muito húmido só poder ser feita em Maio, sendo possível fazer uma análise intermédia da precipitação em Março, propõe-se que consoante a tendência verificada no mês de Março se adoptem os valores de ano médio, ano seco ou ano muito húmido, conforme o caso.

No período de estiagem só será mantido caudal nos cursos de água em que tal se verifique em regime natural, ou seja nos cursos de água em que o sistema hidrogeológico tem uma forte contribuição para o escoamento. Pretende-se deste modo compensar a redução do escoamento devido à diminuição da área drenada. Considera-se que o caudal a manter nos meses de Maio/Junho a Setembro seja a mediana de cada mês em ano médio, com excepção dos anos secos e muito húmidos, de acordo com o anteriormente referido.

Com base nas curva de exaurimento do sistema hidrogeológico é possível estimar através de modelos de regressão, no início do período seco, a variação da contribuição do sistema hidrogeológico para o curso de água e o tempo de esgotamento do aquífero. O caudal a descarregar entre Maio/Junho e Setembro deverá ser estabelecido com base na diferença entre os valores do regime natural (para ano médio, seco ou muito húmido, conforme o caso) e os valores da contribuição do subsistema subterrâneo para cada mês. O contributo das águas subterrâneas é dado pela seguinte expressão:

$$Q = a + b [h_{g0} \times \exp (-c t)] \quad (1)$$

em que:

Q - Caudal (m³/s)

a,b,c - constantes de regressão

h_{g0} - nível piezométrico no início do período seco (m)

t - tempo (dia)

2.2.3 Manutenção da vegetação ripícola

Propõe-se a descarga do caudal de cheia do leito maior para a manutenção da zona ripária e da vegetação ripícola, sugerindo-se a aplicação, por exemplo, do modelo HEC2 ou de um modelo semelhante, para a sua determinação (HILL e PLATTS, 1990). A descarga deste caudal deverá ser efectuada nos meses de maior caudal, Janeiro ou Fevereiro, sendo a sua duração definida pela curva de duração de caudais, caso não se disponha de informação mais detalhada sobre o período de submersão necessário à vegetação ripícola (HILL e PLATTS, 1990). A descarga destes caudais deve ser controlada de modo a evitar a erosão das margens, sugerindo Hill e Platts (1990), como regra geral, que o incremento do caudal, ou o seu decréscimo, não seja superior a 10% por dia, devendo aproximar-se da situação em regime natural.

SIMBOLOGIA

a,b,c - constantes de regressão

h_{g0} - nível piezométrico piezometric no início do período seco (m)

Q - Caudal (m^3/s)

t - tempo (dia)

BIBLIOGRAFIA

ARTHINGTON, A. H. – “A holistic approach to water allocation to maintain the environment values of Australian streams and rivers: a case history”. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 24, 1994, pp. 165-177.

ARTHINGTON, A. H.; KING, J. M.; O'KEEFFE, J. H.; BUNN, S. E.; DAY, J. A., PUSEY, B. J.; BLUDHORN, D. R.; THARME, R. - “Development of an holistic approach for assessing environmental flow requirements of riverine ecosystems”, in *Proceedings of an International Seminar and Workshop on Water allocation for the Environment*, editado por J. J. Pigram, B. P. Hooper, Centre for Water Policy Research, Armidale (Austrália), 1992, pp. 69-76.

BERNARDO, J. M. - "Definição de caudais ecológicos em cursos de água de regime mediterrâneo? Algumas reflexões de um biólogo", in *Actas do 3º Congresso da Água*, Lisboa (Portugal), Março 1996, pp. III.545 - III.550.

BERNARDO, J. M.; ALVES M. H. - "New perspectives for ecological flow determination on semi-arid regions". *Regulated Rivers: Research and Management*, 15, 1999, pp. 221-229.

BOVEE, K.D. - *A Guide to Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology*. Instream Flow Information Paper No. 12. FWS/OBS-82/26. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. DC. (USA), 1982.

DAVIES, B. R., THOMAS, M. C., WALKER, K. F., O'KEEFFE, J. F.; GORE, J. A. 1994. - "*Dryland Rivers: their Ecology, Conservation and Management*". in *Handbook of Rivers*, editado por Calow, P. e Petts, G. E. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 484-511.

GORDON, N. D.; McMahon, T. A. e Finlayson, B. L. *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. John Wiley & Sons. Chichester (Inglaterra), 1992.

GORE, J. A. e J. M. Nestler - "Instream flow studies in perspectives". *Regulated Rivers: Research & Management*, 2, 1988, pp. 93-101.

HILL, M.; PLATTS, W. - *A methodology for determining stream flows to maintain channel, riverine-riparian, and valley forming processes*. Concept Document. 1990.

ILHÉU, M.; COSTA, A. M.; BERNARDO, J.M. - "Habitat use by fish species in a mediterranean temporary river: the importance of riffles", in *3^d International Symposium on Ecohydraulics*. Salt Lake City (USA), 13-16 de Julho, 1999.

KING, J.; LOUW, D. - "Instream flow assessments for regulated rivers in South Africa using the Building Block Methodology". *J. Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1, 1998, pp.109-124.

KING, J. H.; O' KEEFFE, J. H. - "Looking to the future-South African Requirements", in *Ecological Flows Requirements for South African Rivers*, editado por Ferrar, South African National

Programmes Report nº 162, Pretoria: Council for Scientific and Industrial Research, 1989, pp. 110 - 116.

RIBEIRO, L.; ALVES, M. H.; BERNARDO, J. M.; MATIAS, P. - "Groundwater role in the maintenance of summer pools: an important issue in ecological flow assessment in temporary rivers" in *3rd International Symposium on Ecohydraulics*. Salt Lake City (USA), 13-16 de Julho, 1999.

RICHTER, B. D.; BAUMGARTNER, J. V.; POWELL, J.; BRAUN D. P. - "A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems". *Conservation Biology*, 10, 1997, pp. 1163- 1174.

SALE, M. J.; LOAR, J. M. - "Instream flow and hydropower development: methods and strategies for impact assessment". in *WaterPower 81: An International Conference on Hydropower. Proceedings. Vol. I*. U.S. Army Corps of Engineers, 1981, pp. 493-503.

VEIGA DA CUNHA, L., CORREIA, M. L., GONÇALVES, A. S., e FIGUEIREDO, V. A. - *Fundamentos para uma nova política de Gestão das Águas em Portugal*. D.G.S.H., Ministério do Equipamento Social e do Ambiente, 1974.

Resumo

Os cursos de água de regiões semi-áridas, onde se inclui o Sul de Portugal, apresentam regimes hidrológicos de características torrenciais, concentrando-se cerca de 80% do escoamento entre Novembro e Abril. Durante a estiagem ocorrem períodos de caudal nulo ou muito baixo, ocorrendo frequentemente enormes extensões do leito pontuado por pegos.

As comunidades bióticas estão adaptadas à alternância de condições lólicas-lênticas. Com a redução de caudal e a diminuição da altura da água, algumas espécies, nomeadamente de peixes, recuam para zonas mais profundas em que a probabilidade de persistência da água é superior. Os pegos que persistem tornam-se refúgios para as espécies aquáticas, particularmente as piscícolas. A diminuição do volume e da área molhada dos pegos, o aumento da temperatura e a alteração das características químicas da água, conjuntamente com o aumento da vulnerabilidade à predação, nomeadamente pela lontra e por espécies piscícolas exóticas, determinam o sucesso das populações que ocupam os pegos, até que torne a haver caudal no rio. Após o restabelecimento da continuidade do meio hídrico, os organismos sobreviventes recolonizam a rede hídrica. Temos, portanto, no período seco, uma fase de extinção seguida de uma fase de recolonização/imigração, caracterizada por uma expansão das populações, quando torna a haver caudal no rio.

A generalidade dos métodos disponíveis para a determinação dos caudais ecológicos foi desenvolvida para cursos de água perenes da América do Norte, cujos ecossistemas apresentam características distintas dos ecossistemas fluviais das regiões semi-áridas.

Tendo em consideração os principais aspectos a considerar no desenvolvimento de uma metodologia para a determinação dos caudais ecológicos, são apresentados os pressupostos da metodologia desenvolvida. Estes pressupostos são: i) Mimetização do regime hidrológico natural, nomeadamente a sua variabilidade interanual e interanual; ii) não agravamento dos constrangimentos dos sistemas aquático e ripícola associados à disponibilidade hídrica, em especial durante a estiagem; iii) manutenção das características geomorfológicas do leito.

Tendo em conta estes pressupostos, o regime de caudal ecológico deverá garantir: i) condições de continuidade hídrica que possibilitem a recolonização/migração outono-invernal; ii) condições de corrente e turbulência no Inverno/Primavera para os processos de maturação sexual e postura, designadamente das espécies piscícolas reófilas; iii) persistência e condições ambientais dos pegos estivais que não agravem a sobrevivência dos organismos aquáticos e de outros dependentes do sistema aquático; iv) manutenção da estrutura e composição da vegetação ripícola.

O regime de caudal ecológico proposto considera, assim, os seguintes períodos: período de recolonização/migração outono-invernal (Outubro-Março), período de realização dos processos de maturação sexual e postura (Dezembro-Abril), e período correspondente à persistência e manutenção das "condições favoráveis" dos pegos (Março-Setembro). A definição do regime de caudal deverá ter em conta a manutenção da vegetação ripícola, para o que deverão ser definidos caudais de cheia.

Após a implementação do regime de caudal ecológico proposto, considera-se fundamental proceder ao desenvolvimento de um programa de monitorização do ecossistema para aferição da eficácia do mesmo.

Palavras Chave: Caudal ecológico, rios temporários, impactes, conservação