



EFEITO DE PEQUENOS AÇUDES NOS MOVIMENTOS DAS ESPÉCIES CIPRINÍCOLAS POTAMÓDROMAS

Susana D. AMARAL¹, Paulo BRANCO¹, Ana L. QUARESMA², Filipe ROMÃO², Teresa VISEU³, Maria Teresa FERREIRA¹, António N. PINHEIRO², José Maria SANTOS¹

1. Centro de Estudos Florestais (CEF), Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, samaral@isa.ulisboa.pt, pjbranco@isa.ulisboa.pt, terferreira@isa.ulisboa.pt, jmsantos@isa.ulisboa.pt

2. Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Avenida Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, analopesquaresma@tecnico.ulisboa.pt, filipe.romao@tecnico.ulisboa.pt, antonio.pinheiro@tecnico.ulisboa.pt

3. Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, 1700-066 Lisboa, tviseu@lnec.pt

RESUMO

Diversos estudos têm reportado sérias alterações nas comunidades piscícolas fortemente relacionadas com a presença de barreiras transversais ao longo dos cursos de água. Comparativamente com o conhecimento sobre os impactos nas populações piscícolas dos grandes empreendimentos hidráulicos, como as barragens, os pequenos açudes (< 5 m de altura) têm recebido menos atenção por parte da comunidade científica, por serem considerados como estruturas à partida permeáveis aos movimentos dos peixes. No entanto, a sua numerosa presença poderá provocar sucessivas perdas de conectividade, perturbando os movimentos dos peixes e dificultando o acesso a habitats específicos, devendo como tal ser estudados atentamente. Com o presente estudo pretendeu-se avaliar a capacidade das espécies ciprinícolas potamódromas, mais concretamente do barbo-comum *Luciobarbus bocagei*, de transpor pequenos açudes, considerando as duas tipologias mais frequentes nos cursos de água Ibéricos – os pequenos açudes de faces verticais, e os açudes rampeados. Os ensaios foram desenvolvidos em condições experimentais controladas, num canal experimental existente no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

Palavras-Chave: conectividade fluvial; espécies ciprinícolas potamódromas; movimentos migratórios; capacidade de transposição de pequenos açudes; ecodinâmica.

1. INTRODUÇÃO

A fragmentação dos cursos de água, imposta pela presença de diversas infraestruturas hidráulicas, é considerada como uma das principais causas de degradação dos habitats aquáticos (Reid et al., 2019). Conforme o estabelecido na Diretiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE), vários estudos têm sido realizados para documentar os diversos impactos dessas infraestruturas nos ecossistemas ribeirinhos, e dessa forma encontrar soluções que possam colmatar ou minimizar os seus efeitos adversos. No entanto, os impactos de pequenas obras hidráulicas nas comunidades piscícolas, tais como dos pequenos açudes (< 5 m de altura), têm recebido menos atenção, pois estas estruturas têm sido consideradas como pequenas barreiras que são *a priori* permeáveis à livre movimentação dos peixes (Nilsson et al., 2005; Ordeix et al., 2018). Contudo, os pequenos açudes, que se estima serem 2 a 4 ordens de grandeza mais numerosos do que as barragens (Nilsson et al., 2005), modificam a hidrodinâmica natural dos cursos de água, alterando a velocidade da corrente e as profundidades da água, tanto a montante como a jusante da estrutura, formando desníveis que, em alguns dos casos, poderão ser intransponíveis (Baudoin et al., 2014; Branco et al., 2017). Na Península Ibérica, as comunidades piscícolas são constituídas principalmente por espécies ciprinícolas potamódromas, que apresentam padrões de mobilidade característicos (Santos et al., 2011). Quando comparados com os salmonídeos, os ciprinídeos potamódromos são normalmente considerados como espécies com moderada ou baixa capacidade de transposição de barreiras, devido ao seu limitado desempenho de natação, e pequena capacidade de salto (Baudoin et al., 2014; Katopodis & Gervais, 2016). Portanto, a permeabilidade dos pequenos açudes aos movimentos da fauna piscícola está altamente

condicionada pelas condições locais e temporais, bem como pelas características das espécies presentes (Baudoin et al., 2014; Harris et al., 2016), tornando-se fundamental considerar a complexidade destas condicionantes e desenvolver mais estudos, particularmente para as espécies com capacidades natatórias menos desenvolvidas.

Com o presente estudo pretendeu-se avaliar, em condições experimentais controladas, a capacidade das espécies ciprinícolas potamódromas, mais concretamente do barbo-comum *Luciobarbus bocagei*, de transpor estas pequenas barreiras, considerando as duas tipologias de açudes mais frequentes nos cursos de água Ibéricos – os pequenos açudes de faces verticais, e os açudes rampeados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O desempenho de transposição dos peixes, bem como o seu comportamento aquando da aproximação e transposição destes pequenos obstáculos, foram analisados tendo em conta a influência de parâmetros considerados como preponderantes na transposição destes obstáculos, tais como: a profundidade de água a jusante do açude (D, de 10 a 50 cm), a queda a transpor (H, desnível entre a superfície livre da água a jusante e o topo da soleira do açude, de 5 a 25 cm), e a largura da soleira (W, de 20 a 80 cm), no caso dos açudes de faces verticais; o comprimento da rampa (L, 150 ou 300 cm), e a sua inclinação (S, 10 a 30%), quando se trata dos açudes rampeados. Ainda no caso dos açudes rampeados, foi igualmente avaliada a adição de diferentes substratos ao longo da rampa, como possível medida de requalificação destas estruturas. As diferentes configurações testadas, resultantes da combinação dos referidos parâmetros, foram ainda testadas ao longo de uma variedade de caudais (Q). Os ensaios laboratoriais foram desenvolvidos num canal experimental que se encontra nas instalações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os principais resultados sugerem que, no que diz respeito aos açudes de faces verticais: i) a capacidade de transposição do barbo-comum foi inibida pela ocorrência de baixas profundidades de água a jusante do açude em associação com elevadas quedas de água a transpor; ii) o comportamento de passagem dependeu da combinação de profundidade de água a jusante com a queda de água a transpor; iii) a largura da soleira influenciou as passagens para jusante, mas não as transposições para montante; e iv) o aumento do caudal condicionou o número de transposições bem sucedidas do barbo-comum (Fig. 1). Quanto aos resultados dos ensaios com os açudes rampeados, conclui-se que: i) a transposição foi condicionada pelo aumento do comprimento da rampa, e da sua inclinação, bem como pelo aumento do caudal; e ii) a aplicação de substratos naturais, como pedras, pode aumentar a permeabilidade das rampas à movimentação dos peixes (Fig. 2).

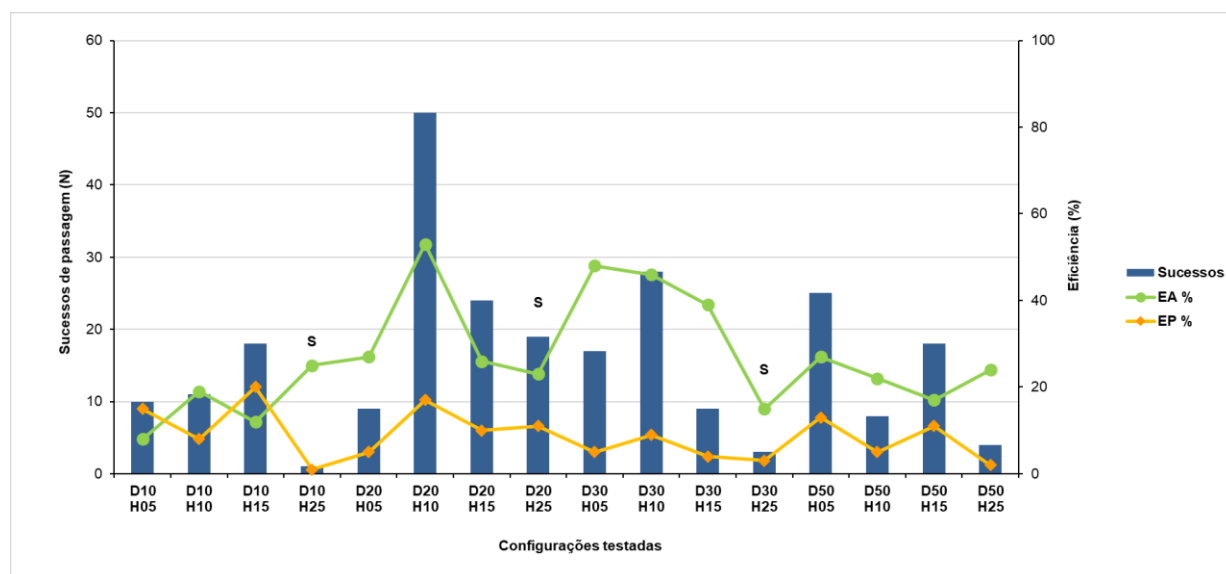


Fig. 1. Resultados dos ensaios realizados com os açúdes de faces verticais ($Q=50$ l/s). EA%, percentagem de eficiência de atração; EP%, percentagem de eficiência de passagem. Nas configurações assinaladas com S, os sucessos foram alcançados por salto.

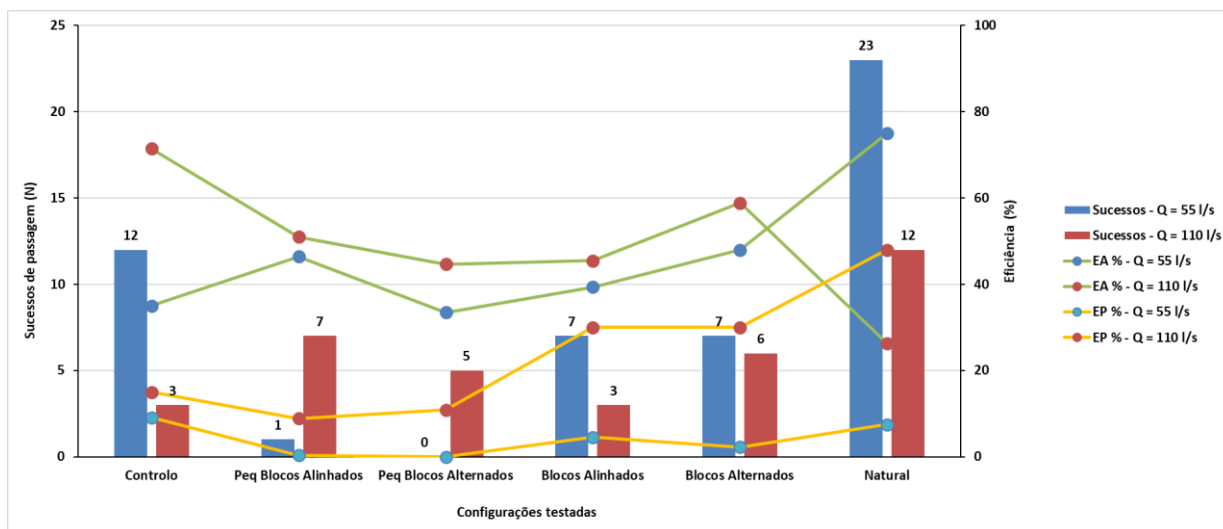


Fig. 2. Resultados da aplicação de diferentes substratos a açúdes rampeados. EA%, eficiência de atração; EP%, eficiência de passagem.

Estes resultados são úteis para aumentar o conhecimento sobre a capacidade de transposição destas espécies potamódromas, frequentemente menos estudadas, permitindo compreender os problemas dos pequenos açúdes existentes, bem como identificar possíveis obstáculos às suas migrações, devendo servir igualmente para ajudar a desenvolver medidas de requalificação de forma a projetar estruturas mais permeáveis à livre movimentação dos peixes.

AGRADECIMENTOS

O Centro de Estudos Florestais é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) (UIDB/00239/2020). Susana D. Amaral foi financiada por uma bolsa da Universidade de Lisboa/Santander Totta (SantTotta/BD/RG2/SA/2011) e por uma bolsa de Doutoramento da FCT (SFRH/BD/110562/2015). Os autores gostariam ainda de agradecer à equipa do Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas do LNEC por todo o apoio prestado durante os ensaios experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baudoin JM, Burgun V, Chanseau M, Larinier M, Ovidio M, Sremski W, Steinbach P, Voegtler B (2014) Assessing the passage of obstacles by fish. Concepts, design and application. Onema, France.
- Branco P, Amaral SD, Ferreira MT, Santos JM (2017) Do small barriers affect the movement of freshwater fish by increasing residency? *Science of the Total Environment* 581–582, 486–494. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.156>.
- Harris JH, Kingsford RT, Peirson W, Baumgartner LJ (2016) Mitigating the effects of barriers to freshwater fish migrations: the Australian experience. *Mar. Freshwater Res.*, 68, 614–628. <https://doi.org/10.1071/MF15284>.



- Katopodis C, Gervais R (2016) Fish swimming performance database and analyses. DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2016/002. http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2016/2016_002-eng.html.
- Nilsson C, Reidy CA, Dynesius M, Revenga C (2005) Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308, 405–408. <https://doi.org/10.1126/science.1107887>.
- Ordeix M, González G, Sanz-Ronda FJ, Santos JM (2018) Restoring fish migration in the rivers of the Iberian Peninsula. In: Brink K, Gough P, Royte J, Schollemma PP & Wannings H (eds): From Sea to Source 2.0. Protection and restoration of fish migration in rivers worldwide. World Fish Migration Foundation: Groningen, The Netherlands. 174-179.
- Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E J., Gell, P.A., Johnson, P.T., Kidd, K.A., MacCormack, T.J., Olden, J.D., Ormerod, S.J., Smol, J.P., Taylor, W.W., Tockner, K., Vermaire, J.C., Dudgeon, D., Cooke, S.J. 2019. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol. Rev.* 94, 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>.
- Santos JM, Reino L, Porto M, Oliveira J, Pinheiro P, Almeida PR, Cortes R, Ferreira MT (2011) Complex size-dependent habitat associations in potamodromous fish species. *Aquat. Sci.*, 73, 233–245. <https://doi.org/10.1007/s00027-010-0172-5>.