



CAPTAR
ciência e ambiente para todos

volume 5 • número 2 • p 27-36

Piscinas Biológicas e Serviços Ecosistêmicos: Que Relação?

Os ecossistemas oferecem à humanidade uma vasta gama de benefícios denominados serviços ecosistêmicos, englobando a purificação da água e estímulos estéticos e espirituais. Estes serviços estão em larga medida dependentes da conservação da biodiversidade. As piscinas convencionais contribuem para a degradação destes serviços, pois a depuração da água exige para além do cloro, outros produtos para ajuste do pH e algicidas, tóxicos para um grande número de espécies. Por outro lado, as piscinas biológicas são lagos construídos que imitam e recriam os processos ecológicos que ocorrem nos sistemas naturais, constituindo uma solução de engenharia natural, que permite criar espaços de lazer aquáticos de baixo impacto ambiental. Nestes sistemas, a purificação da água, com o objetivo de ter qualidade para fins balneares, é realizada por filtros biológicos e plantas aquáticas (utilização dos serviços ecosistêmicos). Como não é adicionado nenhum produto químico à água estes sistemas são rapidamente colonizados por plâncton, macroinvertebrados e alguns vertebrados, promovendo a manutenção da biodiversidade e o aumento do valor estético da envolvente (conservação e recuperação dos serviços ecosistêmicos). As piscinas biológicas também funcionam, à escala da paisagem, como habitats que facilitam os fluxos de algumas espécies entre diferentes cursos de água e como reservatórios de água.

Palavras-chave

piscinas biológicas
serviços ecosistêmicos
biodiversidade

Ana Maria Geraldês¹

Claudia Schwarzer²

Udo Schwarzer²

¹Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança Campus de Sta Apolónia, Bragança, Portugal.

²Bio Piscinas, Aljezur, Portugal.

•geraldes@ipb.pt

ISSN 1647-323X

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas oferecem à humanidade uma vasta gama de benefícios denominados serviços ecossistémicos. De acordo com Millenium Ecosystem Assessment (2005), estes podem ser classificados em (i) serviços de suporte – serviços que induzem a produção de outros serviços (e.g. formação do solo, reciclagem de nutrientes); (ii) serviços de regulação – benefícios obtidos em consequência da ocorrência de mecanismos de regulação dos processos ecossistémicos (e.g. regulação de ciclo da água; purificação da água); (iii) serviços de aprovisionamento – produtos obtidos dos ecossistemas (e.g. alimentos, água, combustíveis) e (iv) serviços culturais - benefícios não materiais (e.g. estímulos espirituais, estéticos, científicos). A continuidade destes serviços depende da manutenção e conservação da biodiversidade. No contexto do presente artigo será dada ênfase aos serviços ecossistémicos relacionados com a purificação da água e com estímulos estéticos e espirituais. De facto, uma piscina biológica é um lago artificial utilizado para fins balneares, em que ao invés de utilizar aditivos químicos para tratar e purificar a água, esta é tratada por processos biológicos e mecânicos, imitando os processos que ocorrerem nos ecossistemas aquáticos naturais. As piscinas biológicas são assim, soluções de engenharia de baixo impacto ambiental em que são utilizados e recriados serviços ecossistémicos.

PISCINAS BIOLÓGICAS: O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM?

As piscinas biológicas são pequenos lagos construídos que imitam ou recriam os processos ecológicos que ocorrem nos sistemas aquáticos naturais. As primeiras piscinas biológicas surgiram na Europa Central, na década de 80 do século XX. Neste período surgiram os jardins naturalizados em resposta às preocupações com a integridade ambiental e com a conservação da natureza. A ideia subjacente a estes jardins era aliar a tradicional função ornamental e recreativa à criação de espaços de refúgio para a flora e fauna autóctones. Em muitos destes jardins foram construídas massas de água que imitavam charcos e pequenos lagos naturais com o objetivo de diversificar a oferta de habitats de reprodução para anfíbios. Alguns destes charcos começaram também a ser destinados a práticas recreativas e balneares, assim nascendo a ideia das piscinas biológicas: o casamento de um habitat para vários seres vivos e uma área para banhos (Guimarães-Ferreira, 2007; Schwarzer e Schwarzer, 2008; Spieker et al., 2012; Casanovas-Massana e Blanch, 2013). Uma piscina biológica é por definição, constituída por uma zona destinada ao banho e por outra destinada à purificação da água por processos mecânicos e por filtros biológicos de macrófitas¹ e microrganismos que lhes estão associados (Figura 1). O processo de purificação da água é semelhante ao que ocorre nos sistemas aquáticos naturais, não havendo necessidade de utilizar os produtos químicos que são utilizados nas piscinas convencionais para o mesmo efeito. Em Portugal, e de forma a respeitar o Decreto-Lei 565/99, que regula a introdução na natureza de espécies não indígenas da flora e fauna, é de salientar que as macrófitas utilizadas neste tipo de infraestruturas são autóctones², e quando possível são mesmo utilizados ecótipos³ das regiões onde a piscina biológica vai ser instalada. Estas plantas (Figura 2)

¹ São plantas que vivem nos ecossistemas aquáticos. Podem incluir musgos, fetos e plantas com flor. Algumas macroalgas (algas não microscópicas) também são consideradas macrófitas.

² São espécies que ocorrem de forma natural numa dada região ou seja são originárias ou indígenas dessa região.

³ Variedade de uma espécie (“raça”) com características genéticas únicas e que está particularmente bem adaptada às condições ambientais de uma dada região.

não são retiradas à natureza mas sim cultivadas em viveiro especializado para depois serem plantadas na zona de depuração da piscina.

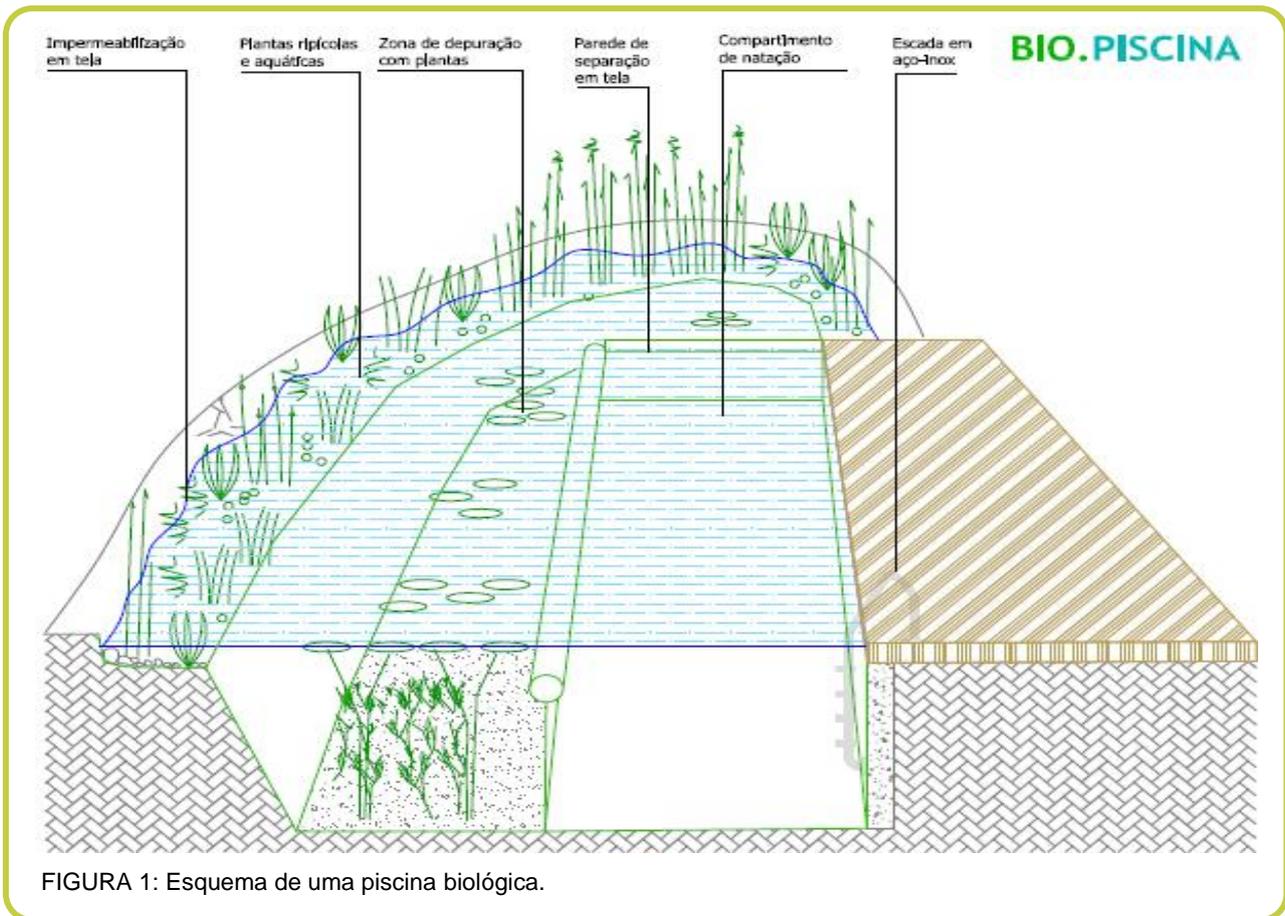


FIGURA 1: Esquema de uma piscina biológica.



FIGURA 2: Algumas macrófitas utilizadas nas piscinas biológicas: A: Nenúfar-branco (*Nymphaea alba*); B: Trevo-de-água (*Marsilea batardae*); C: *Anagallis tenella*.

COMO É QUE AS MACRÓFITAS DEPURAM A ÁGUA?

As macrófitas contribuem de várias formas para a purificação e depuração da água (Brix 1994, Dhote e Dixit 2009, Makevana e Sharma 2013). Ao aumentarem o nível de oxigenação da água impedem o desenvolvimento de microrganismos patogénicos, porque estes de um modo geral preferem ambientes anaeróbios, não conseguindo prosperar em sistemas bem oxigenados. Por outro lado, a água ao estar bem oxigenada permite o aumento do zooplâncton. Muitas das espécies que fazem parte do zooplâncton são predadoras de bactérias e de outros microrganismos. Outro papel importante que as plantas têm é a

remoção do excesso de nutrientes da água. De acordo com Dhote e Dixit (2009), desde as décadas de 60 e 70 do século XX vários trabalhos de investigação provaram que as plantas aquáticas devido à sua maior complexidade e longevidade tinham um maior potencial de remoção dos nutrientes da água do que as microalgas. Já mais recentemente, Dosskey (2001) verificou que a vegetação ripícola⁴ removia entre 92 a 100% dos nitratos da água e que retinha 40 a 100% dos sedimentos provenientes das escorrências superficiais de origem terrestre. A capacidade de remoção de nutrientes, nomeadamente de fósforo e de azoto, por parte das macrófitas, é extremamente importante para a purificação e manutenção da qualidade da água, evitando a sua eutroficação⁵. Outros investigadores também observaram que as macrófitas removiam eficientemente vários tipos de poluentes presentes na água (e.g. Ganjo e Khwakaram, 2010) e que reduziam a atividade de poluentes disruptores endócrinos⁶ (Kiran et al. 2011). De salientar que as macrófitas não atuam isoladas nos processos de remoção dos poluentes da água. O processo de purificação deve-se essencialmente às interações que se estabelecem entre estas plantas e alguns microrganismos, nomeadamente ao nível da rizosfera⁷, onde se criam condições para o estabelecimento de biofilmes⁸, estes sim com capacidades significativas para degradar poluentes e reter nutrientes e sedimentos (Brix e Schierup, 1989; Dhote e Dixit, 2009; Ganjo e Khwakaram, 2010). As macrófitas também controlam o crescimento excessivo das microalgas⁹ e de outras algas filamentosas, quer através da competição pela luz, quer através da libertação para o meio envolvente de compostos alelopáticos¹⁰. Estes compostos funcionam como algicidas ou algistáticos¹¹ naturais (Gross, 2000; Berger e Schagerl, 2004; Hilt, 2006; Mulderij et al., 2006; Gross et al., 2007; Hilt e Gross, 2008; Zhang et al., 2009). Assim, as piscinas biológicas constituem uma solução de engenharia natural que imita os mecanismos de depuração da água e de controlo de microalgas e microrganismos patogénicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos naturais, aproveitando os serviços ecossistémicos.

⁴ plantas que se desenvolvem nas margens dos ecossistemas aquáticos.

⁵ Eutroficação ou eutrofização, é o aumento das concentrações de nutrientes, nomeadamente de fósforo e azoto, nos sistemas aquáticos. Este processo é acelerado pelas más práticas agrícolas e florestais e pela descarga de efluentes não tratados. No caso das piscinas biológicas este processo pode ocorrer devido às escorrências de água de rega ou à má localização da piscina. Em consequência, deste processo ocorre um excessivo desenvolvimento de algas e a água da piscina fica verde diminuindo o seu valor estético. Por outro lado, a grande densidade de algas pode levar a oscilações bruscas do pH, que apresenta valores muito altos durante o dia e valores muito baixos durante a noite. Quando as algas morrem ocorre a intensa decomposição desta biomassa leva à redução das concentrações de oxigénio dissolvido. Todas estas variações afetam os restantes seres vivos e consequentemente os processos de depuração da água.

⁶ São compostos que interferem com o metabolismo hormonal que existem naturalmente no organismo (sistema endócrino). São agentes externos de natureza diversa: pesticidas, substâncias existentes nos plásticos, medicamentos e cosméticos, e hormonas sintéticas administradas a animais e humanos. Os disruptores endócrinos causam a alteração de processos importantes como o crescimento, o desenvolvimento embrionário e a reprodução dos organismos, sendo sugerido que possam vir a ser um contributo para a extinção de espécies.

⁷ Região onde as raízes da planta e os sedimentos entram em contacto.

⁸ Os biofilmes são comunidades de microrganismos que aderem a superfícies cobertas de água e segregam uma substância viscosa que os mantém unidos. Os biofilmes associados às raízes das macrófitas têm um papel importante na depuração e purificação da água.

⁹ São organismos microscópicos que fazem parte do fitoplâncton. Para mais informações ver Geraldine e Silva-Santos 2011.

¹⁰ Compostos que plantas aquáticas e terrestres podem libertar para o meio envolvente e que condicionam o desenvolvimento de outras plantas ou outros organismos. Estes compostos são geralmente fenóis, terpenóides, alcalóides, ácidos gordos e esteróides. Algas, bactérias e fungos também podem produzir este tipo de compostos.

¹¹ Um algicida é uma substância ou composto que elimina (mata) as algas. Os algistáticos são compostos inibidores do crescimento das algas, impedindo apenas a sua proliferação, sem as eliminarem totalmente dos sistemas aquáticos como acontece quando se aplica um algicida. Alguns algicidas, quando utilizados em baixas concentrações, podem comportar-se como algistáticos.

PISCINAS BIOLÓGICAS: RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÉMICOS

A não utilização de produtos químicos sintéticos na purificação da água e no controlo do excesso de microalgas e a grande diversidade de macrófitas que pode existir numa piscina biológica fazem com que estes sistemas sejam rapidamente colonizados por uma grande variedade de organismos.

Geraldes et al. (2011) verificaram que quanto maior é a diversidade de macrófitas numa piscina biológica maior é a diversidade de zooplâncton herbívoro¹². A abundância destes seres vivos é um fator adicional de redução das densidades de microalgas (Lampert e Sommer, 1997). Graças à existência das macrófitas aquáticas, as piscinas biológicas também criam habitats para vários grupos de macroinvertebrados como, por exemplo, as larvas de libelinhas e libélulas (Schwarzer e Schwarzer, 2010) e para anfíbios e répteis (Malkmus e Schwarzer, 2000; Spieker et al., 2012). De salientar que muitos dos anfíbios observados se reproduzem nas piscinas biológicas. Nas redondezas das piscinas biológicas também é possível observar aves típicas dos ecossistemas ribeirinhos e detetar a presença de lontra (Figura 3; Tabela I).



FIGURA 3: Alguns animais que podem ser observados em piscinas biológicas. A: sapo-comum (*Bufo bufo*); B: cobra-de-água (*Natrix maura*); C: Libélula (*Anax imperator*); D: rã-verde (*Pelophylax perezi*) e E: zooplâncton a seta aponta para uma pulga-de-água (*Daphnia* sp.).

¹² Animais, em geral microscópicos, que fazem parte do plâncton e que se alimentam de microalgas. Para mais informações ver Geraldes e Silva-Santos 2011.

TABELA I: Fauna observada pelos autores em ou na proximidade de piscinas biológicas. * Endemismo ibérico¹³. ** Estatuto de conservação de acordo com Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Cabral et al. 2006): LC- Pouco preocupante; EN- Em perigo; CR- Criticamente ameaçado. *** De acordo com Maravalhas e Soares (2013). **** Diretiva Habitats: Anexo II (BII): Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação; Anexo IV (BIV): Espécies animais e vegetais de interesse comunitário que exigem uma proteção rigorosa Anexo V (BV): Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja captura ou colheita na Natureza e exploração podem ser objeto de medidas de gestão. Diretiva Aves: Anexo I (AI): espécies são objeto de medidas de conservação especial respeitantes ao seu habitat, de modo a garantir a sua sobrevivência e a sua reprodução na sua área de distribuição.

Nome Científico	Nome comum	Estatuto de conservação**	Diretiva Habitats/Aves****
Libelinha e libélulas			
<i>Ischnura graellsii</i>	Libelinha-de-Graells		
<i>Coenagrion scitulum</i>	Libelinha-cabeça-de-gato	Potencialmente ameaçada***	
<i>Erythromma lindenii</i>	Libelinha-do-vaso-grego		
<i>Anax imperator</i>	Tira-olhos-imperador		
<i>Gomphus pulchellus</i>	Gonfos-comum		
<i>Libellula depressa</i>	Libélula-achatada		
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Libélula-de-quatro-pintas		
<i>Orthemtrum cancellatum</i>	Ortétrum-de-cauda-negra		
<i>Orthemtrum coerulescens</i>	Ortétrum-dos-ribeiros		
<i>Orthemtrum chrysostigma</i>	Ortétrum-de-faixa-branca		
<i>Crocothemis erythraea</i>	Libélula-escarlata		
<i>Diplacodes lefebvrii</i>	Libélula-preta-pequena	Potencialmente ameaçada***	
Anfíbios			
<i>Pleurodeles waltli*</i>	Salamandra-de-costelas-salientes	LC	
<i>Lissotriton boscai*</i>	Tritão-de-ventre-laranja	LC	
<i>Triturus marmoratus</i>	Tritão-marmorado		
<i>Triturus pygmaeus*</i>			
<i>Pelobates cultripipes</i>	Sapo-de-unha-negra	LC	BIV
<i>Bufo spinosus</i>	Sapo-comum	LC	
<i>Hyla meridionalis</i>	Rela-meridional	LC	BIV
<i>Pelophylax perezi</i>	Rã-verde	LC	BIV
Répteis			
<i>Mauremys leprosa</i>	Cágado-de carapaça-estriada	LC	BII e BIV
<i>Natrix maura</i>	Cobra-de-água-viperina	LC	
<i>Natrix natrix</i>	Cobra-de-água-de-colar	LC	
Aves			
<i>Ardeola ralloides</i>	Papa-ratos	CR/EN	AI
<i>Ardea cinerea</i>	Garça-real	LC	
<i>Alcedo atthis</i>	Guarda-rios	LC	AI
Mamíferos			
<i>Lutra lutra</i>	Lontra	LC	BII e BIV

¹³ Espécie cuja distribuição natural está restrita à Península Ibérica.

PISCINAS BIOLÓGICAS E QUALIDADE DA PAISAGEM

Atualmente é bem conhecido o papel dos charcos e pequenos lagos, quer naturais, quer construídos, na conservação da biodiversidade e consequentemente dos serviços ecossistémicos à escala da paisagem (Semlitsch, 2002; Burne e Griffin, 2005; Nicolet et al., 2007; Cereghino et al., 2008; Picazo et al., 2012; Robson et al., 2013). Globalmente estes sistemas suportam consideravelmente mais espécies do que outros ecossistemas aquáticos de maior dimensão (EPNC, 2008). Os charcos e pequenos lagos, como as piscinas biológicas, criam conexões do tipo “stepping stone”¹⁴ entre os principais habitats aquáticos que ocorrem na paisagem, tornando-se importantes para a conservação de espécies raras que se organizam sob a forma de metapopulações¹⁵. Outro aspeto importante é que estes sistemas funcionam como refúgios para muitas outras espécies que estão totalmente dependentes destes habitats para se alimentarem e se reproduzirem. Os charcos e pequenos lagos amenizam os efeitos das inundações e das secas e contribuem para a purificação e conservação da água. Devido à sua elevada produtividade primária¹⁶ são importantes sumidouros de dióxido de carbono. De facto, estes ecossistemas armazenam tanto carbono como os oceanos. Para além de prestarem estes serviços ecossistémicos, têm um importante valor estético, educativo e científico. Considerando que os charcos e pequenos lagos representam uma das mais importantes reservas de água doce em termos globais (EPCN, 2008), urge conservar e gerir adequadamente, em rede, os sistemas atualmente existentes e construir novos, com o objetivo de aumentar de forma significativa a biodiversidade e os serviços ecossistémicos por eles proporcionados. Atualmente, em Portugal existem mais de 170 piscinas biológicas de norte a sul (Figura 4).

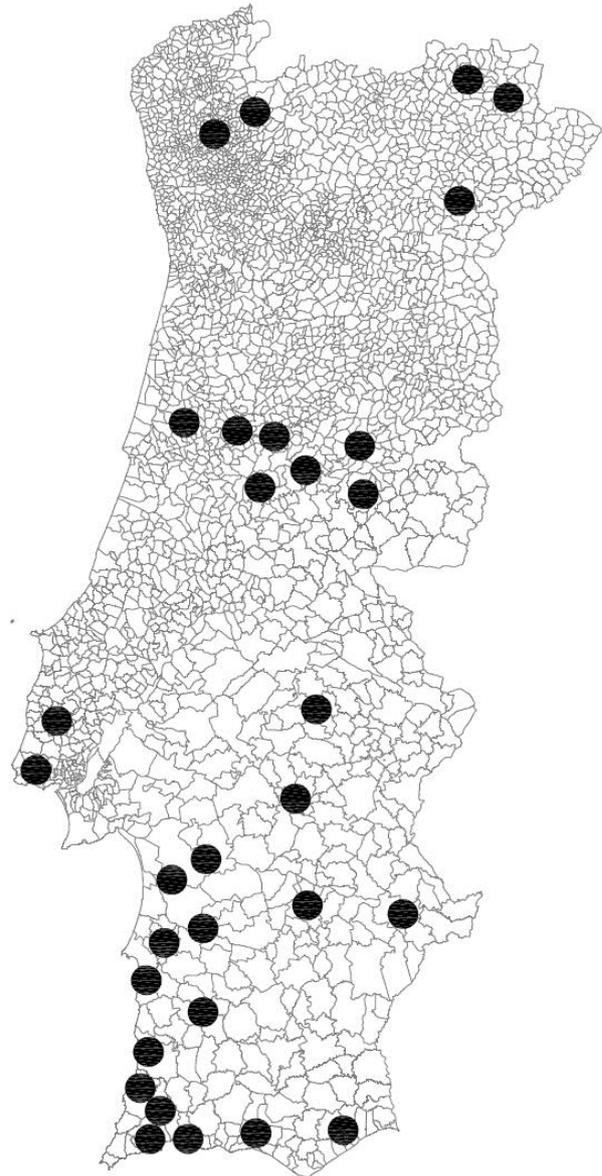


FIGURA 4: Distribuição das piscinas biológicas de uso turístico em Portugal (Fonte: Piscinas Biológicas, 2011).

¹⁴ Em português, “*pontos de ligação*” ou “*trampolins ecológicos*”. Pequenas áreas de habitat dispersas pela paisagem que podem facilitar os fluxos de algumas espécies entre diferentes manchas de habitat. No caso do presente artigo, entre diferentes cursos de água.

¹⁵ Define-se como um conjunto de populações fragmentadas e que são conectadas por indivíduos que se movem entre elas. A formação de metapopulações tem aumentado em consequência do aumento da fragmentação do habitat devido à ação humana.

¹⁶ É a quantidade de biomassa que é produzida pelas plantas e microalgas devido à atividade fotossintética.

O grande número de piscinas biológicas existente atualmente em Portugal revela-se crucial para uma melhoria da qualidade e heterogeneidade da paisagem (Figura 5). A criação de habitats de água doce com baixo estado trófico¹⁷, como é o caso das piscinas biológicas, promove o aumento da biodiversidade e a conservação dos recursos hídricos com os consequentes benefícios ambientais, estéticos, lúdicos, económicos e sociais.



FIGURA 5: Contribuição das piscinas biológicas para a qualidade da paisagem.

CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

As piscinas biológicas já são e poderão ainda mais, no futuro, ser uma alternativa sustentável às piscinas convencionais. Nestes lagos construídos são imitados e recriados os processos ecológicos que ocorrem nos ecossistemas naturais, sendo assim, espaços de lazer de baixo impacto ambiental. Como não são utilizados produtos químicos sintéticos para a depuração da água, as piscinas biológicas não contribuem para a contaminação dos sistemas aquáticos adjacentes. É também de salientar, que os materiais utilizados na sua construção são recicláveis e que a circulação da água é feita com recurso a bombas que funcionam a energia solar. Apesar dos custos de construção serem semelhantes aos de uma piscina convencional, os custos de manutenção são muito mais baixos. Uma vez que a legislação nacional sugere que se optem por soluções sustentáveis aquando da implementação de projetos relacionados com o turismo de natureza (Resolução do Conselho de Ministros nº. 112/98 de 25 de agosto), este tipo de piscinas são o ideal para integrar estes empreendimentos. Muitos localizam-se em áreas protegidas ou em zonas rurais onde é importante reduzir o mais possível os impactos causados por atividades turísticas. Em Portugal, existem piscinas biológicas de uso turístico desde 1996. No entanto, para ser possível instalar uma piscina biológica é necessário ter acesso a uma fonte de água com boa qualidade. "Também se deve ter em conta a localização no terreno, estudar bem o sítio da implantação e tomar as medidas adequadas na

¹⁷ O **estado trófico** de um sistema aquático pode ser definido como o grau de eutroficação de um sistema aquático. Um sistema aquático pode ser classificado como: oligotrófico (pobre em nutrientes – produtividade primária baixa); mesotrófico (riqueza moderada em nutrientes – produtividade primária moderada); eutrófico (riqueza elevada em nutrientes – produtividade primária elevada) e hipertrofico (grau mais elevado de eutroficação).

implementação de uma piscina biológica, para evitar a escorrência das águas das chuvas ou a entrada de poeiras que promovam a sua eutroficação. Em alguns países europeus já existem piscinas públicas municipais com tratamento biológico no entanto, em Portugal, esta oferta ainda não existe. A EPCN (2008) defende que, para uma melhor conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, e para a manutenção da qualidade da paisagem, os charcos e os pequenos lagos naturais e artificiais (nos quais se incluem as piscinas biológicas) deverão ser geridos em rede. No entanto em Portugal, ainda não existem planos de gestão para este tipo de sistemas e em muitos casos o seu funcionamento e a biodiversidade que lhes está associada é ainda mal conhecida. Por outro lado, o grande público ainda não tem a noção da importância destes sistemas para a humanidade. Do mesmo modo, as piscinas biológicas também ainda são desconhecidas do grande público. Assim, é importante desenvolver trabalhos de investigação e de monitorização que permitam conhecer melhor o seu funcionamento. Este conhecimento é crucial para criar modelos de gestão e legislação que permitam responder aos problemas que se colocam na gestão das piscinas biológicas e dos pequenos lagos e charcos naturais. A par com estes projetos de investigação é necessário também desenvolver ações de divulgação e sensibilização ambiental destinadas ao público em geral. No que diz respeito às piscinas biológicas, o Grupo Ibérico de Águas Balneares Naturalizadas (GIABN, s. data) promove o desenvolvimento de ações no âmbito das acima mencionadas.

agradecimentos • A um dos revisores anónimos cujas observações ajudaram a melhorar o manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berger J, Schagerl M (2004). Allelopathic activity of Characeae. *Biologia (Bratislava)* 59: 9 – 15.
- Brix H (1994). Functions of macrophytes in constructed wetlands. *Wat. Sci. Tech.* 29: 71-78.
- Brix H, Schierup HH (1989). The use of aquatic macrophytes in water pollution control. *Ambio* 18: 100-107.
- Burne MR, Griffin CR (2005). Habitat associations of pool-breeding amphibians in eastern Massachusetts, USA. *Wetlands Ecology and Management* 13: 247–259.
- Cabral MJ, (coord.) Almeida J, Almeida PR, Dellinger T, Ferrand de Almeida N, Oliveira ME, Palmeirim JM, Queiroz A L, Rogado L & Santos-Reis M, (eds.), 2006. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. 2ª ed., Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza/Assírio & Alvim.
- Casanovas-Massana A, Blanch AR (2013). Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 216: 132– 137.
- Cereghino R, Biggs J, Oertli B, Declerck S (2008). The ecology of European ponds: defining the characteristics of a neglected freshwater habitat. *Hydrobiologia* 597:1–6.
- Decreto-Lei n.º 75/91, de 14 de fevereiro. Transposição para o direito interno da Diretiva n.º 79/409/CEE de 2 de abril, relativa à conservação das aves selvagens (Diretiva Aves). Disponível em: www.estg.ipg.pt/legislacao_ambiente/ficheiros/DL%20140-99.pdf. Consultado em: 5/04/2014.
- Decreto-Lei n.º 140/99 de 24 de abril. Transposição para o direito interno da Diretiva n.º 92/43/CEE de 21 de maio, relativa à conservação dos habitats naturais e da fauna e flora. Disponível em: www.estg.ipg.pt/legislacao_ambiente/ficheiros/DL%20140-99.pdf. Consultado em: 5/04/2014.
- Decreto-Lei 565/99 de 21 de dezembro. Regula a introdução na natureza de espécies não indígenas da flora e da fauna. Disponível em: <http://www.dre.pt/>. Consultado em: 5/04/2014.
- Dhote S, Dixit S (2009). Water quality improvement through macrophytes—a review. *Environ Monit Assess* 152:149–153.
- Dosskey MG (2001). Toward quantifying water pollution abatement in response to installing buffers on crop land. *Environmental Management* 28: 577-598.

- EPCN (2008). The pond manifesto. European Pond Conservation Network.
- Ganjo DGA, Khwakaram AI (2010). Phytoremediation of Wastewater Using Some of Aquatic Macrophytes as Biological Purifiers for Irrigation Purposes Removal Efficiency and Heavy Metals Fe, Mn, Zn and Cu. *Engineering and Technology* 42: 552-575.
- Geraldes AM, Schwarzer C; Schwarzer U (2011). Implications of macrophyte abundance on algal growth management: The case of three natural swimming pools with distinct macrophyte abundance. Abstract Book of the 2nd IWA Symposium on lake and reservoir management; 13-17 June 2011.
- Geraldes AM, Silva-Santos P (2011). Monitorização da comunidade zooplancónica da albufeira da Aguieira (Bacia Do Mondego, Portugal): Que fatores a influenciam? *CAPTAR Ciência e Ambiente para Todos* 3: 12-23.
- GIABN (s.data). Quem somos? Disponível em: <http://www.giabn.org/>. Consultado em: 5/09/2014.
- Gross EM (2000). Seasonal and spatial dynamics of allelochemicals in the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. *Limnologie* 27: 2116 - 2119.
- Gross EM, Hilt S, Lombardo P, Mulderij G (2007). Searching for allelopathic effects of submerged macrophytes on phytoplankton – state of the art and open questions. *Hydrobiologia* 584: 77 - 88.
- Guimarães- Ferreira A (2007). Piscinas Biológicas: O prazer natural da água. Biopiscinas Lda, 95pp.
- Hilt S (2006). Allelopathic inhibition of epiphytes by submerged macrophytes. *Aquatic Botany* 85: 252 - 256.
- Hilt S, Gross EM (2008). Can allelopathically active submerged macrophytes stabilize clear – water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology* 9: 422 - 432.
- Kiran A, Kumar P, Chiranjeevi G; Mohanakrishna S; Venkata Mohan B (2011). Natural attenuation of endocrine-disrupting estrogens in an ecologically engineered treatment system (EETS) designed with floating, submerged and emergent macrophytes. *Ecological Engineering* 37:1555– 1562.
- Lampert W, Sommer U (1997). Limnoecology – the ecology of lakes and streams. Oxford University Press, New York, 382pp.
- Makvana KS, Sharma M K (2013). Assessment of Pathogen Removal Potential of Root Zone Technology from Domestic Wastewater. *Universal Journal of Environmental Research and Technology* 3:401-406.
- Malkmus R, Schwarzer U (2000). Die Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Südwest-Portugals. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 7: 37 – 75
- Maravalhas, E, Soares, A (2013). As libélulas de Portugal. Booky Publisher, 335pp.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Mulderij G, Smolders AJP, Donk EV (2006). Allelopathic effect of the aquatic macrophyte, *Stratiotes aloides*, on natural phytoplankton. *Freshwater Biology* 51: 554 – 561.
- Nicolet P, Ruggiero A; Biggs J (2007). Second European Pond Workshop: Conservation of pond biodiversity in a changing European landscape. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 43: 77-80
- Picazo F, Bilton DT, Moreno JL, Sánchez-Fernandez D, Millan A (2012). Water beetle biodiversity in Mediterranean standing waters: assemblage composition, environmental drivers and nestedness patterns. *Insect Conservation and Diversity* 5: 146–158.
- Piscinas Biológicas (2011). Férias com piscinas biológicas. Disponível em: <http://www.biopiscinas.pt/ferias.php>. Consultado: 5/09/2014.
- Resolução do Conselho de Ministros nº112/98 de 25 de agosto. Estabelece a criação do Programa Nacional de Turismo de Natureza. Disponível em: <https://dre.pt/pdf1sdip/1998/08/195B00/43484350.pdf>. Consultado em 4/9/14.
- Robson BJ, Chester ET, Mitchell BD, Matthews TJ, 2013. Disturbance and the role of refugees in Mediterranean climate streams. *Hydrobiologia* 719: 77-91.
- Schwarzer C, Schwarzer U (2008). Schwimmteiche planen, anlegen, richtig bepflanzen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Schwarzer C, Schwarzer U (2010). Biodiversidade em piscinas biológicas. Disponível em: www.biopiscinas.pt. Consultado em: 10/06/2014.
- Semlitsch RD (2002). Critical Elements for Biologically Based Recovery Plans of Aquatic-Breeding Amphibians. *Conservation Biology* 16: 619–629.
- Spieker J, Hirsch S, Schwarzer C, Schwarzer U, Frehse H, Bruns S (2012). Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung, *Handbuch Angewandte Limnologie, Weinheim* 30:1-28.
- Zhang WH, Hu GJ, He W, Zhou LF, Wu XG, Ding HJ (2009). Allelopathic effects of emergent macrophyte, *Acorus calamus* L. on *Microcystis aeruginosa* Kietzing and *Chlorella pyrenoidosa* Chick. *Allelopathy Journal* 24: 157 – 168.