

“Por fora bela viola, por dentro pão bolorento”: invasões biológicas na lagoa da Pampulha como desafio para o novo Patrimônio Mundial da Humanidade

André L. B. Magalhães¹, Valter M. Azevedo-Santos², Dilermando P. Lima-Junior³ e Marcelo F. G. Brito⁴

1- Programa de Pós Graduação em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Alto Paraopeba, Minas Gerais, Brasil.

2- Laboratório de Ictiologia, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil.

3- Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Médio Araguaia, Mato Grosso, Brasil.

4- Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

O Conjunto Arquitetônico da Pampulha projetado por Oscar Niemeyer no início da década de 1940 sob encomenda do prefeito de Belo Horizonte Juscelino Kubitschek, tornou-se Patrimônio Cultural da Humanidade no dia 17 de julho de 2015. A decisão foi tomada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) em Istambul, Turquia. Assim, ele passa a ser o 20º bem brasileiro inscrito na Lista do Patrimônio Mundial (Onu, 2016). Compõem o Conjunto Arquitetônico da Pampulha a Igreja de São Francisco de Assis, o antigo Cassino (atual Museu de Arte da Pampulha), a Casa do Baile (atualmente Centro de Referência em Urbanismo, Arquitetura e Design de Belo

Horizonte), o Iate Golfe Clube (atual Iate Tênis Clube) e a lagoa da Pampulha (Unesco, 2016).

A lagoa da Pampulha é o mais antigo e tradicional lago artificial da região metropolitana de Belo Horizonte, e pertence à bacia hidrográfica do rio São Francisco. O reservatório possui volume de 14 milhões de m³, ocupando área de aproximadamente 2,6 Km². A profundidade média é de 5 m, podendo chegar a 16 m de profundidade máxima (Von Sperling, 1992). Possui grande importância por fazer parte do patrimônio ambiental, contudo, nos últimos 30 anos, este ecossistema vem apresentando diversos problemas ambientais:

(i) Assoreamento

Em 1950 teve início o processo de assoreamento da represa, intensificando-se a partir de 1980 devido à redução da cobertura vegetal e ocupações urbanas que proporcionaram condições favoráveis à erosão - possibilitando o carreamento de materiais sólidos pelos córregos que deságuam diretamente na lagoa da Pampulha (Batista, 2013).

(ii) Eutrofização

A partir da década de 1980 quando a urbanização foi impulsionada na região, o processo de eutrofização da lagoa da Pampulha intensificou-se devido ao grande aporte de nutrientes provenientes de esgotos domésticos e industriais dos córregos formadores da lagoa. Com isso, houve frequentes florações de algas fitoplanctônicas, especialmente *Microcystis flos-aquae* e *M. aeruginosa*, além de eventos de proliferação da macrófita aquática flutuante aguapé *Eichornia crassipes* e alguns casos isolados de mortandade de peixes a partir de 1986 (Pinto-Coelho, 1992).

(iii) Introdução de espécies aquáticas

As invasões biológicas na lagoa foram registradas pela primeira vez em 1986 com o surgimento do caramujo *Melanooides tuberculata*. No ano seguinte, este caramujo

atingiu em alguns pontos da lagoa a densidade de 20.000 indivíduos/m² (Freitas et al., 1992). A partir de 1989, surgiram os primeiros registros da introdução de peixes não-nativos como o apaiari *Astronotus ocellatus*, trairão *Hoplias* cf. *lacerdae*, curimatá *Prochilodus scrofa* (= *Prochilodus lineatus*), carpa comum *Cyprinus carpio* e tilápias *Oreochromis* sp. 1 (possivelmente *Oreochromis niloticus*) e *Oreochromis* sp. 2 (possivelmente *Tilapia rendalli* (= *Coptodon rendalii*)) (Godinho et al., 1992). Em 2003, foi registrada a presença do tamboatá *Hoplosternum littorale*, em 2005 o peixe de briga *Betta splendens*, em 2010 o guppy *Poecilia reticulata* e em 2012 o bagre africano *Clarias gariepinus* e o acará onça *Parachromis managuensis* (Odilla, 2005; Pinto & Melo, 2011; Weber, 2013). Para as tartarugas tigre d'água de ouvidos vermelhos *Trachemys scripta elegans* e tigre d'água *Trachemys dorbigni*, não há registros do período de introdução, mas acredita-se que possivelmente foram introduzidas por moradores locais que mantinham esses animais em cativeiro (Odilla, 2005; Souza, 2013).

Ações em andamento

A conquista do título de Patrimônio Cultural da Humanidade traz também

responsabilidades, especialmente ambientais. Um acordo com a Unesco prevê a despoluição da lagoa da Pampulha. O documento emitido pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (Icomos), entidade da Unesco que avaliou a candidatura do Conjunto Arquitetônico da Pampulha, apontou a preocupação do órgão quanto à poluição da água da lagoa, e exigiu que a qualidade da água apresentasse padrões aceitáveis (ICOMOS, 2016). Essas ações já iniciaram, e exceto erradicação de espécies não-nativas, vamos descrever o que tem sido feito com o objetivo de melhoria ambiental na lagoa da Pampulha:

(iv) Assoreamento

Contempla o disciplinamento do uso e ocupação do solo, controle da erosão e dragagem periódica da parte assoreada da lagoa, buscando a manutenção do espelho d'água e da sua função de amortecimento de cheias. O sistema usado desde 2013 é o de dragagem de longa distância. Neste sistema, uma draga fica posicionada sobre a água com uma bomba de sucção para remoção da lama do leito, e por uma tubulação flexível, o substrato é desidratado para retirada da água e, posteriormente, enviado ao local de descarte (Batista, 2013).

(v) Eutrofização

Contempla a solução para o

sanitário através da implantação de interceptores de rede de coleta de esgotos, por meio da Estação de Tratamento de Águas Fluviais (ETAF). Esta ETAF tem como objetivo realizar o tratamento das águas dos ribeirões Ressaca e Sarandi, principais afluentes da lagoa da Pampulha. A unidade utiliza o sistema de tratamento por flotação a ar dissolvido, que consiste na redução da poluição dos sólidos em suspensão na água a partir da dosagem de produtos químicos e da injeção de ar comprimido para promover a flotação, separando a matéria sólida da água bruta. Esta ETAF utiliza tratamento secundário e tem uma eficiência de 85% na remoção de carga orgânica e sólidos em suspensão (Batista, 2013).

Em 2013, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) concluiu as obras de esgotamento sanitário do córrego Água Funda, outro afluente da lagoa, e iniciando a operação dos Interceptores e Estação Elevatória Pampulha, redes coletoras e interceptores ao longo do córrego Braúnas, duas estações elevatórias e linhas de recalque para o bombeamento dos esgotos até os interceptores existentes, que, por sua vez, conduzem os efluentes à Estação de Tratamento de Esgoto Onça. Estas obras têm como objetivo otimizar o funcionamento do sistema de esgotamento sanitário já implantado pela COPASA e sanear novas

regiões, eliminando lançamentos de esgotos nos afluentes e córregos que deságuam na lagoa da Pampulha. Além disso, por meio do Programa Caça-esgoto, a COPASA vem incrementando as ações para a eliminação de lançamentos indevidos nos corpos d'água afluentes à lagoa, e assim promover a redução nas concentrações de fósforo e nitrogênio (Batista, 2013).

(vi) Tratamento da Água

Está sendo feito o tratamento da água da lagoa através de bio-remediação (tratamento biológico com a introdução de microrganismos decompositores no corpo d'água), bem como a oxigenação/ozonização (injeção de oxigênio na água na forma de ozônio (O₃), juntamente com o íon hidroxila (OH⁻) e radiação ultravioleta) (Batista, 2013).

(vii) Movimento Somos Pampulha

Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) criada em 2012 cujo objetivo é a conservação ambiental da lagoa da Pampulha. O Movimento Somos Pampulha está pautado em seis pilares de proteção à lagoa: 1) desassorear, 2) reduzir e retardar novo assoreamento, 3) retirar o esgoto dos córregos, 4) tratar a água da lagoa, 5) preservar nascentes e 6) educação ambiental (Batista, 2013).

(viii) Introdução de espécies aquáticas

Nenhuma ação de órgãos ambientais municipais, estaduais, federais, Oscips e ONGs foi ou está sendo feita para erradicar *M. tuberculata*, peixes e as tartarugas *T. scripta elegans* e *T. dorbigni* na lagoa da Pampulha (Godinho & Alves, 1992; Oliveira, 2013; Weber, 2013; Souza, 2013; Batista, 2013).

Perspectivas futuras

Entendemos que o título de Patrimônio Cultural da Humanidade concedido ao Conjunto Arquitetônico da Pampulha é absolutamente merecido para a cidade de Belo Horizonte e o estado de Minas Gerais, e que ações estão em curso para a melhoria da qualidade de água. Apesar disso, como pesquisadores mineiros da área de invasões biológicas e conservação de ecossistemas aquáticos de água doce, acreditamos que somente a despoluição do espelho d'água não será suficiente para resolver definitivamente o problema ambiental da lagoa da Pampulha, tratando-se apenas de “colocar a sujeira para debaixo do tapete”. Também é igualmente necessária a erradicação das espécies aquáticas não-nativas, pois estas também contribuem para a competição, mudança na estrutura de

comunidades, empobrecimento (i.e. homogeneização biótica) da fauna aquática nativa da lagoa, como também para a qualidade da água. Índícios de competição e mudança na estrutura de comunidades/empobrecimento da fauna nativa foram registrados por Freitas et al. (1992) em coletas na lagoa da Pampulha na década de 1990, comprovando que o caramujo não-nativo *M. tuberculata* apresentou proporções muito elevadas, superiores a 300:1 sobre o caramujo nativo *Biomphalaria tenagophila*. Do mesmo modo, Weber (2013) indicou que os peixes não-nativos acará onça *P. managuensis*, tilápia do Nilo *O. niloticus* e tamboatá *H. littorale* foram respectivamente os mais coletados, num total de oito espécies encontradas. A presença de espécies não-nativas, como a carpa comum *C. carpio*, que tem por hábito revolver o substrato, faz com que grande parte do material depositado no fundo seja levado para a coluna d'água, modificando a qualidade da água. Por sua vez, a tilápia do Nilo *O. niloticus* devido seu hábito alimentar, pode disponibilizar nutrientes para algas da superfície favorecendo a incidência de floração de microalgas (Starling, 2002). Em ambos os casos, mesmo com todo o processo de despoluição, a turbidez da água e floração de algas podem se manter devido à presença de carpas e tilápias, comprometendo assim a beleza cênica da paisagem do novo

Patrimônio Cultural da Humanidade.

Nota-se, pelo exposto, que em nenhum momento nem a Icomos, Unesco, Prefeitura de Belo Horizonte, COPASA e a sociedade civil de Belo Horizonte mencionam a questão das espécies não-nativas presentes na lagoa da Pampulha. Isso se deve ao desconhecimento do assunto por todos, especialmente pelos brasileiros. Exemplo disso são populações ribeirinhas do país que acreditam que os peixes não-nativos *C. carpio*, *T. rendalli* (= *Coptodon rendalii*) e *O. niloticus* são espécies genuinamente brasileiras (Magalhães, 2010).

O Brasil é signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e no âmbito do Plano Estratégico 2011-2020 de Nagoya em 2010, a CDB adotou o alvo Aichi 9: “Até 2020, espécies exóticas terão sido controladas ou erradicadas, e medidas de controle de vetores terão sido tomadas para impedir sua introdução e estabelecimento”. A partir disso, é necessário que os órgãos competentes de Belo Horizonte realizem ações para erradicar as espécies não-nativas estabelecidas na lagoa da Pampulha. Não sugerimos erradicar *M. tuberculata*, peixes e tartarugas através da coleta porque é praticamente impossível acabar com as espécies por este método, nem a liberação da pesca dos peixes para consumo humano pelo fato de estarem contaminados com elementos

nocivos à saúde como cádmio, mercúrio e zinco, podendo gerar intoxicações sistêmicas (i.e. bioacumulação / biomagnificação) (Castello-Branco et al., 2000). Também não sugerimos a utilização de moluscicida para *M. tuberculata* nem rotenona para os peixes pelo fato destes elementos intoxicarem também toda a fauna aquática nativa (Baird, 2006). A erradicação de espécies não-nativas aquáticas pode ser possível através da recriação de habitats (Scoppettone et al., 2005). Assim, a sugestão mais plausível para erradicar as espécies seria a abertura das comportas dos vertedouros da barragem para o esvaziamento da represa no período de inverno quando não chove, e realizar a limpeza do substrato para remoção de todas as formas do caramujo não-nativo, além da remoção dos peixes e tartarugas introduzidos. Antes do esvaziamento, colocar telas de malha fina anterior aos vertedouros para evitar a passagem de espécies não-nativas para a jusante. Posteriormente após dois meses dessecando ao sol, será possível encher novamente a lagoa e reintroduzir as espécies nativas de invertebrados, peixes, anfíbios e quelônios. Essa alternativa é viável, e já realizada no lago Green, estado da Flórida, Estados Unidos, onde pesquisadores esvaziaram esse ecossistema obtendo total sucesso na erradicação do peixe não-nativo acará *Cichlasoma nigrofasciatm* (= *Amatitlania nigrofasciata*) (Hill & Cichra,

2005). Mesmo procedimento foi realizado em sete lagos no condado de Contra Costa, estado da Califórnia por Alvarez et al. (2003) para a remoção de peixes não-nativos como os bagres *Ameirus nebulosus*, *A. catus*, *Ictalurus punctatus*, black bass *Micropterus salmoides*, perca sol *Lepomis macrochirus* e peixe mosquito *Gambusia affinis*. Embora difícil, nossa sugestão para erradicar as espécies aquáticas não-nativas estabelecidas na lagoa da Pampulha é viável, já que a grande dimensão da lagoa permite apenas ações pontuais que têm efeito paliativo.

Somente a alternativa de esvaziamento da lagoa não resolve o problema das introduções, pois estas podem ocorrer novamente após o ecossistema ser recomposto. É necessário adotar o princípio da precaução e investir na prevenção das fontes de introduções de espécies (i.e. pescadores, aquaristas, moradores do entorno da lagoa) através de educação ambiental. A conscientização ambiental de forma geral, onde cada cidadão coopere efetivamente com atitudes e boas práticas são também fatores indispensáveis para o sucesso ambiental da lagoa da Pampulha (Batista, 2013).

Por fim, novamente reiteramos aqui que como cidadãos mineiros, estamos felizes com o título de Patrimônio Cultural da Humanidade concedido ao Conjunto Arquitetônico da Pampulha, pois sabemos da

sua enorme importância para a cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, Brasil e mundo, mas como biólogos/pesquisadores, não concordamos que a despoluição da lagoa tenha foco apenas na qualidade da água e do espelho d'água. As intervenções devem ir além, incluindo também a questão das espécies introduzidas. Enquanto não houver providências efetivas do poder público a respeito das espécies não-nativas da lagoa, o ditado popular utilizado em Minas Gerais “*Por fora bela viola, por dentro pão bolorento*” o qual mostra que as aparências enganam, será válido para a lagoa da Pampulha, um dos componentes do novo Patrimônio Cultural da Humanidade.

Referências

- ALVAREZ, J. A.; DUNN, C. & ZUUR, A. F. Response of California red-legged frogs to removal of non-native fish. Transactions of the Western Section of the Wildlife Society, v. 38, no. 39, p. 9-12, 2003.
- BAIRD, C. 2006. Chemistry in your life. New York: W. H. Freeman, 651 p.
- BATISTA, A. A. Ações ambientais que visam a revitalização e prevenção da lagoa da Pampulha. Revista Pensar Engenharia, v. 1, no. 2, 53 p., 2013.
- CASTELLO-BRANCO, E. C.; MORAIS, R. Z.; LIMA, T. C.; ALVES, H. J. & MARIA, T. A. Ocorrência de elementostração em *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) na lagoa da Pampulha, Belo Horizonte. BIOS, v. 8, no. 8, p. 115-121, 2000.
- FREITAS, J. R.; SANTOS, M. B. L. & ROCHA, L. A. Situação atual da transmissão da esquistossomose na Pampulha - Ecologia dos moluscos da represa, p. 41-69. In: GODINHO, H. P.; FREITAS, J. R.; NUNES, R. L.; SOUZA, R. M. V. M. & LOMBARDI, W. (Eds.). Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha. SEGRAC, Belo Horizonte, 204 p, 1992.
- GODINHO, H. P. & ALVES, C. B. M. Qualidade da água, moluscos, insetos e peixes, p. 191-195. In: GODINHO, H. P.; FREITAS, J. R.; NUNES, R. L.; SOUZA, R. M. V. M. & LOMBARDI, W. (Eds.). Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha. SEGRAC, Belo Horizonte, 204 p, 1992.
- GODINHO, H. P.; SANTOS, G. B.; ALVES, C. B. M. & FORMAGIO, P. S. Os peixes e a pesca na represa da Pampulha, Belo Horizonte, MG, p. 86-97. In: GODINHO, H. P.; FREITAS, J. R.; NUNES, R. L.; SOUZA, R. M. V. M. &

- LOMBARDI, W. (Eds.). Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha. SEGRAC, Belo Horizonte, 204 p, 1992.
- HILL, J. E. & CICHRA, C. E. Eradication of a reproducing population of convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Cichlidae), in North-Central Florida. Florida Scientist, v. 68, no. 2, p. 65-74, 2005.
- ICOMOS. 2016. Latest ICOMOS publications. Disponível em: <<http://www.icomos.org/en/what-we-do/disseminating-knowledge/publicationall/latest-icomos-publications>>. Acesso em: 21 de julho de 2016.
- MAGALHÃES, A. L. B. Aquariofilia: Pesquisa sobre `espécies exóticas` entre estudantes universitários da região metropolitana de Belo Horizonte. Ação Ambiental, v. 13, no. 44, p. 11-13, 2010.
- ODILLA, F. 2005. Espécies indesejadas. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/noticias/17_04_05_Especies_indesejadas.htm>. Acesso em: 24 de julho de 2016.
- OLIVEIRA, A. M. Malacofauna - Relatório de monitoramento de fauna da Lagoa da Pampulha e Aeroporto Carlos Drummond de Andrade. Gestão Ambiental Ltda., Belo Horizonte, 131 p., 2013.
- ONU. 2016. Pampulha recebe título da UNESCO de patrimônio cultural da humanidade. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pampulha-recebe-titulo-da-unesco-de-patrimonio-cultural-humanidade/>>. Acesso em: 18 de julho de 2016.
- PINTO-COELHO, R. M. Evolução do grau de eutrofização na lagoa da Pampulha: comparação de ciclos sazonais de nutrientes (N e P) e organismos planctônicos, p. 1-14. In: GODINHO, H. P.; FREITAS, J. R.; NUNES, R. L.; SOUZA, R. M. V. M. & LOMBARDI, W. (Eds.). Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha. SEGRAC, Belo Horizonte, 204 p, 1992.
- PINTO, H. A. & MELO, A. L. Metacestodes of *Glossocercus auritus* (Cyclophyllidea, Gryporhynchidae) in *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) from Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 20, no. 2, p. 161-164, 2011.
- SCOPPETTONE, G. G.; RISSLER, P. H.; GOURLEY, C. & MARTINEZ, C. Habitat restoration as a means of controlling non-native fish in a Mojave Desert Oasis. Restoration Ecology, v. 13, no. 2, p. 247-256, 2005.

SOUZA, A. M. Herpetofauna - Relatório de monitoramento de fauna da Lagoa da Pampulha e Aeroporto Carlos Drummond de Andrade. Gestão Ambiental Ltda., Belo Horizonte, 131 p., 2013.

STARLING, F; LAZZARO, X.; CAVALCANTI, C. & MOREIRA, R. Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. *Freshwater Biology*, v. 47, no. 12, p. 2443-2452, 2002.

UNESCO. 2016. Pampulha é o vigésimo sítio brasileiro inscrito na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO. http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ab-out-this-office/single-view/news/pampulha_is_the_twentieth_brazilian_site_inscribed_on_the_un/#.V4z7ovkrKiO. 17/07/2016.

VON SPERLING, E. Propostas de recuperação e manejo da represa da Pampulha, p. 179-186. In: GODINHO, H. P.; FREITAS, J. R.; NUNES, R. L.; SOUZA, R. M. V. M. & LOMBARDI, W. (Eds.). *Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha*. SEGRAC, Belo Horizonte, 204 p, 1992.

WEBER, A. A. Ictiofauna - Relatório de monitoramento de fauna da Lagoa da Pampulha e Aeroporto Carlos Drummond de Andrade. Gestão Ambiental Ltda., Belo Horizonte, 131 p., 2013.