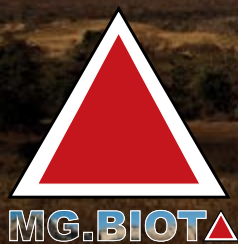


MG.BIOTA

v.12, n.1 – Julho / Dezembro 2019
ISSN 1983-3687

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - MG

DIRETORIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



MG.BIOTA

Publicação da Diretoria de Unidades de Conservação – Instituto Estadual de Florestas - IEF
Rodovia Papa João Paulo II, 4143 – Serra Verde – Belo Horizonte/MG – CEP: 31.630-900
Edifício Minas – 1º andar

Conselho Editorial

Cláudio Vieira Castro - IEF
Priscila Moreira Andrade – IEF
Adriano Pereira Paglia - UFMG
Fabiano Rodrigues de Melo – UFV

Editores Associados

Flávia Campos Vieira
Luís Fernando dos Santos Clímaco

Coordenação Editorial

Bárbara Karen M. de Souza (Estagiária)
Janaína A. Batista Aguiar
John Eurico
Márcia Beatriz Silva de Azevedo
Mônica Maia
Priscila Moreira de Andrade
Rosinalva da Cunha dos Santos
Sandra Mara Esteves de Oliveira
Silvana de Almeida

Colaboradores deste número

Cyntia Goulart Corrêa Bruno
Renilson Paula Batista
Sandra Mara Esteves de Oliveira

Foto Capa: Evandro Rodney

Imagem: Parque Estadual Serra Nova e Talhado

Foto Contracapa: Thiago Metzker

Imagem: Parque Natural Municipal das Andorinhas, Ouro Preto, Minas Gerais

<http://mgbiota.ief.mg.gov.br>
projetospesquisas.ief@meioambiente.mg.gov.br
Belo Horizonte/MG

FICHA CATALOGRÁFICA

MG.Biota: Boletim Técnico Científico da Diretoria de Unidades de Conservação/IEF - MG.v.12, n.1(2019) - Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, 2019

v.; il.

Edição Semestral a partir do v.12, n.1.2019.

ISSN: 1983-3687

1. Biosfera - Estudo - Periódico. 2. Biosfera - Conservação. Instituto Estadual de Florestas. Diretoria de Unidades de Conservação / IEF

CDU: 502

Catálogo na Publicação – Silvana de Almeida CRB. 1018-6



INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - MG

DIRETORIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

MG. BIOTA	Belo Horizonte	v. 12 n. 1	jul./dez.	2019
-----------	----------------	------------	-----------	------

SUMÁRIO

Editorial 05

A evolução da criação das unidades de conservação municipais e a implementação do ICMS Ecológico em Minas Gerais

Luiz Paulo Pinto , Cláudia Márcia Martins Rocha , Daniela Lara Martins, Deborah Costa Pinto , Maria Auxiliadora Drumond 06

Contribuição das unidades de conservação municipais no sistema de proteção da biodiversidade em Minas Gerais

Deborah Costa Pinto, Luiz Paulo Pinto, Maria Auxiliadora Drumond, Cecília Fernandes de Vilhena..... 23

Barreiras físicas e velocidade de água influenciam a riqueza de invertebrados no fundo de um córrego no Parque Estadual do Rio Preto?

Gabriel Estevão Nogueira Aguilã, Matteus Carvalho Ferreira, Catarina Dias de Freitas, Raphael Henrique Novaes, Gisele Moreira dos Santos¹, Marcos Callisto 42

Ampliando o conhecimento sobre os peixes do rio Pandeiros

Rafael Couto Rosa de Souza , Marina Lopes Bueno , Marina Silva Rufino , Marina Ferreira Moreira e Paulo Santos Pompeu..... 57

Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros e seu efeito sobre moluscos aquáticos invasores

Marden Seabra Linares, Marcos Callisto 78

Em Destaque

Unidades de conservação municipais no ambiente urbano em Minas Gerais..... 90

EDITORIAL

Apresentamos a primeira versão digital da revista MG.Biota, periódico criado em abril/2008, editado e distribuído gratuitamente até o primeiro semestre de 2019.

O principal objetivo da MG.Biota é divulgar a importância da conservação da biodiversidade de Minas Gerais, destacando a necessidade de manutenção das unidades de conservação estaduais, espaços fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa científica. Os artigos que compõem cada edição são, prioritariamente, resultados de trabalhos de pesquisas desenvolvidas nas UCs do IEF.

A partir de julho/2019, a periodicidade passou a ser semestral e na versão digital, objetivando possibilitar uma melhor divulgação e disseminação do conteúdo do boletim, assim como uma maior facilidade de acesso ao público leitor interessado no conhecimento da biota mineira e áreas afins.

Nesta edição os artigos trazem pesquisas que enfocam estudos sobre a evolução da criação de unidades de conservação municipais, como também a contribuição dessas unidades para proteção da biodiversidade mineira; estudo sobre barreiras físicas e velocidade de água no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto e; outros dois estudos na Área de Proteção Ambiental Pandeiros: um sobre a ictiofauna presente no rio Pandeiros e outro sobre a distribuição de moluscos invasores no rio.

Agradecemos aos autores pela colaboração para o fortalecimento da MG.Biota e desejamos a todos uma boa leitura!

Cláudio Vieira Castro

Diretor de Unidades de Conservação – IEF

A evolução da criação das unidades de conservação municipais e a implementação do ICMS Ecológico em Minas Gerais

Luiz Paulo Pinto¹, Cláudia Márcia Martins Rocha², Daniela Lara Martins³, Deborah Costa Pinto⁴, Maria Auxiliadora Drumond⁵

Resumo

A gestão de dezenas de unidades de conservação municipais de Minas Gerais exige estrutura, capacidade técnica e de financiamento do sistema. Esse artigo analisa a evolução da expansão da rede de unidades de conservação municipais no estado e sua relação com o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) com critérios ambientais, também conhecido como ICMS ecológico. A expansão das unidades de conservação municipais em Minas Gerais é fortemente marcada pela implementação do ICMS Ecológico, especialmente nos primeiros 10 anos de operação do tributo. Os ajustes e aperfeiçoamentos do processo do ICMS Ecológico desenvolvidos ao longo dos anos têm contribuído para a consolidação desse tributo como um incentivo importante para o setor ambiental e para a rede de unidades de conservação municipais.

Palavras chave: áreas protegidas, ICMS, gestão ambiental municipal, conservação da biodiversidade

Abstrat

The management of dozens of municipal protected areas in Minas Gerais requires structure, technical capacity and financing of the system. This paper analyzes the evolution of the expansion of the network of municipal protected areas in the state and its relationship with the ICMS (value added tax on goods and services) according to environmental criteria, also known as ICMS Ecológico. The expansion of municipal protected areas in Minas Gerais is strongly marked by the implementation of ICMS Ecológico, especially in the first 10 years of operation of the tribute. The adjustments and improvements of the ICMS Ecológico process developed over the years have contributed to the consolidation of it as an important incentive for the environmental sector and for the network of municipal protected areas.

Keywords: protected areas; ICMS; municipal environmental management; conservation of biodiversity

¹ Sócio da Ambiental 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. <luizpaulopinto10@gmail.com>.

² Analista Ambiental da Diretoria de Unidades de Conservação (ICMS Ecológico/Unidades de Conservação) do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.

³ Analista Ambiental e Assessora da Assessoria de Controle Processual e Autos de Infração do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais; Professora de Direito Ambiental do Centro Universitário UNA.

⁴ Graduanda em Ciências Biológicas (Ecologia) no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

⁵ Professora do Laboratório de Sistemas Socioecológicos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Introdução

No Brasil, os municípios têm por atribuição constitucional a responsabilidade de controlar o uso e a ocupação do solo, o que inclui a criação e implementação das unidades de conservação municipais, e sua inserção no desenvolvimento territorial municipal.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), criado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, inseriu formalmente as unidades de conservação municipais na estratégia nacional de proteção da biodiversidade. Mas, o conhecimento sobre a dimensão e a importância da rede de unidades de conservação sob a administração dos municípios tem evoluído apenas recentemente (PINTO, 2017; PINTO *et al.*, 2017; SALVIO *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, neste volume).

Esses espaços territoriais protegidos fazem parte, cada vez mais, da dinâmica da paisagem do território municipal. O grande contingente de municípios no Brasil e em Minas Gerais, distribuídos em diferentes contextos ambientais e socioeconômicos e com enormes dificuldades políticas e financeiras, é um desafio para a instrumentalização da proteção da biodiversidade por meio dos governos locais.

Para consolidar uma rede de unidades de conservação municipais é preciso avançar em mecanismos capazes de fortalecer técnica e financeiramente os governos locais, para garantir maior sustentabilidade e continuidade no processo de proteção da biodiversidade e dos serviços ambientais que essas unidades proporcionam para a sociedade. A implementação do Imposto sobre

Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) com critérios ambientais, também conhecido como ICMS Ecológico ou ICMS Verde, é um exemplo de mecanismos promissores para o setor ambiental.

Classificado como um instrumento econômico de compensação fiscal, o ICMS Ecológico está em operação em 17 estados do Brasil, proporcionando o repasse de milhões de reais por ano para os municípios que abrigam unidades de conservação municipais ou que cumprem outros critérios ambientais (PINTO *et al.*, 2019).

O ICMS Ecológico surgiu em 1991 no estado do Paraná como uma forma de ressarcir os municípios pela restrição ao uso de seu território. Posteriormente, Minas Gerais também instituiu a legislação do ICMS Ecológico por meio da Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, conhecida como Lei Robin Hood. Atualmente, está em vigor no estado a Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios.

A receita do ICMS é distribuída entre os Entes Estadual e Municipal, sendo 25% do valor arrecadado destinado aos municípios, conforme preconiza o inciso IV do artigo nº 158 da Constituição Federal. No total foram instituídos dezoito critérios para o ICMS em Minas Gerais como o Valor Adicionado Fiscal (VAF), área geográfica, população, educação, meio ambiente, e outros. É estabelecida uma percentagem específica para cada critério (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Distribuição do ICMS em Minas Gerais conforme os critérios estabelecidos



Fonte: IEF (2017)

O ICMS Ecológico (critério ambiental) no estado representa 1,10% da cota parte dos municípios e contém três critérios de repartição: (i) Índice de Conservação (45,45%); (ii) Índice de Saneamento Ambiental (45,45%); e (iii) Índice de Mata Seca (9,10%). As unidades de conservação estão incluídas no critério “Índice de Conservação” junto com outras áreas protegidas, e possui como objetivo compensar os municípios que possuem unidades de conservação em seus territórios, além de incentivar a criação de outras unidades e melhorar a qualidade de gestão dessas áreas protegidas.

Diante disso, o ICMS Ecológico abriu oportunidades para transformações importantes da gestão ambiental municipal, incluindo o estímulo para a criação e implementação de unidades de conservação municipais. Nesse artigo será abordada a evolução da criação de unidades de conservação municipais em face da implementação do ICMS Ecológico no estado.

Metodologia

O levantamento de informações sobre as unidades de conservação municipais de Minas Gerais foi realizado através de fontes secundárias e contatos com os municípios, durante o período de março de 2016 a dezembro de 2018. Levou-se em consideração as unidades de conservação que estão em conformidade com o SNUC, além das áreas que foram formalmente criadas e são consideradas e manejadas como unidades de conservação pelos municípios, mas que ainda não estão categorizadas conforme o sistema nacional.

As fontes utilizadas para o levantamento de informações sobre as unidades de conservação municipais são: websites oficiais das prefeituras; Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018); Banco de Dados de Unidades de Conservação do Cerrado e da Mata Atlântica da Ambiental

44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda, de 2018.; Banco de Dados de Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica da Fundação SOS Mata Atlântica, de 2017; Atlas Digital Geoambiental do Instituto Prístino, de 2018⁶; literatura científica (artigos, teses e dissertações); Cadastro de Unidades de Conservação no ICMS Ecológico de Minas Gerais, de 2018; Resoluções SEMAD-MG sobre repasse de ICMS Ecológico, de 2013 a 2018; documentos técnicos (ex.: Plano Diretor Municipal; proposta de criação de unidades de conservação, e outros).

Para cada unidade de conservação foram levantadas as seguintes informações: (i) município em que se insere; (ii) categoria e grupo de manejo; (iii) nome da unidade; (iv) área (hectares); (v) ano de criação; e (vi) norma legal de criação.

A avaliação do ICMS Ecológico foi realizada considerando as bases de informações disponibilizadas publicamente durante 2018 pelos websites da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável-SEMAD⁷, do Instituto Estadual de Florestas-IEF⁸ e da Fundação João Pinheiro⁹, instituição que auxilia o estado na gestão do tributo. Foram consultadas também as Resoluções SEMAD entre 1996 e 2018, que divulgam os dados e a pontuação final do fator de qualidade referente às unidades de conservação e outras áreas especialmente protegidas no estado de Minas Gerais.

⁶<https://www.institutopristino.org.br/atlas>.

⁷<http://www.meioambiente.mg.gov.br/icms-ecologico>.

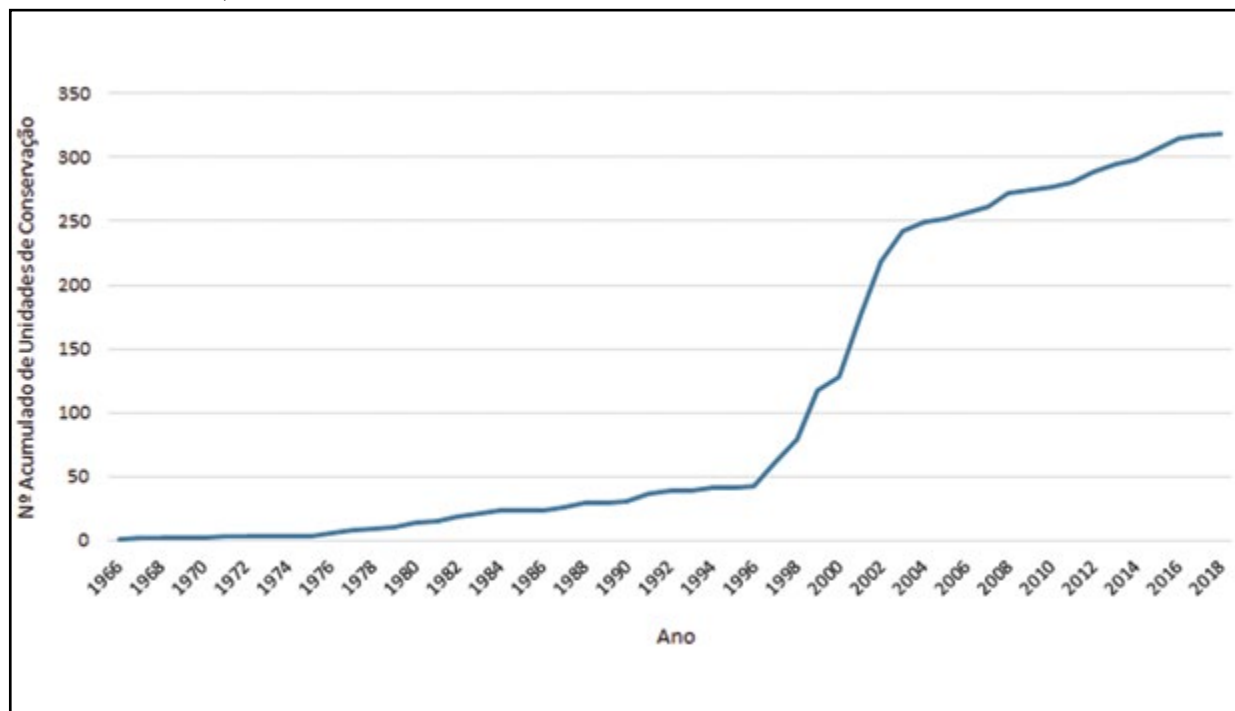
⁸<http://www.ief.mg.gov.br/regionais-ief/1625-icms-ecologico->

⁹<http://fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/transferencias/pesquisamunicipio>

Resultado e Discussão

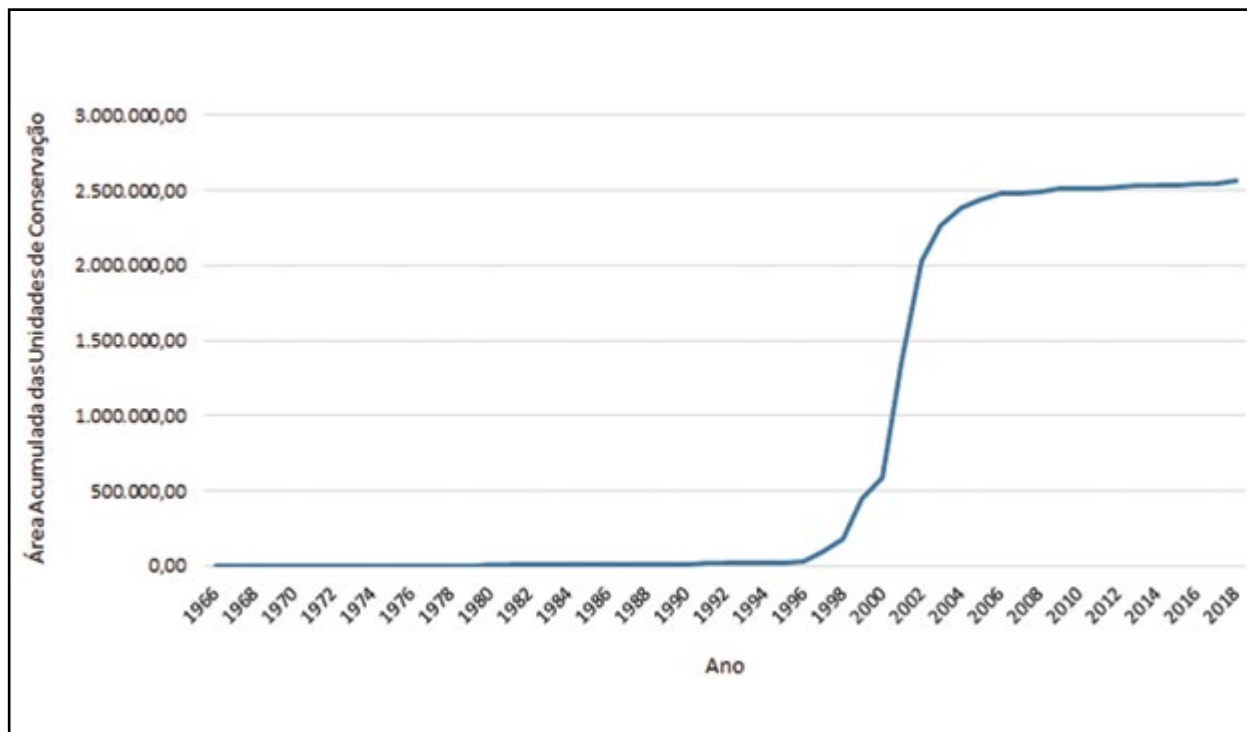
Foram registradas 323 unidades de conservação municipais em Minas Gerais até o momento, Gráfico 2, distribuídas por 208 municípios (PINTO *et al.*, neste volume). A evolução da criação das unidades de conservação municipais é marcada por um crescimento gradual até o início da vigência do ICMS Ecológico no estado em 1995 e uma forte expansão do sistema municipal nos primeiros 10 anos de implementação do tributo (GRÁFICO 3). O número de unidades de conservação municipais foi ampliado em quase sete vezes e a área total protegida em 133 vezes se comparada a situação do sistema municipal de conservação antes e após 1995.

Gráfico 2 – Evolução do número acumulado de unidades de conservação municipais públicas em Minas Gerais, entre 1966 e 2018



Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

Gráfico 3 – Evolução da área (hectares) total acumulada de unidades de conservação municipais públicas em Minas Gerais, entre 1966 e 2018

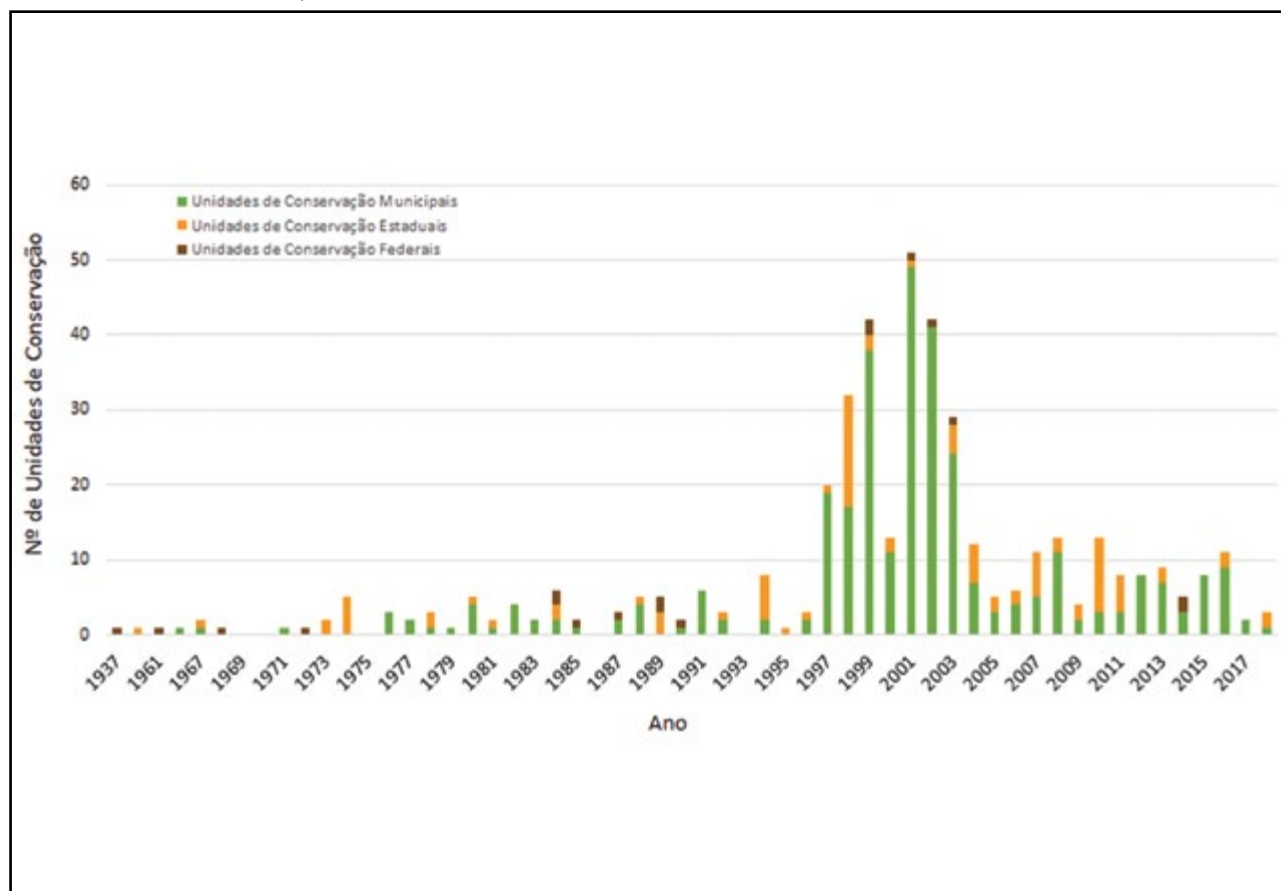


Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

A média de criação de unidades de conservação municipais antes do ICMS Ecológico no estado é de 1,4 unidade/ano, enquanto no período após a implementação do tributo a média passa a ser de 12 unidades/ano. Considerando apenas os primeiros 10 anos de implementação do ICMS Ecológico a média foi de 21,1 unidades/ano, ou seja, 15 vezes mais do que no período anterior ao ICMS Ecológico. Apesar de diminuir o ritmo de criação de unidades de conservação municipais após 10 anos de vigência do ICMS Ecológico, ainda assim a média de criação é 3,6 vezes superior ao período anterior à criação do tributo.

As diferenças são ainda mais pronunciadas quanto a área total protegida por unidades de conservação municipais antes e depois do ICMS Ecológico (GRÁFICO 4). Nos primeiros 10 anos de implementação do ICMS Ecológico a média foi de cerca de 242 mil hectares por ano, ou seja, 379 vezes a média (638 hectares/ano) de inclusão de área protegida por ano no período anterior à criação do tributo. Após 10 anos de vigência do ICMS Ecológico, a média da área protegida incorporadas pelas unidades de conservação municipais no sistema é 15,5 vezes superior ao período anterior à criação do tributo.

Gráfico 4 – Evolução do número de unidades de conservação públicas por esfera político-administrativa em Minas Gerais, entre 1937 e 2018

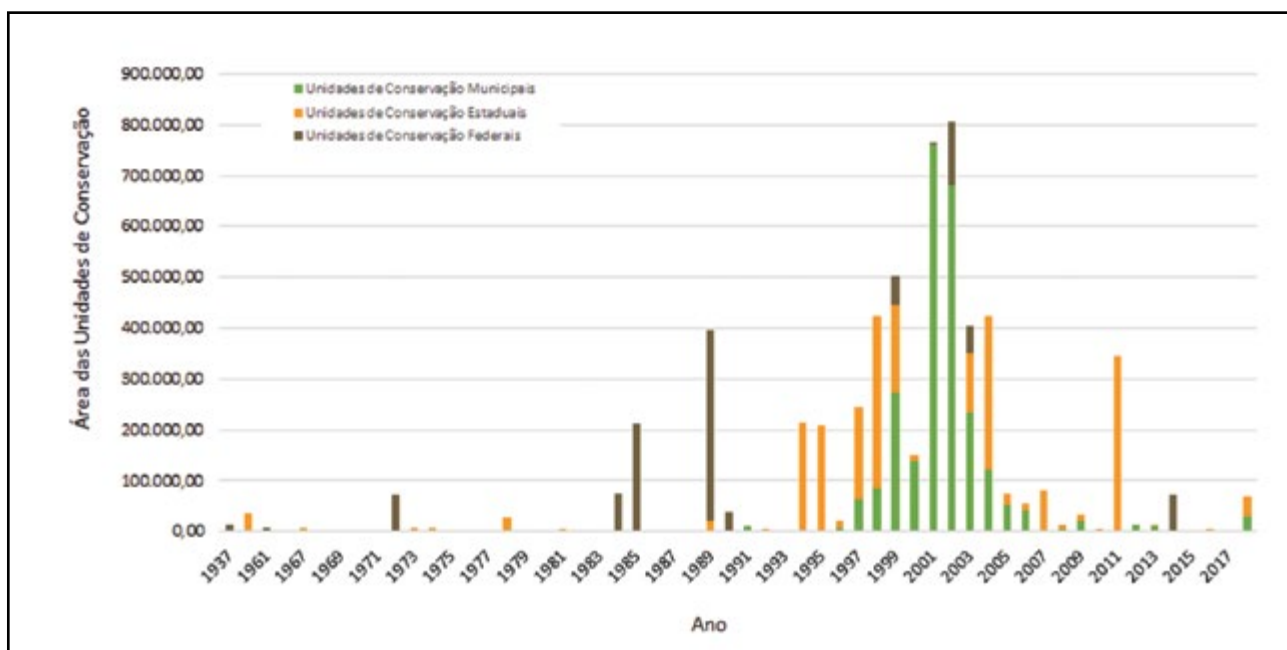


Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

A mudança na representatividade das unidades de conservação municipais no quadro geral do sistema do estado pode ser vista também como um indicativo da influência do ICMS Ecológico. As unidades de conservação municipais representavam 51,9% do número de unidades do sistema no período anterior à 1995 e passaram para 79,4% considerando o período entre a implementação do tributo e 2018 (GRÁFICO 4).

O aumento da representatividade das unidades de conservação municipais em área protegida no estado é também marcante. Até 1995 representavam somente 3,4% da área total protegida dentro do sistema e, de 1996 a 2018, passaram para 56,5% (GRÁFICO 5). Nos 23 anos após a criação do ICMS Ecológico, em 12 vezes as unidades de conservação municipais adicionaram mais áreas protegidas ao sistema do que as unidades estaduais e federais.

Gráfico 5 – Evolução da área (hectares) total protegida pelas unidades de conservação públicas por esfera político-administrativa em Minas Gerais, entre 1937 e 2018



Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

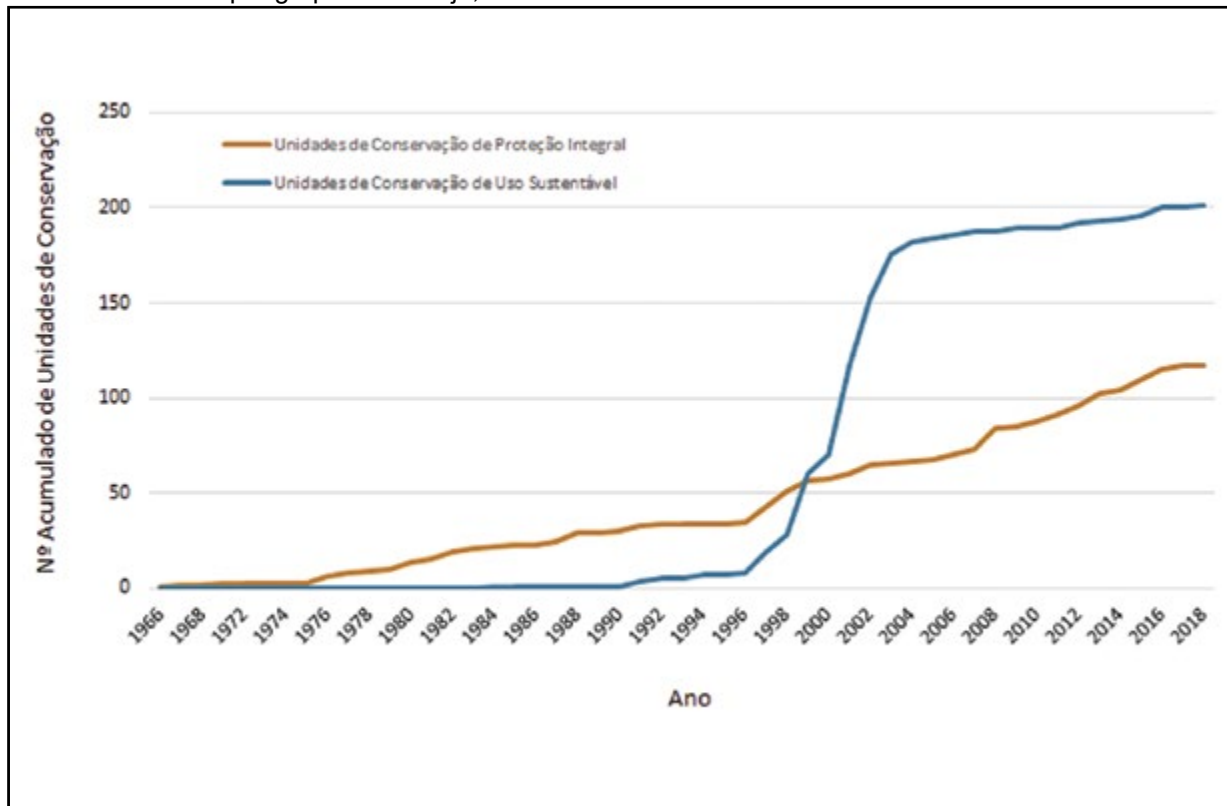
A forte expansão das unidades de conservação municipais ocorreu principalmente pela criação de unidades da categoria de Área de Proteção Ambiental Municipal (APAM). Minas Gerais possui 186 APAMs registradas, sendo que 88% dessas unidades, totalizando cerca de 2,5 milhões de hectares, foram criadas nos primeiros 10 anos do ICMS Ecológico.

Essa dinâmica pode ser melhor observada ao se fazer a análise da evolução da criação de unidades de conservação municipais por grupo de manejo – Proteção Integral e Uso Sustentável (GRÁFICO 6). Para cada 10 unidades de conservação municipais criadas entre 1996 e 2005, oito eram unidades de uso sustentável. Enquanto a média de criação de unidades de conserva-

ção municipais de proteção integral por ano foi três vezes superior nos primeiros 10 anos de vigência do ICMS Ecológico se compara-

do ao período anterior a 1995, a média foi cerca de 88,5 vezes superior para unidades de uso sustentável.

Gráfico 6 – Evolução do número acumulado de unidades de conservação municipais públicas em Minas Gerais por grupo de manejo, entre 1966 e 2018



Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

A grande predominância pela criação de APAMs também foi abordada em outros estudos sobre a evolução do sistema de proteção municipal em Minas Gerais (OLIVEIRA *et al.*, 2012; EUCLYDES; MAGALHÃES, 2006; AMDA, 2017; PINTO *et al.*, 2017; SALVIO *et al.*, 2018). Todos os autores chamam a atenção para a importância do ICMS Ecológico no estado, mas fazem ressalvas quanto à eficiência do processo para a real proteção da biodiversidade. O aprendizado com a implementação do ICMS Ecológico ao longo dos anos é importante para realizar os ajustes necessários nos instrumentos

legais que estabelecem os procedimentos para aplicação desse tributo.

Após quase 10 anos de implementação do ICMS Ecológico, o governo mineiro suspendeu os processos de análise do cadastramento de novas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) para fins de recebimento do tributo através da Portaria IEF nº. 120, de 30 de agosto de 2004. Passou a exigir também o recadastramento de todas as unidades de conservação preexistentes para continuidade dos repasses do ICMS Ecológico, conforme a Resolução SEMAD nº 318, de 15 de fevereiro de 2005. Mais importante ainda,

foi a implementação do fator de qualidade como parte dos critérios de avaliação das unidades de conservação, de acordo com a Deliberação Normativa do COPAM nº 86, de 17 de junho de 2005.

Diante da instituição dos instrumentos legais supracitados, para que um município inicie um processo de cadastramento ou de recadastramento de uma unidade de conservação para fins de recebimento de ICMS Ecológico, passou a ser preciso que seu representante legal ou gestor envie um requerimento devidamente protocolado ao IEF, acompanhado de toda documentação, impressa e em meio digital, prevista no art. 6º da Resolução SEMAD nº 318 de 2005. Pode-se dizer, ainda, que esta documentação é inerente a todo processo e procedimentos necessários para a criação de uma unidade de conservação, previsto pela Lei do SNUC.

Além disso, a partir da efetivação do cadastro de uma unidade de conservação, seus gestores deverão enviar o Fator de Qualidade. Este, é um importante instrumento para verificar se as normas e diretrizes estabelecidas pelo SNUC estão sendo cumpridas. Consiste em uma avaliação anual da gestão das unidades de conservação cadastradas e deve ser encaminhado em até 15 de abril, anualmente.

O Fator de Qualidade está intimamente relacionado à gestão das unidades de conservação inseridas no cadastro estadual, sendo dividido por diversos parâmetros tais como: (i) regularização fundiária; (ii) área de cobertura vegetal nativa (ou recuperada com espécies nativas); (iii) reservas legais

localizadas na zona de amortecimento (para APA são consideradas as reservas legais averbadas no interior da unidade); (iv) limites demarcados; (v) plano de manejo; (vi) conselho consultivo; (vii) recursos humanos; (viii) infraestrutura e equipamentos; (ix) recursos financeiros aplicados na UC, dentre outros.

No entanto, vale ressaltar que o ato de criação de uma unidade de conservação não garante automaticamente o repasse financeiro ao município que a abriga. Para tanto, é necessário primeiramente se habilitar ao critério Meio Ambiente – Unidades de Conservação, realizando o cadastramento conforme informado anteriormente através da Resolução SEMAD nº 318/2005.

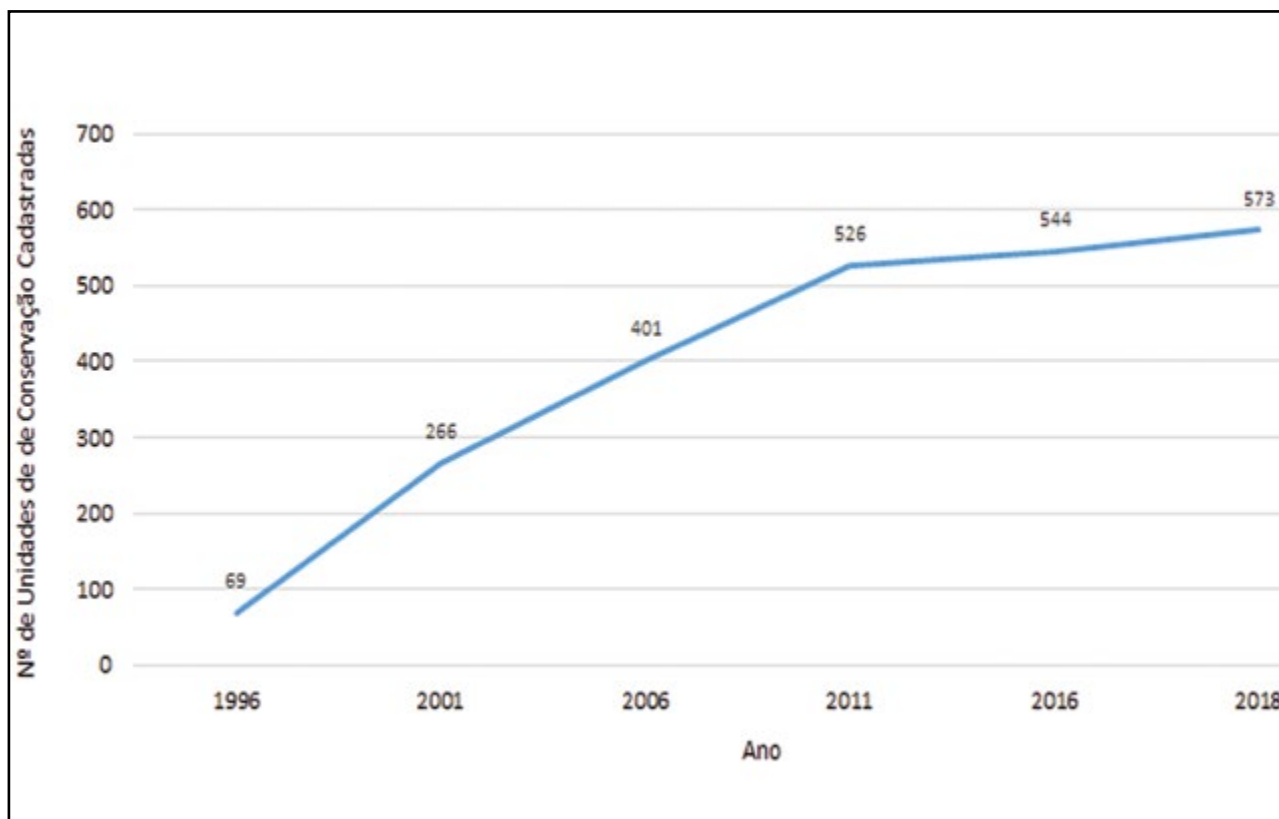
Todos esses procedimentos certamente influenciaram a dinâmica de criação das unidades de conservação municipais e no repasse do ICMS Ecológico em Minas Gerais. O ritmo de criação das unidades de conservação municipais reduziu após a aplicação do fator de qualidade do ICMS Ecológico, passando de 17,7 unidades/ano entre 1996 e 2005 (primeiros 10 anos) para 1,3 unidades/ano nos anos seguintes.

Ressalta-se, ainda, que uma parcela importante dos municípios (40%) não enviou documentações que comprovassem os investimentos nas unidades de conservação municipais entre 2007 e 2008 (OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Em 2015, essa dinâmica ainda parecia a mesma, pois o número de unidades de conservação municipais caiu cerca de 6,5% no cadastro do ICMS Ecológico, principalmente de APAMs (COMINI, 2017).

Apesar da variação no número de unidades de conservação municipais, o número de unidades de conservação no sistema de ICMS Ecológico no estado, nas três esferas

político-administrativas, continua crescendo e representam, atualmente, 8,3 vezes o número de unidades de conservação cadastradas em 1996 (GRÁFICO 7).

Gráfico 7 – Total de unidades de conservação cadastradas para fins de recebimento de ICMS Ecológico, entre 1996 e 2018, em Minas Gerais



Fonte: Resolução 002 de 29/04/1996. **Minas Gerais**. Diário do Executivo. Belo Horizonte, 30 abr. 1996

Estudos sobre a implementação das unidades de conservação municipais em municípios que recebem ICMS Ecológico em Minas Gerais mostram que mesmo com a melhoria na gestão observada pelo fator de qualidade das APAMs e outras categorias de manejo, a maioria das unidades ainda apresentam muitas dificuldades e desafios (OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012; AMDA, 2017; COMINI, 2017). São mencionados aspectos como a ausência de estrutura de gestão, do plano de manejo e do conselho consultivo,

deficiência de equipe técnica e outros elementos relevantes para o funcionamento das unidades.

As novas regras estabelecidas pelos instrumentos legais para aplicação do ICMS Ecológico podem ter estimulado a utilização de categorias de manejo mais restritivas (parques, reservas biológicas e refúgios de vida silvestre) pelas prefeituras, pois passaram a ter maior peso no cálculo do tributo. Em 10 ocasiões a partir de 2007, a criação do número de unidades de conservação municí-

país de proteção integral superou aquelas de uso sustentável. Todos monumentos naturais municipais, por exemplo, foram criados no estado após 2007. Essa categoria tem ainda a vantagem de não precisar, a princípio, de processos de desapropriação, o que evita gastos para a criação e implementação das unidades.

São várias as evidências da influência do ICMS Ecológico na criação e expansão das unidades de conservação municipais. FERNANDES *et al.* (2011), por exemplo, verificaram que a cada aumento de R\$ 1.000,00 no valor recebido pelos municípios através do subcritério de unidades de conservação municipais do ICMS Ecológico em Minas Gerais, a área protegida aumentou em 41,4 hectares. CASTRO *et al.* (2018) analisaram a operação do tributo em 16 estados e demonstraram que o ICMS Ecológico induziu a criação anual, em média, de 22 mil hectares de unidades de conservação municipais a mais do que em estados sem o tributo.

Estudos realizados para avaliar a influência do ICMS Ecológico nos municípios do estado do Rio de Janeiro reforçam também a associação desse tributo com a criação de unidades de conservação municipais (CONTI, 2015; SILVIA, 2018). As pesquisadoras utilizaram entrevistas com gestores municipais que afirmaram que a criação de unidades de conservação é motivada também pela possibilidade de maior arrecadação de recursos financeiros para os municípios.

É importante ressaltar que apesar do estímulo inicial muito forte e do aumento dos recursos distribuídos pelo ICMS Ecológico no estado, a expansão da criação das unidades

de conservação municipais diminuiu o ritmo após 2005 (SALVIO *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2019). O mesmo fenômeno foi observado para outros estados (RUGGIERO, 2018).

A implementação do fator de qualidade foi um fator decisivo para alterar a dinâmica da distribuição do ICMS Ecológico e da seleção das categorias de manejo para criação das unidades de conservação pelos municípios em Minas Gerais. Houve uma desaceleração na criação de unidades de conservação, sobretudo, das APAMs.

Esse fenômeno pode estar relacionado com a mudança das regras e maior rigor na análise dos parâmetros do fator de qualidade das unidades de conservação. A deficiência de pessoal técnico e da estrutura ambiental da maioria dos municípios agravam a situação, que pode ter reflexos sobre os indicadores do ICMS Ecológico.

É possível ainda que fatores políticos afetem a participação dos municípios no ICMS Ecológico a partir de mudanças provocadas pelas eleições municipais. Após a implementação do fator de qualidade em 2005, houve eleições municipais no país em três ocasiões: 2008, 2012 e 2016. Em muitos municípios pode ter ocorrido mudança de gestão política, o que proporciona, muitas vezes, em alterações nas equipes, procedimentos e prioridades dos novos governos municipais, ocasionando dificuldades para retomar o processo e cumprir as exigências do cadastro do ICMS Ecológico.

O reflexo desses aspectos é que vários municípios saem do cadastro do ICMS Ecológico anualmente por não enviarem a documentação necessária, ou por apresentarem

informações discrepantes sobre as ações de implementação das unidades de conservação municipais.

Por outro lado, os municípios continuam gradativamente criando unidades de conservação de proteção integral, que devido as características mais restritivas, são áreas de grande importância para a proteção da biodiversidade em longo prazo. Além da busca para ampliar a arrecadação municipal pela maior representatividade no cálculo do ICMS Ecológico, a mudança de postura das prefeituras na criação das unidades de conservação municipais de proteção integral pode estar relacionada também com a sensibilização da população pela proteção da biodiversidade e criação de áreas verdes, a influência de eventos e grandes acordos globais sobre biodiversidade (ex.: Rio+20), a maior exigência de sustentabilidade pelos mercados, o entendimento dos perigos causados pelas alterações do clima, e outros fatores associados.

O IEF vem realizando ações para ampliar o conhecimento sobre o ICMS Ecológico e atrair e capacitar os municípios sobre a importância e a operacionalização do tributo no estado. Em 2015, foi realizada auditoria dos cadastros e uma iniciativa de capacitação dos gestores. Em 2017, o órgão elaborou um manual para orientar os municípios no processo de cadastramento das unidades de conservação municipais para fins de recebimento do ICMS Ecológico (IEF-MG, 2017).

A institucionalização de um programa estadual de apoio aos municípios pode ser um instrumento importante para aperfeiçoar e qualificar a gestão ambiental e a implementação

das unidades de conservação municipais pelos municípios. Já existem exemplos de programas dessa natureza em outros estados, como o Programa de Apoio às Unidades de Conservação Municipais (ProUC), instituído pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ), e o Programa de Fomento à Criação de Unidade de Conservação do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA-RN), através do Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação (PINTO *et al.*, 2017).

Esse tipo de programa poderia ter como componente o monitoramento das ações de implementação das unidades de conservação mantidas pelos municípios, que é um aspecto fundamental para que as unidades cumpram com os objetivos para que foram criados, contribuam para consolidar o sistema de proteção como um todo, e possam gerar recursos financeiros através do ICMS Ecológico. Vale mencionar que as categorias de manejo predominantes no sistema municipal, parques naturais e áreas de proteção ambiental, aumentaram a pontuação média do fator de qualidade nos últimos anos (COMINI, 2017). Os parques naturais praticamente dobraram a pontuação média entre 2014 (0,3290) e 2016 (0,5933). Mas, ainda é preciso avançar na qualificação de todas as unidades de conservação municipais.

Além das unidades de conservação públicas, existe ainda um grande potencial de crescimento das RPPNs na esfera municipal (LOUREIRO; MARTINEZ, 2004; PINTO *et al.*, 2017; PINTO *et al.*, 2019), que proporcionaria maior reconhecimento e participação do setor

privado na proteção da biodiversidade. No estado do Rio de Janeiro, alguns municípios acreditam que podem ampliar a pontuação e a receita com o ICMS Ecológico através do incentivo à criação de RPPNs municipais e das demais esferas político-administrativas (SILVA, 2018).

Não resta dúvida da importância do ICMS Ecológico como um mecanismo financiador e indutor da agenda ambiental não só em Minas Gerais, mas para os demais estados do país. A utilização das unidades de conservação como um dos critérios de repasse de recursos do ICMS Ecológico gera receitas tributárias para os municípios e é considerado um ativo econômico importante para centenas de municípios e para sociedade (CASTRO *et al.*, 2018) (FOTOGRAFIAS 1, 2 e 3).

Fotografia 1 – Parque Natural Municipal das Andorinhas, Ouro Preto, Minas Gerais

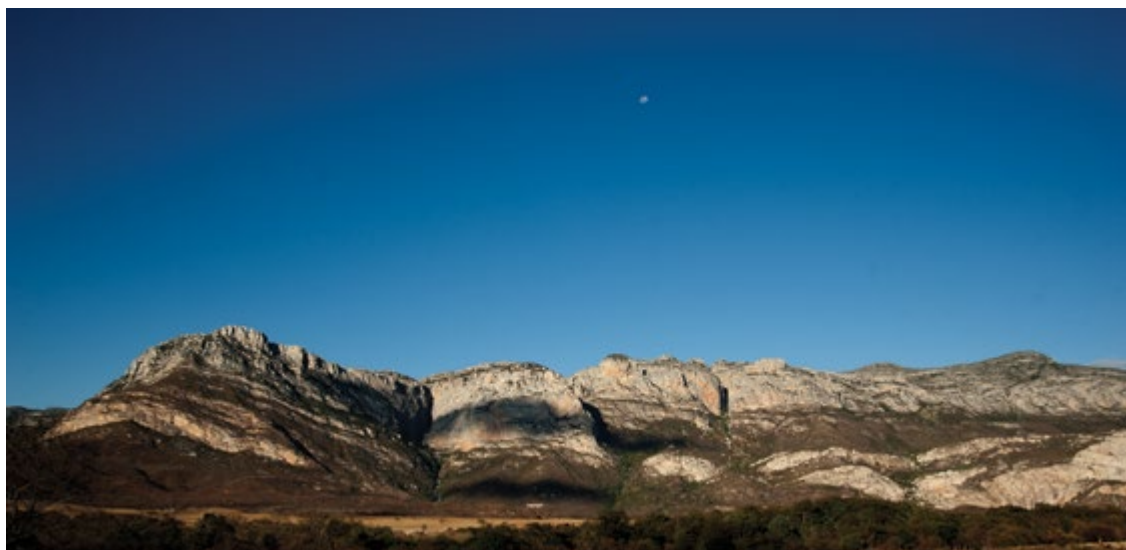


Fonte: Fotografia de Thiago Metzker

Fotografia 2 – Área de Proteção Ambiental de Araponga, Araponga, Minas Gerais



Fonte: Fotografia de Evandro Rodney



Fonte: Fotografia de Evandro Rodney

Entretanto, por restrições constitucionais, os recursos do ICMS ecológico não podem ser vinculados e são utilizados de acordo com a vontade política da administração municipal. É preciso, portanto, aperfeiçoar o processo de aplicação dos recursos do ICMS Ecológico recebidos pelos municípios, para enfrentar o desafio da implementação das unidades de conservação municipais e outras ações ambientais definidas pelos critérios do tributo (CONTI, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016; ROMERO *et al.*, 2017).

Considerações Finais

Os resultados encontrados corroboram estudos anteriores que mostram a forte associação entre a criação das unidades de conservação municipais e a implementação do ICMS Ecológico em Minas Gerais e em outros estados do país (LOUREIRO, 2002; EUCLYDES; MAGALHÃES, 2006; CONTI, 2015; COMINI, 2017; SALVIO, 2017; CASTRO *et al.*, 2018; RUGGIERO, 2018; SALVIO *et al.*, 2018; SILVIA, 2018).

Inicialmente o ICMS Ecológico surgiu como uma forma de ressarcir os municípios pela restrição ao uso de seu território como era a visão em relação a presença das unidades de conservação. Posteriormente, as mudanças e o aperfeiçoamento desse mecanismo fiscal levaram ao entendimento dos atores públicos do ICMS Ecológico como um importante instrumento de provisão de recursos para a efetiva gestão ambiental nos territórios municipais. Com essas características inovadoras, o ICMS Ecológico vem sendo reconhecido como uma política pública incentivadora do princípio ambiental do protetor-recebedor, uma vez que os municípios são induzidos a elaborarem políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade e são remunerados por isso.

Entretanto, é preciso aperfeiçoar a operacionalização do ICMS Ecológico continuamente. Ainda é necessário avançar e criar processos mais claros e simplificados para manter os municípios já cadastrados, assim como atrair novos municípios que queiram criar unidades de conservação e ainda não

recebem o tributo, além de dar eficiência e transparência na aplicação dos recursos. Nesse sentido, os critérios e os parâmetros do ICMS Ecológico de Minas Gerais estão sendo revisados para garantir maior eficiência na aplicação dos recursos e na implementação das unidades de conservação.

Os desafios são grandes e esse artigo levanta elementos para novos estudos e questões a serem investigadas envolvendo o ICMS Ecológico e as unidades de conservação municipais. O processo é competitivo e os municípios devem se preparar institucionalmente para fortalecer sua gestão ambiental, manter os recursos obtidos através do ICMS Ecológico e, sobretudo, criar as condições adequadas para a criação e implementação das unidades de conservação municipais, que contribuirão para a proteção do patrimônio natural do município e do estado de Minas Gerais, além de fornecer serviços ambientais fundamentais para a sociedade.

Referências

AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados das Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais. 2018

AMDA - Associação Mineira de Defesa do Ambiente. **Em Minas, o repasse de ICMS ecológico transformou-se numa indústria de APAS municipais.** EcoDebate. 2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/04/12/em-minas-o-repasse-de-icms-ecologico-transformou-se-uma-industria-de-apas-municipais/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL (Ministério do Meio Ambiente). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação:** Relatório Parametrizado – Unidade de Conservação, UF: MG. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-gerar-relatorio-de-uc>. Acesso em: 06 nov. 2018.

CASTRO, B. S.; CORREA, M. G. C.; COSTA, D. S.; COSTA, L. A. N.; MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F. Geração

de receitas tributárias municipais. In: YOUNG, C.E.F.; MEDEIROS, R. (Org.). **Quanto vale o verde:** a importância econômica das unidades de conservação brasileiras. Rio de Janeiro, Conservação Internacional, 2018. p. 148-173.

COMINI, I. B. **Unidades de conservação como subcritério determinante para a distribuição do ICMS Ecológico no estado de Minas Gerais.** 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE POLITICA AMBIENTAL-COPAM (Minas Gerais) • Deliberação Normativa nº 86, de 17/06/2005 (Critérios para pontuação no Fator de Qualidade em unidades de conservação e outras áreas protegidas); Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=4947>

CONTI, B. R. **ICMS-Ecológico no Estado do Rio de Janeiro:** criação, gestão e uso público em unidades de conservação. 2015. 306 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

EUCLYDES, A. C. P.; MAGALHÃES, S. R. A. A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Gerais: algumas reflexões. **Geografias**, v. 2, n. 2, p. 39-55, 2006.

FERNANDES, L. L.; COELHO A. B.; FERNANDES, E. A.; LIMA, J. E. Compensação e Incentivo à Proteção Ambiental: o caso do ICMS Ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 3, p. 521-544, 2011.

FERREIRA, S. A.; SIQUEIRA, J. R. M.; MACEDO, M. A. S. Avaliação dos impactos da distribuição do ICMS Ecológico na preservação ambiental da Zona da Mata do estado de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E MEIO AMBIENTE, 1., 2016, Volta Redonda. **Anais** [...]. Volta Redonda: Universidade Federal Fluminense, 2016.

IEF-(Minas Gerais) - Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. **Manual de procedimentos para o cadastro de unidades de conservação municipais para fins de recebimento de ICMS ecológico.** Belo Horizonte: IEF, 2017.

LOUREIRO, W. **Contribuição do ICMS Ecológico à conservação da biodiversidade no estado do Paraná.** 2002. 189.f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

LOUREIRO, W.; MARTINEZ, A. ICMS Ecológico como instrumento de apoio as RPPNs no Paraná. In: CASTRO, R.; BORGES, M. (Org.). **RPPN Conservação em terras privadas:** desafios para a Sustentabilidade. Planaltina do

Paraná: CNRPPN, 2004. p. 57-78.

OLIVEIRA, V. S. **Implementação e fator de qualidade de Áreas de Proteção Ambiental em Minas Gerais**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, V. S.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, L. S.; BRINATI, A. Diagnóstico e análise da gestão das áreas de proteção ambiental em Minas Gerais. In: LIMA, G. S.; BONTEMPO, G.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, W. (Org.). **Gestão, Pesquisa e Conservação em Áreas Protegidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. p. 101-117.

PINTO, D. C. **Contribuição da Esfera Municipal para a Cobertura de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais**. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2017.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **ICMS Ecológico e as Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2019.

ROMERO, F. M. B.; SILVA, L. F.; ISBAEX, C.; ALVES, E. B. B. M.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L. O ICMS ecológico como instrumento econômico de melhorias ambientais e sociais em alguns municípios mineiros. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 3, p. 95-104, 2017.

RUGGIERO, P. G. C. **Impacto de políticas de conservação e ciclos eleitorais sobre as áreas protegidas e a cobertura florestal na Mata Atlântica**. 2018. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SALVIO, G. M. M. **Áreas Naturais Protegidas e Indicadores Socioeconômicos: o desafio da conservação da natureza**. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

SALVIO, G. M. M.; LUCIANO, J.; LUCIANO, R. C. Distribuição das áreas naturais protegidas municipais em Minas Gerais. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, v. 2, n. 3, p. 1092-1103, 2018.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMAD (MINAS GERAIS). Resolução nº 002, de 29 de abril de 1996. Divulga a relação de municípios habilitados, os respectivos índices e dados apurados até 31 de dezembro de 1995, referentes ao critério Meio Ambiente, para fins de cálculo e distribuição de parcela do

ICMS, conforme Art. 1º, da Lei n.12.040, de 28/12/95. **Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 30 abr.1996

Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMAD (MINAS GERAIS). **Resolução nº492, de 29 de junho de 2006**. Divulga dados cadastrais apurados no 1º trimestre de 2006, referentes aos sistemas de saneamento ambiental com Licença de Operação do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM e às unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares, situadas no Estado de Minas Gerais, segundo o art. 1º, inciso VIII, da Lei nº 13.803, de 28 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/consultaPublicacoes.do> 29/06/2006.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMAD (MINAS GERAIS). **Resolução nº 318, de 15 de fevereiro de 2005** (Cadastramento de unidades de conservação e outras áreas protegidas); Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=4167>.

SILVA, A. P. V. **Os Efeitos do ICMS-E para as políticas ambientais dos municípios fluminenses**. 2018. 239 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Agradecimentos

Somos gratos ao Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF, na sigla em inglês para Critical Ecosystem Partnership Fund) e Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) pelo suporte financeiro e apoio para o levantamento das unidades de conservação municipais do Cerrado e à Fundação SOS Mata Atlântica pelo apoio com as bases de dados das unidades de conservação municipais da Mata Atlântica. Agradecemos o Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais pelo apoio da condução dos trabalhos. Nosso agradecimento pelo suporte de vários técnicos e especialistas de ONGs, universidades e das prefeituras dos municípios, que nos auxiliaram com dados e informações sobre as unidades de conservação municipais públicas e privadas.

Contribuição das unidades de conservação municipais no sistema de proteção da biodiversidade em Minas Gerais

Deborah Costa Pinto¹, Luiz Paulo Pinto², Maria Auxiliadora Drumond³, Cecília Fernandes de Vilhena⁴

Resumo

Esse estudo tem como objetivo a avaliação da contribuição das unidades de conservação municipais no sistema de proteção da biodiversidade no estado de Minas Gerais. Considerando as três esferas político-administrativas, foram registradas 747 unidades de conservação no estado, totalizando cerca de 6 milhões de hectares protegidos. Dessas, 323 são unidades de conservação municipais com cerca de 2,5 milhões de hectares protegidos em 208 municípios. As unidades de conservação municipais representam, portanto, 43,2% do número de unidades e 42,9% da área total protegida em Minas Gerais. A avaliação do sistema de unidades de conservação de Minas Gerais mostra como os governos locais são um elo essencial para a proteção integrada do patrimônio natural do estado.

Palavras chave: áreas protegidas, gestão ambiental municipal, sistema nacional de unidades de conservação, conservação da biodiversidade

Abstract

This study aims to evaluate the contribution of municipal protected areas to the biodiversity protection system in the state of Minas Gerais. Considering the three administrative political spheres, 747 protected areas were registered in the state, totaling about 6 million hectares protected. Of these, 323 are municipal protected areas with about 2.5 million hectares protected in 208 municipalities. The municipal protected areas represent, therefore, 43.2% of the number of units and 42.9% of the total protected area in Minas Gerais. The evaluation of the system of protected areas in Minas Gerais shows how local governments are essential link for the integrated protection of the state natural heritage.

Keywords: protected areas; municipal environmental management; Brazilian System of Protected Areas, conservation of biodiversity

¹Graduanda em Ciências Biológicas (Ecologia) no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

²Sócio da Ambiental 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. E-mail: luizpaulopinto10@gmail.com.

³Professora do Laboratório de Sistemas Socioecológicos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

⁴Gerente de Implantação e Manejo de Unidades de Conservação da Diretoria de Unidades de Conservação do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.

Introdução

As unidades de conservação continuam sendo o principal mecanismo de proteção da biodiversidade, reconhecido por quase todos os países do mundo em importantes fóruns de diálogo internacionais, como a Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica (UNEP-WCMC *et al.*, 2018). Além de proteger, a longo prazo, a integridade de parcelas dos ecossistemas naturais no Brasil, o sistema de unidades de conservação fornece direta e/ou indiretamente bens e serviços que satisfazem várias necessidades da sociedade brasileira (YOUNG; MEDEIROS, 2018).

Em 2019, o Brasil completa 20 anos da criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), sob Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. O SNUC estabeleceu os critérios e normas para a criação, implementação e gestão das unidades de conservação nas três esferas político-administrativas – federal, estadual e municipal –, que configuram as unidades ou entes da federação brasileira (BRASIL/MMA, 2006).

O estado de Minas Gerais possui unidades de conservação nas três esferas político-administrativas. As unidades federais são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e as estaduais pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), no âmbito da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). As unidades de conservação municipais são administradas pelos respectivos órgãos am-

bientais ou órgãos setoriais associados ao setor ambiental nos municípios.

As unidades de conservação federais e estaduais são mais conhecidas e alvo constante de ações e estratégias de conservação e investimentos por parte dos governos, agências financiadoras e organizações do terceiro setor. Por outro lado, as unidades de conservação municipais são pouco conhecidas e ainda não envolvidas devidamente nas estratégias de conservação (GTZ, 2010; PINTO *et al.*, 2017).

O grande número (853) de municípios em Minas Gerais, distribuídos em diferentes contextos ambientais e socioeconômicos, torna ainda mais importante o engajamento e instrumentalização da proteção da biodiversidade por meio dos governos locais. Nesse sentido, esse artigo tem como objetivo ampliar o conhecimento e analisar o cenário das unidades de conservação municipais em Minas Gerais, e sua contribuição para fortalecer o sistema de proteção ambiental no estado.

Metodologia

O trabalho envolveu o levantamento de informações sobre as unidades de conservação de Minas Gerais, com ênfase nas unidades municipais, através de fontes secundárias e contatos com os municípios, durante o período de março de 2016 a dezembro de 2018.

O levantamento das informações levou em consideração os seguintes bancos de dados de unidades de conservação: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação-CNUC do Ministério do Meio Ambiente de 2018 (BRASIL/

MMA, 2018); Banco de Dados de Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica da Fundação SOS Mata Atlântica de 2018; Atlas Digital Geoambiental do Instituto Prístino de 2018⁵; Banco de Dados de Unidades de Conservação do Cerrado e da Mata Atlântica da Ambiental 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. de 2018. Além disso, foram utilizados no levantamento alguns documentos técnicos como o plano diretor municipal, plano de metas municipal, plano de desenvolvimento integrado, e plano de conservação e recuperação municipal da Mata Atlântica (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARATINGA, 2013; UNILESTE, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 2016; GARCIA *et al.*, 2017); literatura científica (artigos, teses e dissertações); websites oficiais das prefeituras; websites e base de dados do Instituto Estadual de Florestas de 2018⁶ e da Fundação João Pinheiro de 2017⁷; Cadastro de Unidades de Conservação no ICMS Ecológico de Minas Gerais, através das Resoluções da SEMAD sobre os repasses do tributo entre 2013⁸ e 2018⁹; e contato com as prefeituras dos municípios por meio de um questionário enviado via e-mail.

Foram registradas as unidades de conservação que estão em conformidade com o SNUC. Além dessas, também foram registradas as áreas sem informações claras quanto à sua conformidade ou não com o SNUC,

mas que são criadas formalmente e manejadas como unidades de conservação pelos municípios e estão inclusas no recebimento do ICMS Ecológico – Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, conhecida como Lei Robin Hood.

Ressalta-se que a categoria Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), embora seja de Uso Sustentável na esfera federal e em alguns estados como Minas Gerais (Decreto no. 39.401, de 21 de janeiro de 1998), foi tratada neste trabalho como pertencente ao grupo de Proteção Integral, devido às restrições de uso e manejo ao qual estão submetidas.

Parques urbanos, apesar da sua importância para a manutenção de áreas verdes e a biodiversidade no contexto urbano, não foram incluídos nas análises por desempenharem funções mais recreativas e estéticas do que de conservação, e por não possuírem regras claras de conservação e gerenciamento.

Para cada unidade de conservação foram levantadas as seguintes informações: município em que se insere; categoria e grupo de manejo; nome da unidade; área (hectares); norma legal de criação; e bioma onde está inserida. A informação sobre o bioma a que pertence a unidade de conservação foi determinada a partir de dados dos órgãos gestores, do Atlas Digital Geoambiental do Instituto Prístino, e/ou a partir de documentos técnicos

⁵<https://www.institutopristico.org.br/atlas/>

⁶<http://www.ief.mg.gov.br/unidades-de-conservacao>

⁷<http://fjip.mg.gov.br/robin-hood/index.php/extrato>

⁸Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) com critérios ambientais, também conhecido como ICMS Ecológico ou ICMS Verde. A lista de unidades de conservação municipais no cadastro do ICMS Ecológico foi cedida pelo Instituto Estadual de Florestas.

⁹Resolução SEMAD nº 1.987, de 23 de dezembro de 2013; Resolução SEMAD nº 2.242, de 29 de dezembro de 2014; Resolução SEMAD nº 2.362, de 30 de março de 2016; Resolução SEMAD nº 2.441, de 22 de dezembro de 2016; Resolução SEMAD nº 2.482, de 30 de março de 2017; Resolução SEMAD nº 2.578, de 29 de dezembro de 2017; Resolução SEMAD nº 2.664, de 25 de julho de 2018.

e da norma legal de criação da unidade. O levantamento considerou ainda o mapa da área de aplicação da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), segundo Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.

Para complementar os dados levantados, foi realizado contato com todos os municípios de Minas Gerais via e-mail, solicitando informações sobre a ocorrência de unidades de conservação e suas informações básicas. Ao todo, 65 municípios responderam ao e-mail, o que representa 7,6% dos municípios amostrados.

Resultado e Discussão

Considerando as três esferas político-administrativas, Minas Gerais possui 747 unidades de conservação públicas e privadas – 429 unidades públicas e 318 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) –, em 10 categorias de manejo, totalizando cerca de 6 milhões de hectares de área protegida (FOTOS 1 e 2; TABELA 1).

Fotografia 1 – Parque Natural Municipal das Andorinhas, Ouro Preto, Minas Gerais



Fonte: Fotografia de Thiago Metzker

Fotografia 2 – Parque Estadual Caminhos dos Gerais, Minas Gerais



Fonte: Fotografia de Evandro Rodney

Tabela 1 - Número e área (hectares) de unidades de conservação por esfera político-administrativa e por categoria de manejo, em Minas Gerais, em 2018

Categoria de Manejo	Unidade de Conservação Municipal			Unidade de Conservação Estadual			Unidade de Conservação Federal			Total Geral por Categoria			
	Nº	% da categoria	Área (ha)	Nº	% da categoria	Área (ha)	Nº	% da categoria	Área (ha)	Nº	% da categoria	Área (ha)	% do sistema
Proteção Integral													
ESEC	1	8,33%	125,00	10	83,33%	10.188,22	1	8,33%	1.384,49	12	11,84%	11.697,71	0,20%
MONA	14	50,00%	8.586,17	14	50,00%	11.646,49	0	0,00%	0,00	28	0,00%	20.212,66	0,34%
PARQUE	82	62,12%	9.903,44	42	31,82%	534.156,28	8	6,06%	567.014,39	132	51,03%	1.111.074,11	18,56%
REVIS	0	0,00%	0,00	6	100,00%	25.610,16	0	0,00%	0,00	6	0,00%	25.610,16	0,43%
REBIO	20	86,96%	8.876,77	2	8,70%	10.198,94	1	4,35%	50.809,00	23	72,70%	69.884,71	1,17%
RPPN	5	1,57%	858,80	223	70,13%	93.166,63	90	28,30%	33.621,95	318	26,34%	127.647,38	2,13%
Subtotal	122		28.330,18	297		684.966,72	100		652.829,83	519		1.366.126,72	
Uso Sustentável													
APA	186	90,29%	2.541.342,02	16	7,77%	1.543.443,72	4	1,94%	431.522,46	208	9,55%	4.516.308,20	75,43%
ARIE	3	100,00%	553,75	0	0,00%	0,00	0	0,00%	0,00	3	0,00%	553,75	0,01%
FLORESTA	12	70,59%	109,93	2	11,76%	4.538,87	3	17,65%	627,48	17	11,89%	5.276,28	0,09%
RDS	0	0,00%	0,00	1	50,00%	60.975,31	1	50,00%	38.177,27	2	38,50%	99.152,58	1,66%
Subtotal	201		2.542.005,70	19		1.608.957,90	8		470.327,21	228		4.621.290,81	
Total geral por esfera político-administrativa													
Total	323		2.570.335,88	316		2.293.924,62	108		1.123.157,04	747		5.987.417,54	

Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

Nota: ESEC (Estação Ecológica); MONA (Monumento Natural); REVIS (Refúgio de Vida Silvestre); REBIO (Reserva Biológica); RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural); APA (Área de Proteção Ambiental); ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico); RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável).

As unidades de conservação municipais representam 43,2% (323 unidades) do número de unidades de conservação, abrangendo cerca de 2.5 milhões de hectares, ou 42,9% da área total protegida em Minas Gerais, o que mostra a importância dos governos locais na proteção da biodiversidade do estado.

Ao avaliarem a contribuição municipal no sistema de proteção de unidades de conservação nos estados inseridos no bioma da Mata Atlântica no Brasil, Pinto *et al.*, (2017) também encontraram uma proporção alta de unidades municipais (41%) em relação ao número total de unidades de conservação no bioma. Mas, os autores observaram uma contribuição menor em relação a área total protegida, isto é, as unidades de conservação municipais representam 22,6% da área total das unidades de conservação do bioma.

Somente as categorias de manejo de unidades de conservação Reserva de Fauna e Reserva Extrativista não estão representadas

no sistema de proteção do estado. Predominam as categorias RPPN, Parque e Área de Proteção Ambiental (APA). As três categorias representam 87,8% do número e 96,1% da área total protegida em Minas Gerais. Comini (2017) e Pinto (2017) também apontam a predominância dessas três categorias de manejo de unidades de conservação em Minas Gerais.

Os municípios possuem maior percentual de unidades de conservação no sistema de proteção do estado em 4 categorias de manejo: Parques (62,1%); Reserva Biológica (87%); Área de Proteção Ambiental (90,3%); Área de Relevante Interesse Ecológico (todas ARIEs no estado são municipais); e Floresta (70,6%). O sistema municipal de unidades de conservação possui representantes de 8 das 12 categorias de manejo do SNUC, sendo Parque Natural (PNM) e Área de Proteção Ambiental Municipal (APAM) as categorias predominantes (TABELA 2).

Tabela 2 - Número e área (hectares) de unidades de conservação municipais por categoria de manejo, em Minas Gerais, em 2018

Categoria de Manejo	Nº	%	Área (ha)	%
Estação Ecológica	1	0,3%	125,00	0,005%
Monumento Natural	14	4,3%	8.566,17	0,3%
Parque	82	25,4%	9.903,44	0,4%
Reserva Biológica	20	6,2%	8.876,77	0,3%
Reserva Particular do Patrimônio Natural	5	1,6%	858,80	0,03%
Subtotal	122	37,8%	28.330,18	1,1%
Área de Proteção Ambiental	186	57,6%	2.541.342,02	98,9%
Área de Relevante Interesse Ecológico	3	0,9%	553,75	0,02%
Floresta	12	3,7%	109,93	0,004%
Subtotal	201	62,2%	2.542.005,70	98,9%
Total	323		2.570.335,88	

Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

É preciso analisar a cobertura das unidades de conservação municipais e das demais esferas político-administrativas com certo cuidado. Existem sobreposições entre as categorias de manejo e entre as unidades de conservação de diferentes esferas político-administrativas. Estimativas para a Mata Atlântica e para as unidades de conservação federais e estaduais em todo o país indicam uma taxa de sobreposição entre 3,5% a 4% (CUNHA, 2010; YOUNG *et al.*, 2018).

O PNM do Tabuleiro, Fotografia 3, com 3.500ha, em Conceição do Mato Dentro, por exemplo, faz sobreposição com o Parque Estadual da Serra do Intendente (13.508,83ha). A prefeitura de Conceição do Mato Dentro permanece como responsável pela gestão do PNM do Tabuleiro, e mantém parceria com o Instituto Estadual de Florestas através de um termo de cooperação técnica.

Fotografia 3 – Parque Natural Municipal do Tabuleiro, em Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais



Fonte: Fotografia de Luiz Paulo Pinto

Além das sobreposições, é preciso observar ainda o grande número de unidades de conservação de uso sustentável em Minas Gerais. A APA é a categoria de manejo predominante, representando 27,6% (206) de todas as unidades de conservação registradas, e cerca de 75,4% (4,5 milhões de hectares) da área total protegida. As APAs municipais contribuem fortemente para esse cenário, pois são 186 unidades dessa categoria administradas pelos municípios, totalizando cerca de 2,5 milhões de hectares. Estudos mostram que a cobertura da vegetação nativa nas APAs pode variar de 40 a 60% (CUNHA, 2010;

PINTO *et al.*, 2017; MEDEIROS *et al.*, 2018).

Em números absolutos, o estado de Minas Gerais teria 10,2% do território coberto por unidades de conservação. Mas, para avaliar a cobertura real das unidades de conservação é preciso levar em consideração os fatores mencionados acima, ou seja, as sobreposições entre as unidades, as diferenças entre os grupos de manejo (proteção integral e uso sustentável) e a cobertura da vegetação nativa, sobretudo, nas APAs.

Para isso, adotamos um percentual de 5% nas sobreposições entre as unidades e a média de 50% da cobertura da vegetação nativa nas

APAs. Considerando esses fatores, a cobertura mais realista das unidades de conservação do território mineiro é estimada em 5,8%. A cobertura apenas das unidades de conservação públicas, ou seja, sem as RPPNs, cai para 5,6%.

Se considerarmos somente as unidades de conservação municipais, a cobertura é de 4,4% do território mineiro em números absolutos. Tomando como base os mesmos fatores de análise mencionados anteriormente, a cobertura das unidades de conservação municipais representaria de fato 2% do território do estado.

A cobertura de unidades de conservação em Minas Gerais (5,8%) não atinge a meta estabelecida pela Convenção sobre a Diversidade Biológica de 17% do território coberto por áreas protegidas para cada país ou regiões subnacionais (estados e municípios), como estabelecido no acordo global.

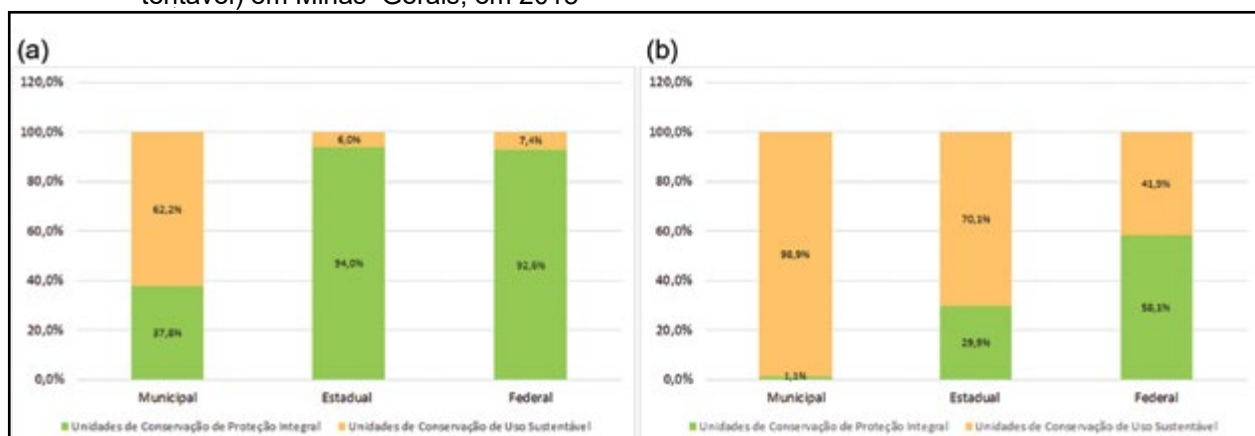
Se consideramos apenas a cobertura por unidades de conservação do grupo de Proteção Integral a situação ainda é mais desafiadora para um estado de elevada biodiversidade como Minas Gerais (DRUMMOND *et al.*, 2005). Apesar

das unidades de conservação do grupo de Proteção Integral predominarem em número (69,5%), as unidades de Uso Sustentável contribuem mais fortemente para a área total protegida (77,2%). Isso se reflete na cobertura territorial dos dois grupos de manejo. Enquanto as unidades de Proteção Integral cobrem 2,3% do território mineiro, as de Uso Sustentável, cobrem 7,9% (não considerando as possíveis sobreposições).

Esse desequilíbrio entre os grupos de manejo é ainda maior na rede de unidades de conservação municipais, pois as unidades de Uso Sustentável representam 98,9% da área total protegida pelos municípios e 62,2% do número de unidades (GRÁFICO 1). As unidades de Proteção Integral municipais cobrem somente 0,05% do território mineiro, enquanto as de Uso Sustentável, cobrem 4,3% (não considerando as possíveis sobreposições).

Preocupa também a distribuição irregular das unidades de conservação municipais no estado, com maior concentração (55,2%) em três mesorregiões do território mineiro – Zona da Mata, Metropolitana de BH e Vale do Rio Doce (SALVIO *et al.*, 2018).

Gráfico 1 – Percentual do número (a) e da área (b) de unidades de conservação por esfera político-administrativa e por grupo de manejo (unidade de conservação de proteção integral e de uso sustentável) em Minas Gerais, em 2018



Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

Das 318 RPPNs registradas em Minas Gerais, 90 são federais, 223 estaduais, e apenas 5 são municipais. As cinco RPPNs municipais, totalizando 858,80ha, estão localizadas no sul de Minas Gerais – uma no município de Extrema e as demais em Itamonte (FOTOGRAFIA 4). Poucos municípios no país possuem legislação própria para criação de RPPNs (MACHADO *et al.*,

2015), mas essa categoria de manejo tem ainda grande potencial para ampliar a participação no sistema de proteção no estado, visto o crescimento do protagonismo do setor privado na área ambiental e dos mecanismos econômicos como ICMS Ecológico e pagamento por serviços ambientais que podem beneficiar diretamente o proprietário rural (OJIDOS, 2017; PINTO *et al.*, 2019).

Fotografia 4 – RPPN Municipal do Jacuaçu, em Extrema, Minas Gerais

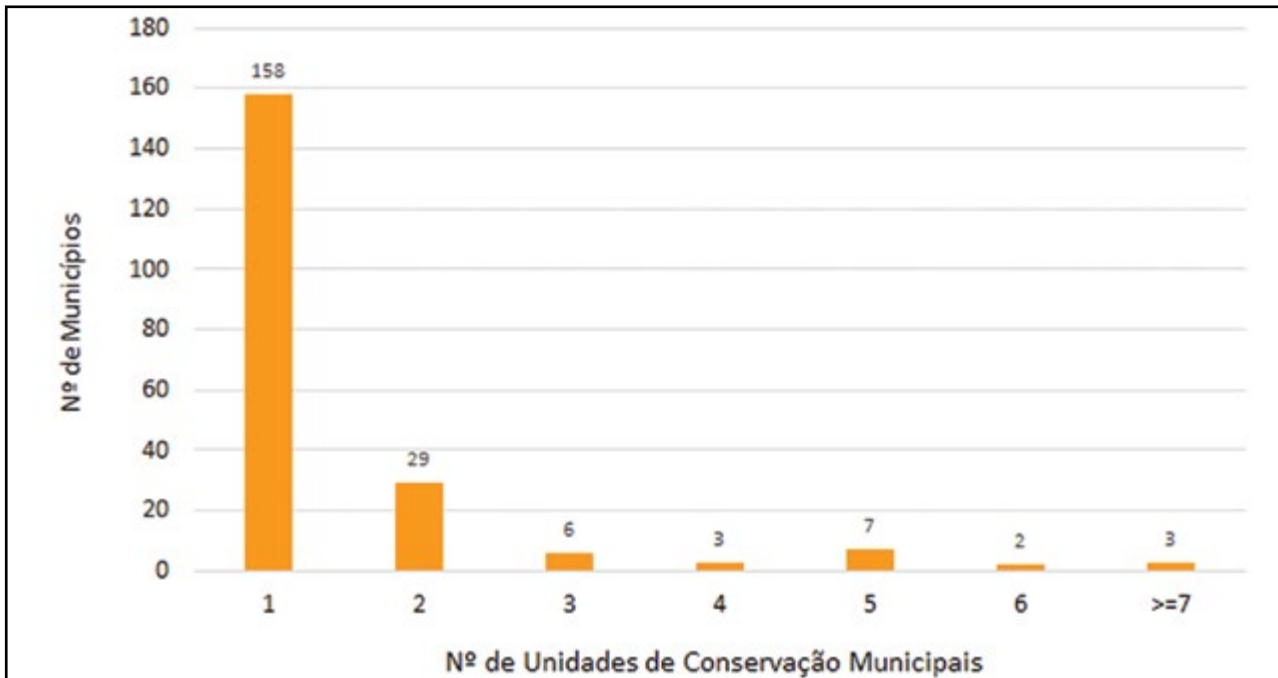


Fonte: Fotografia de Luiz Paulo Pinto

Quase metade (406 municípios) dos 853 municípios do estado de Minas Gerais possuem uma unidade de conservação pública e/ou privada em seu território. As 323 unidades de conservação municipais estão distribuídas por 208 municípios, o que representa 24,4% municípios do estado. Juiz de Fora é o município com o maior número (14) de unidades de conservação municipais. Destaque também para Itabira e Uberlândia com 8 unidades de conservação municipais cada.

A grande maioria dos municípios (76%) possui somente uma unidade de conservação municipal (GRÁF. 2). Apenas 21 municípios possuem 3 ou mais unidades de conservação municipais. Um número expressivo de municípios (120) do estado possui somente unidades de conservação municipais como espaço protegido oficial para conservação da biodiversidade em seus territórios, o que reforça ainda mais a importância dessas áreas mantidas pelos governos locais.

Gráfico 2 – Quantidade de unidades de conservação municipais por município em Minas Gerais, em 2018

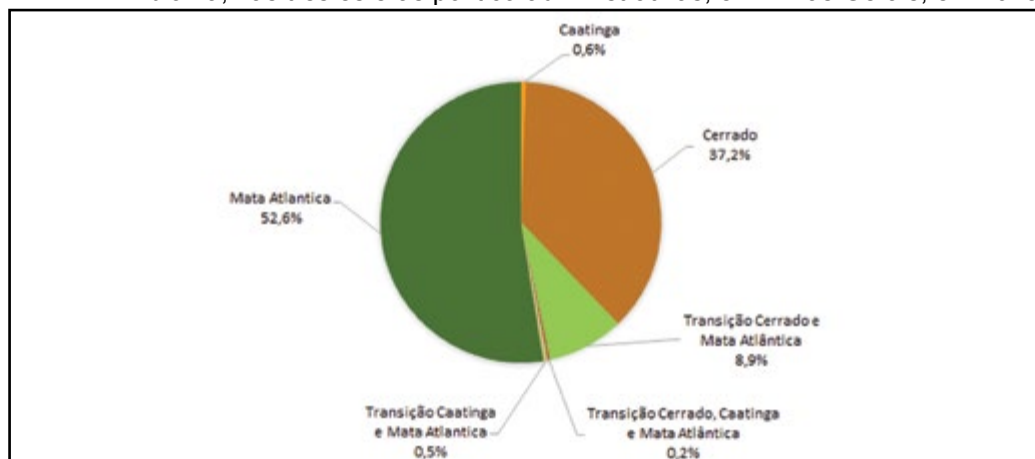


Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

Como era esperado, pela área que ocupam no estado, os biomas protegidos pelo maior número de unidades de conservação são a Mata Atlântica e o Cerrado (GRÁFICO.3). Apesar de ocupar um percentual menor do território de Minas Gerais do que o Cerrado, a Mata Atlântica

possui maior número de unidades de conservação (66,9%) e área total protegida (52,6%). O Cerrado possui 27% das unidades e 37,2% da área total protegida no estado. Já a pequena porção da Caatinga em Minas Gerais possui três unidades de conservação.

Gráfico 3 – Distribuição percentual da área protegida por unidades de conservação por bioma, nas três esferas político-administrativas, em Minas Gerais, em 2018



Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

Minas Gerais possui vasta área de contato entre os biomas. As áreas de ecótonos possuem 5,6% (42) das unidades de conservação e 9,6% da área total protegida. Pela maior ocorrência do Cerrado e Mata Atlântica no estado, mais de 530 mil hectares de ecótonos entre os dois biomas estão cobertos por unidades de conservação, o que é muito interessante pelo potencial de

proteção de contatos e intercâmbio da fauna e flora desses biomas.

Ao analisar separadamente a cobertura das unidades de conservação municipais por bioma em Minas Gerais, a Mata Atlântica também é melhor representada. O bioma possui 77,1% das unidades de conservação municipais e 68% da área total protegida no estado (TABELA 3).

Tabela 3 - Número e área de unidades de conservação municipais de Minas Gerais por bioma e grupo de manejo (PI - Proteção Integral; US – Uso Sustentável)

Bioma	Nº						Área (ha)					
	PI	%	US	%	Total	%	PI	%	US	%	Total	%
Cerrado	40	12,4%	27	8,4%	67	20,7%	8.991,09	0,3%	794.065,93	30,9%	803.057,02	31,2%
Mata Atlântica	77	23,8%	172	53,3%	249	77,1%	16.567,46	0,6%	1.730.070,50	67,3%	1.746.637,96	68,0%
Cerrado e Mata Atlântica	5	1,5%	2	0,6%	7	2,2%	2.771,63	0,1%	17.869,27	0,7%	20.640,90	0,8%
Total	122		201		323		28.330,18		2.542.005,70		2.570.335,88	

Fonte: AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais.2018

O elevado número e área de unidades de conservação municipais na Mata Atlântica é fortemente marcada pelas APAMs, que totalizam 159 unidades com cerca de 1,7 milhão de hectares nesse bioma no estado. A criação de APAMs, principalmente na final da década de 1990 e início dos anos 2000, vem sendo associada a implementação do ICMS Ecológico no estado (EUCLYDES; MAGALHÃES, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, neste volume; PINTO *et al.*, 2019).

A predominância de APAs nas três esferas político-administrativas em Minas Gerais, 206 unidades (186 municipais) em cerca de 4,5 milhões de hectares, é um enorme desafio para os órgãos ambientais e para a sociedade. Essa categoria de manejo vem sendo ques-

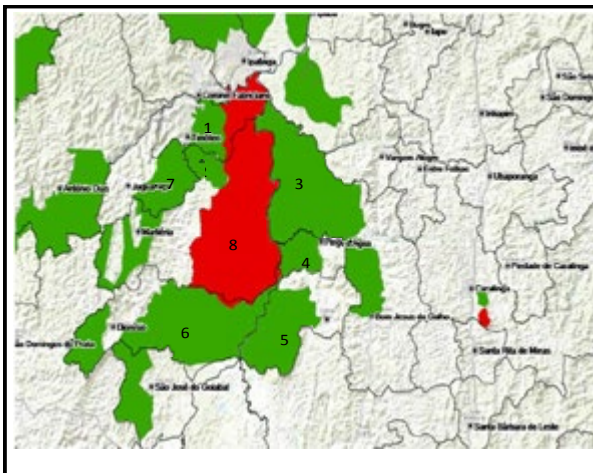
tionada pelas inúmeras dificuldades de implementação (CABRAL *et al.*, 2001; OLIVEIRA, 2008). Por outro lado, se bem estruturadas e com investimentos adequados, e com a zona de vida silvestre definidas e protegidas, as APAs poderiam proporcionar oportunidades de maior controle e ordenamento territorial, além de estimular a participação e mobilização social em diferentes regiões do estado.

Minas Gerais possui casos que têm grande potencial de oportunidades para a construção de territórios sustentáveis através da formação de mosaicos de APAs e outras categorias mais restritivas de unidades de conservação. É o caso, por exemplo, do Parque Estadual do Rio Doce, uma das maiores unidades de conservação de proteção integral

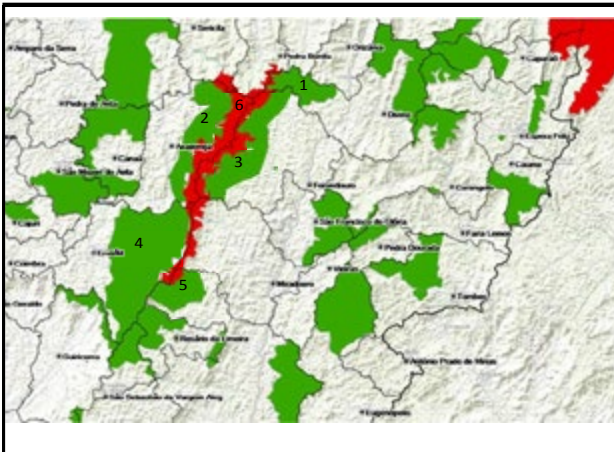
da Mata Atlântica no estado. O complexo de unidades de conservação nessa área conta com cerca de 120 mil hectares, envolvendo 7 unidades de conservação municipais (todas APAMs) de 7 municípios, que formam uma “zona de proteção” no entorno do Parque Estadual do Rio Doce.

Em outros exemplos, 5 APAMs de 5 municípios formam um complexo de cerca de 76 mil hectares no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. O Parque Estadual da Serra do Cabral, na transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, possui um complexo de cerca de 273 mil hectares, envolvendo 5 APAMs em 5 municípios (MAPAS 1, 2 e 3).

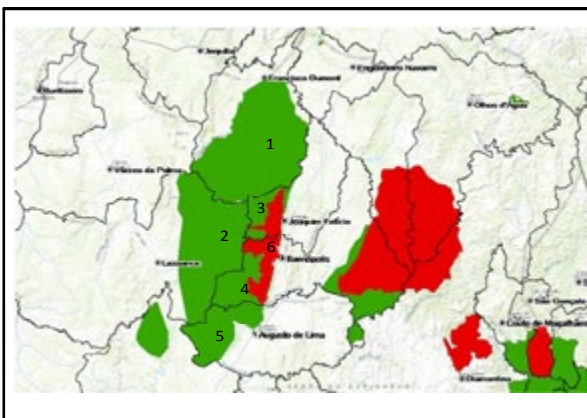
Mapas 1, 2 e 3 – Complexo de unidades de conservação municipais no entorno de parques estaduais em Minas Gerais



1. APAM Serra do Timóteo (Timóteo) – 4.400,00ha;
2. APAM Belém (Marliéria) – 3.247,12ha;
3. APAM Bom Jesus do Galho (Bom Jesus do Galho) – 29.230,00ha;
4. APAM Pingo D'Água (Pingo D'Água) – 3.994,50ha;
5. APAM Córrego Novo (Córrego Novo) – 11.742,00ha;
6. APAM Dionísio (Dionísio) – 22.909,37ha;
7. APAM Jaguarapu (Jaguarapu) – 7.819,75ha; e
8. Parque Estadual do Rio Doce (Dionísio, Marliéria e Timóteo) – 35.970,00ha



1. APAM Bom Jesus (Divino) – 4.534,25 ha
2. APAM Araponga (Araponga) – 14.991,00 ha
3. APAM Fervedouro (Fervedouro) – 14.329,84 ha
4. APAM Ervália (Ervália) – 21.779,00 ha
5. APAM Pico do Itajurú (Muriaé) – 4.818,00 ha
6. PE Serra do Brigadeiro (Araponga, Divino, Ervália, Fervedouro, Miradouro, Muriaé, Pedra Bonita e Sericita) – 14.984,00 ha



1. APAM Serra do Cabral (Francisco Dumont) – 84.980,24 ha
2. APAM Serra do Cabral (Lassance) – 81.103,92 ha
3. APAM Serra do Cabral (Joaquim Felício) – 24.184,00 ha
4. APAM Serra do Cabral (Buenópolis) – 30.586,41 ha
5. APAM Serra do Cabral (Augusto de Lima) – 30.052,65 ha
6. PE Serra do Cabral (Buenópolis e Joaquim Felício) – 22.494,17 ha

Fonte: Adaptado do Mapa do Atlas Digital Geoambiental de Minas Gerais do Instituto Prístino¹⁰

¹⁰<https://www.institutoprístino.org.br/atlas/>

Todos os biomas inseridos no estado ainda precisam ampliar a rede de proteção através das unidades de conservação, principalmente o Cerrado. Esse é um momento oportuno, já que estão sendo revisadas as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade de Minas Gerais, que serão fundamentais para orientar as medidas e áreas necessárias para garantir maior proteção ao patrimônio natural do estado.

É preciso atenção as áreas especiais contendo espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras, além de ambientes únicos e importantes para a manutenção de serviços ambientais essenciais à sociedade (ex.: cangas, veredas, mata seca, ecossistemas aquáticos etc.). Nesse sentido, será importante uma avaliação mais detalhada da cobertura das unidades de conservação nos diferentes tipos de ecossistemas dentro dos biomas, com estímulo e incentivos para a criação de unidades de conservação na esfera municipal.

O conhecimento sobre a rede de unidades de conservação municipais vem evoluindo, sobretudo nos últimos anos, com os trabalhos da GTZ (2010), SALVIO (2017), PINTO (2017), PINTO *et al.* (2017), SALVIO *et al.* (2018) e PINTO *et al.* (2019). Todos apontam para uma surpreendente e importante participação dos governos locais na criação e implementação de unidades de conservação.

O melhor conhecimento da rede de unidades de conservação municipais nos permite uma visão mais completa do sistema de proteção do estado de Minas Gerais, envolvendo as três esferas político-administrativas. A divulgação e monitoramento do sistema em

sua totalidade é fundamental para o planejamento, aprimoramento e definição das ações e estratégias de conservação no estado.

Mas, o nível de registro das unidades de conservação no CNUC, referência para o estabelecimento de uma base nacional de unidades de conservação, ainda é baixo. Apenas 31,9% (238) das unidades de conservação registradas em Minas Gerais estão cadastradas no CNUC. Das 316 unidades de conservação estaduais, 234 (74%) não estão cadastradas, e das 323 unidades municipais, 275 (85,1%) ainda não foram registradas.

A integração da gestão dos sistemas de unidades de conservação nas três esferas político-administrativas será fundamental para o sucesso do sistema de proteção como um todo, principalmente para os municípios que ainda são o elo institucional mais frágil dessa rede de colaboração. Um exemplo importante de colaboração entre estado e municípios nessa área no Brasil é o Programa de Apoio às Unidades de Conservação Municipais (ProUC), instituído pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ), por meio da Resolução no. 130, de 28 de outubro de 2009.

O ProUC tem como objetivo prestar apoio técnico e capacitação aos municípios, incentivando a criação de unidades de conservação em seus territórios. O programa contribui também para a implementação das unidades de conservação municipais já existentes, na recategorização e revisão de instrumentos da gestão e na capacitação dos conselhos das unidades.

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Gran-

de do Norte (IDEMA-RN), através do Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação, vem também desenvolvendo ações similares com os municípios potiguares através do Programa de Fomento à Criação de Unidade de Conservação. Seria muito bem-vindo um programa dessa natureza em Minas Gerais, que já possui um embrião através do processo de colaboração entre estado e municípios via distribuição do ICMS Ecológico (PINTO *et al.*, neste volume).

Um programa desse tipo poderia priorizar a criação de unidades de conservação de proteção integral para proteção de mananciais, tão essencial para várias áreas do estado. Ainda existem muitas áreas potenciais e de elevada biodiversidade e integridade que podem se tornar unidades de conservação no território mineiro. Praticamente $\frac{3}{4}$ dos municípios mineiros não possuem unidades de conservação municipais e 52,4% (447) dos municípios não possuem nenhuma unidade de conservação de qualquer uma das três esferas político-administrativas. Até o momento, por exemplo, não foi registrada nenhuma unidade de conservação municipal na Caatinga de Minas Gerais.

Outro desafio importante para os municípios é a criação e estruturação de sistemas municipais de unidades de conservação e na gestão e governança das APAMs, que cobrem milhões de hectares em diferentes áreas de Minas Gerais, visando o planejamento e construção de paisagens mais sustentáveis. Extrema, no sul do estado, é um dos poucos municípios que possui um sistema municipal de unidades de conservação – Decreto nº 2.887, de 06 de maio de 2015.

Considerações Finais

As unidades de conservação municipais merecem o reconhecimento e investimentos adequados pela sua importância no cenário da conservação e dos benefícios que proporcionam para a sociedade. Distribuídas em centenas de municípios, as unidades de conservação municipais permitem uma capilaridade fundamental para as estratégias e ações de conservação da biodiversidade. São parte integrante de mosaicos de proteção nos territórios e podem fortalecer e complementar as redes federal e estadual de unidades de conservação, além das outras áreas protegidas (ex.: Terras Indígenas, e as Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais).

As unidades de conservação municipais contribuem também para ampliar a conectividade da paisagem, proporcionando serviços ambientais e corredor para a fauna e flora nativa. Além disso, essas unidades são extremamente importantes pela maior proximidade com os centros urbanos, proporcionando oportunidades de lazer, recreação e o contato da população com a natureza (GUIMARÃES; PELLIN, 2015; MARETTI *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, neste volume).

Minas Gerais é um estado de grande dimensão e de elevada riqueza de biodiversidade. A rede de unidades de conservação municipal pode contribuir e ter um papel importante no desenvolvimento sustentável do estado e na vida da sociedade mineira. Para isso, será fundamental ampliar o conhecimento sobre esse sistema de proteção pelos governos locais, qualificando as informações

e mantendo um processo de monitoramento desse contingente de unidades de conservação. Serão importantes ainda investimentos em capital humano e financeiro, além de uma boa governança e colaboração entre os entes da federação.

Espera-se que esse estudo possa estimular novas investigações sobre a rede de unidades de conservação municipais em Minas Gerais. Aspectos como a qualidade do habitat natural em cada unidade, a ocorrência e proteção de populações de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, a sobreposição e integração com as unidades de conservação das outras esferas político-administrativas, a provisão de serviços ambientais e o papel dessas áreas no enfrentamento às mudanças do clima são alguns dos elementos que ainda precisam melhor entendimentos. Por fim, a expectativa é também que os resultados apresentados possam estimular uma estratégia de conservação da biodiversidade de Minas Gerais mais integrada, com o devido reconhecimento e valorização dos municípios.

Referências

- AMBIENTAL 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda. Base de Dados das Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais. 2018
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA/SBF, 2011. 76 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**: Relatório Parametrizado – Unidade de Conservação, UF: MG. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-gerar-relatorio-de-uc> Acesso em: 06 nov. 2018.
- CABRAL, N. R. A. J.; CÔRTEZ, M. R.; SOUZA, M. P. Áreas de protección ambiental en Basil y los conflictos en su administración. **Investigaciones Geográficas**, n. 26, p. 181-189, 2001.
- CARATINGA (MG) Prefeitura Municipal **Plano de Metas 2013-2016**: Programa Cidades Sustentáveis. Caratinga: Prefeitura Municipal, 2013.
- COMINI, I. B. **Unidades de conservação como subcritério determinante para a distribuição do ICMS Ecológico no estado de Minas Gerais**. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- CUNHA, A. A. **Expansão da rede de unidades de conservação da Mata Atlântica e sua eficácia para a proteção das fitofisionomias e espécies de primatas: análises em sistemas de informação geográfica**. 2010. 128 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais – 2 ed.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.
- EUCLYDES, A. C. P.; MAGALHÃES, S. R. A. A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Gerais: algumas reflexões. **Geografias**, v. 2, n. 2, p. 39-55, 2006.
- GARCIA, E. M. B.; PEREIRA, J. M.; LISBOA, M. R. L. **Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica de Teófilo Otoni**: um instrumento de gestão ambiental. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Saúde e Sociedade, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni: 2017.
- GUIMARÃES, E.; PELLIN, A. **BiodiverCidade**: desafios e oportunidades na gestão de áreas protegidas urbanas. São Paulo: Matrix, 2015.
- GTZ - COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANHA. **Áreas de conservación municipal: una oportunidad para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo**

local: reflexiones y experiencias desde América Latina. Brasília: GTZ, 2010.

ITABIRA (MG) Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Participativo do Município de Itabira.** Itabira: Prefeitura Municipal, 2016.

MACHADO, M.; PACHECO, R. G.; MONSORES JUNIOR, J. L. A. Contribuição das iniciativas municipais para criação e gestão de Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPNs no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 8., 2015, Curitiba. **Anais [...].** Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015.

MARETTI, C. C.; BEHR, M. V.; SOUZA, T. V. S. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; GUIMARÃES, E.; ELIAS P. F.; BRITO, M. C. W. Ciudades y áreas protegidas en Brasil: Soluciones para el bienestar, la conservación de la naturaleza y la participación activa de la sociedade. *In:* GUERRERO, F. E. (Ed.). **Voces sobre Ciudades Sostenibles y Resilientes.** Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019. p. 59-65.

MEDEIROS, R.; COUTINHO, B.; MARTINEZ, M. I.; ALVARENGA JR., M.; YOUNG, C. E. F. Contexto geral das unidades de conservação no Brasil. *In:* YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. (Org.). **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras.** Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. p. 11-27.

OJIDOS, F. S. **Conservação em ciclo contínuo: modelo de gestão para financiamento de Reserva Particular do Patrimônio Natural.** 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável) - Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPE Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, Nazaré Paulista, SP. 2017.

OLIVEIRA, V. S. **Implementação e fator de qualidade de Áreas de Proteção Ambiental em Minas Gerais.** 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2008.

OLIVEIRA, V. S.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, L. S.; BRINATI, A. Diagnóstico e análise da gestão das áreas de proteção ambiental em Minas Gerais. *In:* LIMA, G. S.; BONTEMPO, G.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, W. (Org.). **Gestão, Pesquisa e Conservação em Áreas Protegidas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. p. 101-117.

PINTO, D. C. **Contribuição da esfera municipal para**

a cobertura de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, M.G 2017.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2017.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **Valorização dos Parques e Reservas: ICMS Ecológico e as Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2019.

SALVIO, G. M. M. **Áreas naturais protegidas e indicadores socioeconômicos: o desafio da conservação da natureza.** Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

SALVIO, G. M. M.; LUCIANO, J.; LUCIANO, R. C. Distribuição das áreas naturais protegidas municipais em Minas Gerais. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, v. 2, n. 3, p. 1092-1103, 2018.

UNEP-WCMC - UN Environment World Conservation Monitoring Centre; IUCN - International Union for Conservation of Nature; NGS - National Geographic Society. **Protected Planet Report 2018.** Cambridge UK: UNEP-WCMC, IUCN, NGS, 2018.

UNILESTE - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI: Região Metropolitana do Vale do Aço.** Coronel Fabriciano: Unileste, 2014.

Disponível em: http://www.unilestemg.com.br/pddi/arq/doc/documentosoficiais/2014/PDDI_DIAGNOSTICO_VOL1.pdf

YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. (Org.). **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras.** Rio de Janeiro, Conservação Internacional, 2018. 180p.

YOUNG, C. E. F.; COUTINHO, B.; MEDEIROS, R. O desafio da valoração de bens e serviços associados às unidades de conservação e sua contribuição à economia nacional. *In:* YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. (Org.). **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras.** Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. p. 29-37.

Agradecimentos

Somos gratos ao Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF, na sigla em inglês para Critical Ecosystem Partnership Fund) e Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) pelo suporte financeiro e apoio para o levantamento das unidades de conservação municipais do Cerrado e à Fundação SOS Mata Atlântica pelas informações das unidades de conservação municipais da Mata Atlântica. Agradecemos o Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais pelo apoio na condução dos trabalhos. Nosso agradecimento pelo suporte de vários técnicos e especialistas de ONGs, universidades e das prefeituras dos municípios, que nos auxiliaram com dados e informações sobre as unidades de conservação municipais públicas e privadas.

Barreiras físicas e velocidade de água influenciam a riqueza de invertebrados no fundo de um córrego no Parque Estadual do Rio Preto?

Gabriel Estevão Nogueira Aguilá¹, Matheus Carvalho Ferreira¹, Catarina Dias de Freitas², Raphael Henrique Novaes³, Gisele Moreira dos Santos⁴, Marcos Callisto⁵

Resumo

Foram testadas as hipóteses de que a presença de barreiras físicas (i) e menor velocidade de água (ii) influenciam a retenção de folhas e a riqueza de macroinvertebrados bentônicos (iii) em um riacho no Parque Estadual do Rio Preto. Avaliou-se métricas de habitat físico, transporte e retenção de folhas, além da riqueza de macroinvertebrados em bancos de folhas depositados no fundo de um riacho. A presença de barreiras físicas influenciou positivamente a retenção de folhas, o que não aconteceu com a velocidade da água. Não houve influência do número de folhas depositadas nas áreas de retenção sobre a riqueza de macroinvertebrados. Barreiras físicas são importantes para a dinâmica de matéria orgânica alóctone e manutenção de zonas ripárias influenciando o funcionamento de riachos de cabeceira.

Palavras chave: macroinvertebrados bentônicos, cerrado, matéria orgânica alóctone, riachos de cabeceira, retenção foliar.

Abstract

We tested the hypotheses that the presence of physical barriers (i) and lower water velocity (ii) influence leaf retention and benthic richness (iii) in a headwater stream at the Rio Preto State Park. We evaluated physical habitat metrics, leaf transport and retention, and macroinvertebrate richness in leaf banks deposited at the stream bottom. The presence of physical barriers positively influenced leaf retention, but not water velocity. There was no influence of the number of leaves deposited in the retention areas on the richness of macroinvertebrates. Physical barriers are important for the dynamics of allochthonous organic matter and maintenance of riparian zones influencing the functioning of headwater streams.

Keywords: benthic macroinvertebrates, cerrado, allochthonous organic matter, headwater streams, leaf retention.

¹Mestrando em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mails: gabrielnaguila@gmail.com, matheuscarvalho.bio@gmail.com.

²Doutoranda em Ciências biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mail: cattyeco@yahoo.com.br.

³Mestrando em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Av. Peter Henry Rolfs s/n, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: rhnsra@hotmail.com.

⁴Mestre em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mail: giselem@gmail.com.

⁵Prof. Titular na Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Av. Antônio Carlos, 6627, CP 486, CEP: 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil. laboratório de Macroinvertebrados Bentônicos; site: <http://lebufmg.wix.com/bentos>

Introdução

Riachos de cabeceira sombreados por matas ciliares têm sua dinâmica dependente do aporte de detritos de folhas de espécies da vegetação ripária (OLIVEIRA A. A.; HENRY, R. 2002; REZENDE *et al.*, 2018). Essas folhas são levadas pela correnteza do riacho e retidas por barreiras físicas, como pedras, galhos e macrófitas ou depositam-se em remansos onde a velocidade da água é menor (CANHOTO; GRAÇA, 1998). O acúmulo de folhas no fundo favorece inúmeros grupos de macroinvertebrados bentônicos que as utilizam como abrigo, alimentam-se diretamente nos bancos de folhas ou de partículas finas aderidas (GRAÇA, 2001). Entretanto, os bancos de detritos foliares não se distribuem de forma homogênea no fundo de riachos de cabeceira, sendo observados locais com diferentes tamanhos e quantidades de detritos acumulados. A heterogeneidade ambiental influencia diretamente a distribuição espacial de invertebrados associados (BOYERO *et al.*, 2012).

Objetivado avaliar a relação entre a presença de barreiras físicas e velocidade da água com a riqueza de invertebrados aquáticos em folhiço no fundo de um riacho de cabeceira, foram testadas três hipóteses: (i) a presença de barreiras aumenta a retenção de detritos foliares, (ii) a menor velocidade da água afeta negativamente a retenção de detritos e (iii) a retenção de detritos influencia positivamente a riqueza de macroinvertebrados associados.

Material e métodos

Área de estudo

Realizou-se este estudo no córrego Boleiras (18°05'18"S; 43°21'06"W), bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, localizado no Parque Estadual do Rio Preto (PERPreto), porção norte da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, na altitude de 800 m, onde domina fitofisionomia vegetal de cerrado (FIGURA 1). O parque é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, com uma extensão de 12.185 hectares, sendo 65% coberto por campos rupestres e campos limpos e 25% de Cerrado *stricto sensu* e floresta estacional (STCP/IEF, 2004).

O córrego Boleiras pertence à sub-bacia do Rio Preto, que por sua vez é afluente do Rio Araçuaí e ambos estão inseridos na bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha (IEF, 2004). O solo predominante na rede de drenagem do parque é o Neossolo Flúvico (IEF, 2010) e o clima é definido como AW (com inverno seco) pelo sistema de classificação de Köppen-Geiger, no qual a média anual pluviométrica é de 223,19 mm³ e temperaturas médias anuais em torno de 18°C (ALVARES *et al.*, 2014; IEF, 2004; CORREIA, 2015).

Para caracterização do riacho foi aplicado um protocolo de avaliação rápida (CALLISTO *et al.*, 2002), que o classificou como bem preservado (91 pontos) (FIG. 1B). Este estudo foi apoiado pela Licença de Pesquisa do IEF-MG (IEF: 063/2018) e Licença Permanente SISBio para MC (Nº 10635-2).

Figura 1A e B – Área de estudo



Legenda: A) Localização do Córrego Boleiras, localizado (círculo no alto do mapa) no PERPreto;
B) Mata ripária bem preservada do córrego estudado.

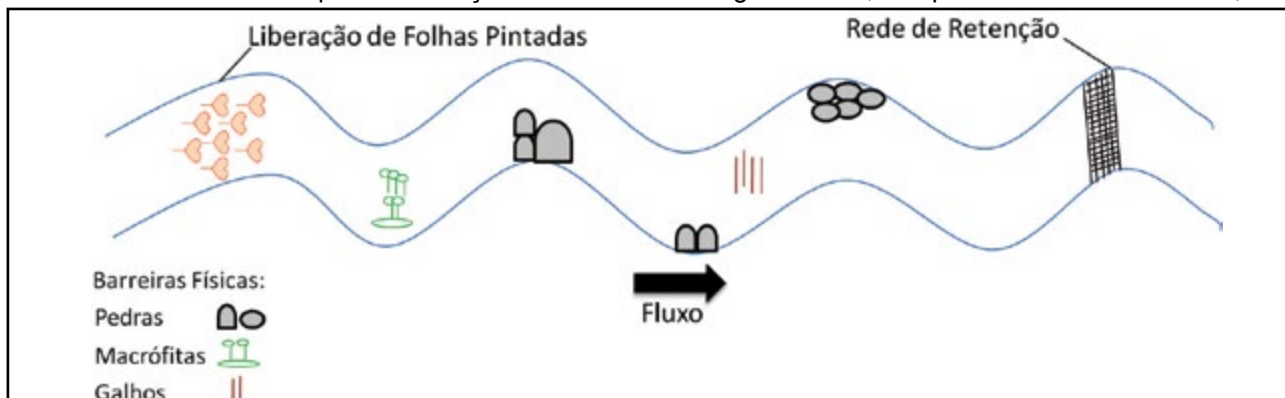
Fonte: 1A – Adaptado do Instituto Pristino, 2018
1B – Fotografia de Matheus Carvalho Ferreira

Transporte e retenção de detritos foliares

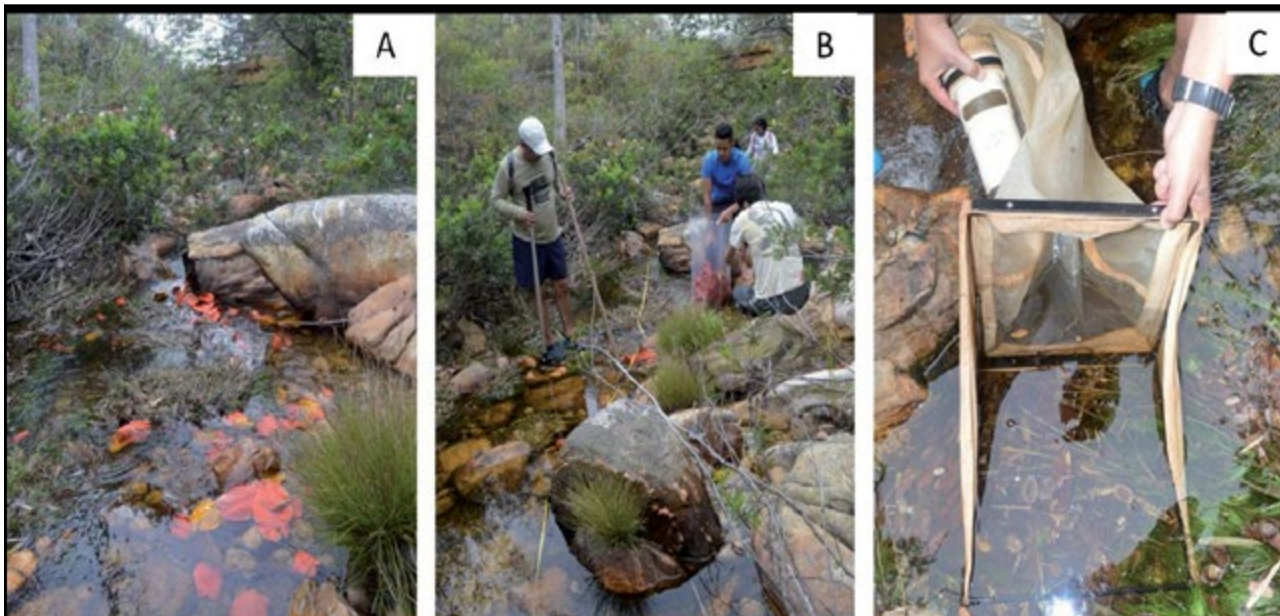
Para testar se a velocidade da água e a presença de barreiras físicas afetam a retenção de folhas, foi realizado um experimento *in situ* com folhas da espécie *Bauhinia forficata* Link marcadas de vermelho e liberadas na superfície do córrego durante uma hora, Figura 2, baseado na metodologia descrita por Elosegui (2005). Foram liberadas 100 folhas, Fotografia 1A, em um trecho

de 20 m e avaliadas métricas de habitat físico (velocidade com fluxômetro, modelo Globalwater e presença de barreiras) nos locais em que as folhas ficaram retidas (FIGURA 1B). O experimento de transporte e retenção foliar foi realizado no período seco (setembro de 2012 e setembro de 2018) em 4 trechos diferentes dentro do mesmo riacho. 3 trechos foram amostrados em setembro de 2012 e 1 trecho foi amostrado em setembro de 2018, como atividade de curso de campo

Figura 2 - Representação esquemática da diversidade de habitats no trecho estudado - 20m, durante o experimento de transporte e retenção de folhas no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto, MG



Fonte: Elaborado por Gabriel Estevão Nogueira Aguila



Legenda: A) folhas pintadas de vermelho com tinta atóxica utilizadas para o experimento de transporte;
B) mensuração de métricas de *habitat* físico (profundidade, presença de barreiras e velocidade da água);
C) coleta de bancos de folhas com coletor tipo Surber

Fonte: Fotografias de Matteus Carvalho Ferreira

Macroinvertebrados bentônicos associados a bancos de folhas

Para testar a hipótese de que bancos de folhas no fundo do riacho influenciam a riqueza de macroinvertebrados, foram amostrados arbitrariamente 10 locais em um trecho de 20 m utilizando um amostrador do tipo Surber (30 x 30 cm, malha 250 μ m) (FOTOGRAFIA 1C). Os detritos de folhas e macroinvertebrados foram triados e quantificados em campo. Os macroinvertebrados foram identificados ao nível taxonômico de ordem ou gênero, quando possível e classificados em grupos tróficos funcionais (HAMADA *et al.*, 2018). Para mensurar a riqueza, foi considerado apenas o número de ordens encontradas.

Análise de dados

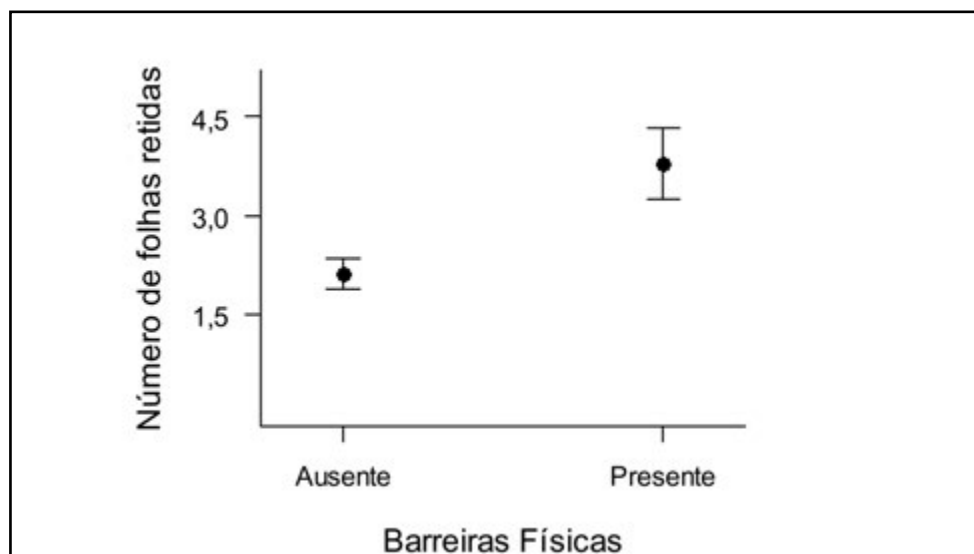
Para testar as hipóteses 1 (a presença de barreiras aumenta a retenção de detritos foliares) e 2 (a menor velocidade da água afeta negativamente a retenção de detritos), realizou-se análises de modelo misto de tipo GLMM com distribuição *Poisson*. Nessas análises utilizou-se modelos com as variáveis de interesse presença ou ausência de barreiras, velocidade da água e número de folhas retidas, onde a variação entre as quatro repetições (experimentos) foram controladas. Por fim, para testar a hipótese 3 (a retenção de detritos influencia positivamente a riqueza de macroinvertebrados associados), realizou-se uma análise de regressão linear entre o número de folhas retidas e a riqueza de macroinvertebrados. As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R, 2018) com os pacotes lme4 (BATES, 2015) e sciplot (MORALES, 2017).

Resultados

Os dados coletados no trecho do córrego Boleiras (número de folhas retidas, velocidade da água e presença ou ausência de barreiras) estão agrupados e podem ser consultados na Tabela 1 (Anexo), assim como, a relação da quantidade de folhas com a riqueza de invertebrados encontrados estão agrupados e podem ser consultados na Tabela 2 (Ane-

xo). No córrego Boleiras foram encontradas diferentes barreiras físicas responsáveis pela retenção de folhas, incluindo galhos, pedras e bancos de macrófitas. Observou-se aumento de 81% na retenção de folhas comparando locais com barreiras (média de $3,8 \pm 4,93$ folhas) e sem barreiras (média de $2,1 \pm 1,97$ folhas) ($X^2 = 19,82$; $gl = 1$; $p < 0,001$) (FIGURA. 3).

Figura 3 - Presença e ausência de barreiras físicas influenciando a quantidade de folhas retidas



Fonte: Elaborado por Matteus Carvalho Ferreira (Ferramenta: Programa R)

A velocidade da água não influenciou a retenção de folhas ($gl = 1$; $X^2 = 1,57$; $p = 0,20$). O trecho de córrego possui baixa velocidade de água ($0,1 \pm 0,18$ m/s) entre os habitats remanso e corredeiras, sendo 96% das medições de velocidade de água menor 0,5 m/s (máximos entre 0,6 e 1,17 m/s).

Nas amostragens de bancos de folhas depositados no leito do riacho para mensurar a riqueza de macroinvertebrados bentônicos, foram encontradas 7 ordens: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, He-

miptera, Megaloptera, Trichoptera e Diptera. Estes organismos foram classificados em fragmentadores (Trichoptera-Calamoceratidae: *Phylloicus*, Ephemeroptera-Polymitarcidae: *Campylocia*), coletores-catadores (Diptera: Chironomidae), raspadores (Ephemeroptera: Baetidae) e predadores (Odonata e Megaloptera) (FOTOGRAFIA 2). Não houve influência do número de folhas depositadas no fundo do riacho sobre a riqueza de macroinvertebrados associados, sendo a regressão linear não significativa ($F(1,8) = 0,34$; $p = 0,574$) (TABELA 2, ANEXO B).

Fotografia 2 – Exemplos de macroinvertebrados bentônicos coletados na área de estudo



Fonte: Fotografia de Matteus Carvalho Ferreira

Discussão

Barreiras físicas como blocos de pedra, galhos e macrófitas aquáticas são importantes para a retenção de detritos foliares que caem da mata ciliar, formando depósitos heterogêneos de bancos de folhas e criando diferentes habitats em riachos de cabeceira (ALAN; CASTILHO, 2007). A presença de barreiras físicas, e não a velocidade, explicam a retenção de detritos foliares no fundo do riacho Boleiras, um ecossistema preservado e em condição de referência no Parque Estadual do Rio Preto. A quantidade de folhas depositadas nos bancos de folhiço não explica a riqueza de macroinvertebrados bentônicos associados.

O resultado da aplicação do protocolo de avaliação rápida (CALLISTO *et al.*,

2002) e a elevada abundância de grupos de bioindicadores sensíveis a distúrbios por atividades humanas (p. ex. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), caracterizam o riacho Boleiras como bem preservado. Riachos de cabeceira em condições de referência apresentam maior disponibilidade de recursos, possibilitando o estabelecimento de diferentes grupos de macroinvertebrados bentônicos (MARTINS *et al.*, 2018). Apesar da elevada riqueza de ordens de insetos, a quantidade de folhas depositadas não explica os invertebrados associados que vivem no fundo do córrego Boleiras. Os detritos foliares de espécies de plantas oriundas da mata ciliar e as diferentes espécies vegetais apresentam concentrações distintas de C, N, P e compostos secundários que podem influenciar a qualidade dos detritos foliares

e, conseqüentemente, a fragmentação por invertebrados aquáticos (GRAÇA, 2001). Além disso, mudanças na composição de espécies ripárias alteram dramaticamente a disponibilidade, transporte e retenção de detritos foliares (FERREIRA *et al.*, 2019), favorecendo o aumento da produção primária autóctone por algas diatomáceas epibênticas (GRAÇA *et al.*, 2018) e a composição e estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos (CASTRO *et al.*, 2018).

Considerando que a composição de comunidades bentônicas é influenciada pela disponibilidade e tipos de recursos disponíveis (CASAS *et al.*, 2013; KOBAYASHI ; KAGAYA, 2002), variações na composição taxonômica entre habitats podem ser influenciadas por morfotipos foliares de diferentes espécies de plantas (CASAS *et al.*, 2013). A classificação dos detritos foliares em morfotipos distintos poderia melhor explicar a disponibilidade de abrigo e alimento para os macroinvertebrados no córrego Boleiras do que a simples contagem do número de folhas depositadas (BOYERO *et al.*, 2011).

Possivelmente, processos geomorfológicos de transporte de sedimentos e assoreamento por partículas finas, relacionados à inclinação das margens e processos erosivos, expliquem a relação entre habitats físicos e depósitos de detritos foliares no fundo do riacho Boleiras (GRAÇA *et al.*, 2004). A composição de espécies nativas de plantas na mata ciliar também poderia ser uma explicação para esta relação (CASAS *et al.*, 2013). Os resultados obtidos da relação entre barreiras físicas e retenção de folhas cor-

roboraram com a hipótese I e permitiu comprovar a sua importância para a formação de depósitos de folhiços no fundo do riacho estudado no Parque Estadual do Rio Preto.

A variação da velocidade de água não influenciou a retenção de folhas no trecho analisado, refutando a hipótese II, apesar da velocidade da água ser um dos fatores responsáveis pela retenção de folhas (GRAÇA *et al.*, 2004). Isso pode ser explicado pela baixa variação dos valores de velocidade da água no trecho analisado, com maior número de trechos de remansos e águas calmas, e à baixa declividade do trecho (0,07 m/m), o que explicaria a baixa velocidade média das águas no córrego Boleiras.

O número de folhas depositadas nos bancos de folhiços não influenciou a riqueza taxonômica de macroinvertebrados observada entre diferentes *habitats* físicos, refutando a hipótese III, sugerindo que outros mecanismos ecológicos, como a qualidade dos detritos foliares e o condicionamento por microrganismos, poderiam explicar esta variação. Apesar de não ter sido encontrado relação entre quantidade de folhas nos bancos foliares e riqueza de macroinvertebrados associados, sabe-se que a diversidade de *habitats* no fundo de riachos influencia a composição taxonômica de macroinvertebrados bentônicos (KOBAYASHI; KAGAYA, 2002). A retenção de folhas com diferentes formatos e tamanhos oferece *microhabitats* e altera a disponibilidade de nichos, proporcionando condições para diferentes espécies associadas (ALAN; CASTILHO, 2007).

Considerações finais

Os resultados deste estudo contribuem para o conhecimento do funcionamento de riachos de cabeceira em condições de referência, assim como no Parque Estadual do Rio Preto, MG. A heterogeneidade espacial de barreiras físicas em riachos de cabeceira é importante para a disponibilidade de *habitats*, devendo ser incluídas em projetos de recuperação de *habitats* físicos em riachos. Além disso, ressalta-se que a maioria das Áreas Protegidas devem ser criadas ou implementadas objetivando a proteção dos ecossistemas aquáticos e sua biodiversidade (AZEVEDO-SANTOS *et al.*, 2018). Para tanto, deveriam ser observados os seguintes fatores para a criação ou manejo de unidades de conservação: (i) conservação e recuperação da composição original de espécies de plantas nativas em zonas ripárias; (ii) conservação e recuperação da diversidade de *habitats* físicos (p.ex. barreiras naturais) nos riachos; (iii) conservação da diversidade de organismos bioindicadores de qualidade de água e (iv) investimentos em atividades de educação ambiental (*citizen science*) e aulas práticas de alunos de ecologia (graduação e pós-graduação), com apoio do IEF, como o Curso de Campo em Ecologia realizado pelo Programa PG-ECMVS/UFMG, capacitando-os a realizar diagnósticos e monitoramentos de qualidade ecológica de riachos em unidades de conservação. Devido a amostragem desbalanceada reitera-se que estes dados não devem ser generalizados, pois correspondem ao contexto local do riacho Boleiras. Sugere-se a realização de

experimentos de transporte e retenção foliar contemplando escalas temporais. Em síntese, os resultados do trabalho contribuem para subsidiar investimentos para conservação e recuperação de recursos hídricos na bacia do rio Jequitinhonha no estado de Minas Gerais, evidenciando o imprescindível papel das Unidades de Conservação como Laboratórios naturais de pesquisa e estudos do meio ambiente.

Referências

- ALLAN, J.D., CASTILHO, M. M. **Stream ecology:** structure and function of running waters. New York: Chapman and Hall. 2007.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L., DE, M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift.** v. 22, p. 711-728. 2014.
- AZEVEDO-SANTOS, V. M., FREDERICO, R. G., FAGUNDES, C., POMPEU, P., PELICICE, F., PADIAL, A. A., NOGUEIRA, M. G., FEARNside, P., LIMA, L. B., DAGA, V., OLIVEIRA, F. J. M., VITULE, J. R. S., CALLISTO, M., AGOSTINHO, A. A., ESTEVES, F. A., LIMA, D., MAGALHÃES, A. L. B., SABINO, J., MORMUL, R. P., GRASEL, D., ZUANON, J., VILELLA, F. B., HENRY, R. Protected areas: a focus on Brazilian freshwater biodiversity. **Diversity and Distributions.** v. 25, n. 3, p. 442-448, 2018. DOI: 10.1111/ddi.12871.
- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software,** v. 67, n.1, p.1-48. 2015. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- BOYERO, L., PEARSON, R. G., DUDGEON, D., FERREIRA, V., GRAÇA, M. A. S., GESSNER, M. O., BOULTON, A. J., CHAUVET, E., YULE, C. M., ALBARIÑO, R. J., RAMÍREZ, A., HELSON, J. E., CALLISTO, M., ARUNACHALAM, M., CHARÁ, J., FIGUEROA, R., MATHOOKO, J. M., GONÇALVES, J. F., MORETTI, M. S., CHARÁ-SERNA, A. M., DAVIES, J. N., ENCALADA, A., LAMOTHE, S., BURIA, L. M.,

CASTELA, J., CORNEJO, A., LI, A. O. Y., M'ERIMBA, C., VILLANUEVA, V. D., ZÚÑIGA, M. C., SWAN, C. M., BARMUTA, L. A. Global patterns of stream detritivore distribution: implications for biodiversity loss in changing climates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, p. 134-141. 2012.

BOYERO, L., PEARSON, R. G., GESSNER, M. O., BARMUTA, L. A., FERREIRA, V., GRAÇA, M. A., DUDGEON, D., BOULTON, A. J., CALLISTO, M., CHAUVET, E., HELSON, J. E., BRUDER, A., ALBARIÑO, R. J., YULE, C. M., ARUNACHALAM, M., DAVIES, J. N., FIGUEROA, R., FLECKER, A. S., RAMÍREZ, A., DEATH, R. G., IWATA, T., MATHOOKO, J. M., MATHURIAU, C., GONÇALVES JR, J. F., MORETTI, M. S., JINGGUT, T., LAMOTHE, S., M'ERIMBA, C., RATNARAJAH, L., SCHINDLER, M. H., CASTELA, J., BURIA, L. M., CORNEJO, A., VILLANUEVA, V. D., WEST, D. C. A global experiment suggests climate warming will not accelerate litter decomposition in streams but might reduce carbon sequestration. **Ecology Letters**, v. 14, p. 289-294. 2011.

CALLISTO, M., FERREIRA, W. R., MORENO, P., GOULART, M., PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.14, p. 91-92. 2002.

CANHOTO, C., GRAÇA, M. A. S. Leaf retention: a comparative study between stream categories and leaf types. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 26, p. 990-993. 1998.

CASAS, J. J., LARRAÑAGA, A., MENÉNDEZ, M., POZO, J., BASAGUREN, A., MARTÍNEZ, A., PÉREZ, J., GONZÁLES, J. M., MOLLÁ, S., CASADO, C., DESCALS, E., ROBLAS, N., LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. A., VALENZUELA, J. L. Leaf litter decomposition of native and introduced tree species of contrasting quality in headwater streams: how does the regional setting matter? **Science of the Total Environment**, v. 458, p. 197-208. 2013.

CASTRO, D. M. P., DOLÉDEC, S., CALLISTO, M. Land cover disturbance homogenizes aquatic insect functional structure in neotropical savanna streams. **Ecological Indicators**. v. 84, p. 573-584. 2018.

CORREIA, P. S. **Matéria orgânica proveniente da vegetação ripária e o processo de decomposição**

de detritos foliares em um córrego de cabeceira no cerrado. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros. 2015.

ELOSEGUI, A. **Leaf retention**. In: GRAÇA, M. A., BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (Eds.) **Methods to study litter decomposition: a practical guide**. Nova York: Springer Science & Business Media, 2005. p.13 -18.

FERREIRA, V., BOYERO, L., CALVO, C., CORREA, F., FIGUEROA, R., GONÇALVES JR, J. F., GOYENOLA, G., GRAÇA, M. A. S., HEPP, L. U., KARIUKI, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A., MAZZEO, N., M'ERIMBA, C., MONROY, S., PEIL, A., POZO, J., REZENDE, R., TEIXEIRA-DE-MELLO, F. A global assessment of the effects of Eucalyptus plantations on stream ecosystem functioning. **Ecosystems**. v. 22, n. 3, p 629–642. 2019.

GRAÇA, M. A. S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams - a review. **International Review of Hydrobiology**, v.86, p. 383-393. 2001.

GRAÇA, M. A. S., CALLISTO, M., BARBOSA, J. E. L., FIRMIANO, K. R., FRANÇA, J., GONÇALVES JR, J. F. Top-down and bottom-up control of epilithic periphyton in a tropical stream. **Freshwater Science**. v. 37, n.4:000–000. 2018. DOI: 10.1086/700886.

GRAÇA, M. A. S., PINTO, P., CORTES, R., COIMBRA, N., OLIVEIRA, S., MORAIS, M., CARVALHO, M. J., MALO, J. **Factors affecting macroinvertebrate richness and diversity in Portuguese streams: a two-scale analysis**. *International Review of Hydrobiology*, v. 89, p. 151-164. 2004.

HAMADA, N., THORP, J. H., ROGERS, D. C. **Keys to Neotropical Hexapoda – Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates**. London: Elsevier. 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. **Estudo técnico para a extensão dos perímetros do Parque Estadual do Rio Preto e do Parque Estadual do pico do Itambé na região do alto Jequitinhonha, MG. Diamantina – MG**. Belo Horizonte IEF/ Diretoria de Áreas Protegidas 2010.46 p.

INSTITUTO PRISTINO. **Atlas Digital Geoambiental**. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.institutopristino.org.br/atlas/> Acesso em: 22/02/2019.

KOBAYASHI, S., KAGAYA, T. Differences in litter characteristics and macroinvertebrate assemblages between litter patches in pools and riffles in a headwater stream. **Limnology**, v. 3 p. 37–42. 2002.

MARTINS, I. S., LIGEIRO, R., HUGHES, R. M., MACEDO, D. R., CALLISTO, M. Regionalisation is key to establishing reference conditions for neotropical savanna streams. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, p. 82–94. 2018.

MORALES, M. **Scientific Graphing Functions for Factorial Designs**. With code developed by the R Development Core Team, with general advice from the R-help listserv community and especially Duncan Murdoch. R package version 1.1-1. 2017.

OLIVEIRA, A. A., HENRY, R. Retention of particule organic matter in a tropical headstream. **Hydrobiologia**, v. 482, p. 161-166. 2002.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna : R Foundation for Statistical Computing. 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REZENDE, R. S., LEITE, G. F. M., RAMOS, K., TORRES, I., TONIN, A. M., GONÇALVES JR, J.F. Effects of litter size and quality on processing by decomposers in a tropical savannah stream. **Biotropica**, v.1, p. 1-10. 2018.

STCP - Engenharia de Projetos. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto**: análise da Unidade de Conservação. Curitiba: STCP/Belo Horizonte: IEF, 2004. Encarte 3. Disponível em: <http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/publicacoes/BD/Encarte%203%20-%20An%c3%a1lise%20da%20Unidade%20de%20conserva%c3%a7%c3%a3o%20Rio%20Preto.pdf>.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da equipe de funcionários e gerente do Parque Estadual do Rio Preto e o apoio do Instituto Estadual de Florestas - IEF, além das discussões e orientações dos professores de ecologia do curso de campo do PG-ECMVS 2018. Agradecemos também às instituições de fomento, CAPES, CNPQ e FAPEMIG, pelo fornecimento das bolsas de pesquisa dos autores e apoio aos Programas de Pós-Graduação.

Anexo A

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreira	Ano
1	6	0.09	Ausente	2012
1	12	0.08	Ausente	2012
1	3	0	Ausente	2012
1	3	0	Ausente	2012
1	1	0.23	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0.22	Ausente	2012
2	1	0.5	Ausente	2012
2	3	0.1	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	4	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	5	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0.06	Ausente	2012

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreira	Ano
3	1	0	Ausente	2012
4	2	0.2	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.4	Ausente	2018
4	3	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	4	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	3	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	4	0.3	Ausente	2018
4	5	0.3	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.2	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
1	1	0	Presente	2012
1	12	0.09	Presente	2012
1	10	0.06	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.03	Presente	2012
1	2	0.11	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.09	Presente	2012
1	3	1.17	Presente	2012
1	1	0.23	Presente	2012
1	5	0.08	Presente	2012
1	1	0.16	Presente	2012
1	3	0.14	Presente	2012
1	3	0.26	Presente	2012
1	1	0.33	Presente	2012
1	1	0.14	Presente	2012
1	1	0.02	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	2	0.37	Presente	2012
1	1	0.3	Presente	2012
1	1	0.18	Presente	2012
1	1	0.22	Presente	2012

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreiras	Ano
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.12	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	8	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	3	0	Presente	2012
2	1	0.15	Presente	2012
3	6	0	Presente	2012
3	22	0	Presente	2012
3	22	0	Presente	2012
3	15	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	11	0	Presente	2012
3	3	0	Presente	2012
3	3	0	Presente	2012
3	7	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	1	0.75	Presente	2012
3	1	0.71	Presente	2012
3	1	0.32	Presente	2012
3	1	0.15	Presente	2012
3	1	0.32	Presente	2012
3	1	0.34	Presente	2012
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	2	0	Presente	2018
4	5	0	Presente	2018
4	2	0.2	Presente	2018
4	8	0.2	Presente	2018
4	1	0.1	Presente	2018
4	1	0.1	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	3	0	Presente	2018
4	2	0	Presente	2018
4	5	0.6	Presente	2018
4	5	0	Presente	2018
4	9	0.1	Presente	2018
4	14	0.6	Presente	2018
4	19	0.4	Presente	2018
4	5	0.2	Presente	2018

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Conclusão)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreiras	Ano
4	14	0.2	Presente	2018
4	2	0.1	Presente	2018
4	1	0.8	Presente	2018
4	7	0.4	Presente	2018
4	7	0.4	Presente	2018
4	1	0.5	Presente	2018
4	12	0.2	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018

Anexo B

Tabela 2 - Relação entre quantidade de folhas e riqueza de invertebrados aquáticos em 10 pontos de coleta ao longo do trecho de 20m. no Córrego Boleiras, no período de Set/2012 e Parque Estadual do Rio Preto – MG

Quantidade folhas	Riqueza de invertebrados
688	3
347	4
399	6
317	2
160	0
507	2
519	2
130	4
165	3
129	1

Ampliando o conhecimento sobre os peixes do rio Pandeiros

Rafael Couto Rosa de Souza¹, Marina Lopes Bueno², Marina Silva Rufino³, Marina Ferreira Moreira⁴ e Paulo Santos Pompeu⁵

Resumo

A produção de energia elétrica no Brasil é impulsionada pela construção de barragens, motivada pela diminuição da utilização de combustíveis fósseis. Porém, a modificação causada num rio com a implantação destes empreendimentos traz impactos ecológicos muitas vezes irreversíveis. O objetivo deste estudo foi avaliar a ictiofauna presente no rio Pandeiros, acima e abaixo da barragem, e os possíveis impactos relacionados à alimentação e migração oriundos da Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros (PCH Pandeiros) que está desativada desde 2008. Onze coletas foram realizadas entre 2014 e 2016 em oito pontos ao longo do rio. No total foram identificados 60 espécies de peixes. Além de aprimorar o conhecimento sobre a ictiofauna do rio Pandeiros, aumentando o número de espécies conhecidas, também se identificou o impacto da PCH Pandeiros na distribuição e dinâmica dos peixes no rio, apoiando estudos que apontam a possibilidade de remoção da mesma.

Palavras chave: ictiofauna neotropical; remoção de barragens; lista de espécies; peixes migradores; bacia do rio São Francisco.

Abstract

The power production in Brazil is driven by the dam building, and motivated by the decrease in the fossil fuels uses. However, the modification on the river due the instream structures has ecological impacts often irreversible. The main aim of this study was to evaluate the ichthyofauna in the Pandeiros River, upstream and downstream the dam, and the possible impacts related to feeding and migration due the small hydropower plant which has been deactivated since 2008. Eleven sampling events were carried out between 2014 and 2016 at eight sites along the river. We identified 60 fish species. Besides improving the knowledge about ichthyofauna of the Pandeiros River, increasing the number of known species, we also identified the impact of the SHP Pandeiros on the distribution and dynamics of the fishes in the river, supporting the studies suggesting the possibility of removal of such dam.

Keywords: Neotropical fishes; dam removal; checklist; migratory fishes; São Francisco basin.

¹Doutor em Ecologia Aplicada. Brandt Meio Ambiente Ltda / Programa Peixe Vivo da Cemig.

²Doutoranda em Ecologia Aplicada. Departamento de Biologia/Universidade Federal de Lavras – UFLA.

³Mestra em Ecologia Aplicada. Departamento de Biologia/Universidade Federal de Lavras – UFLA.

⁴Mestranda em Ciências Biológicas. Departamento de Biologia/Universidade Federal de Lavras – UFLA.

⁵Professor Departamento de Biologia/Universidade Federal de Lavras – UFLA

Introdução

A construção de usinas hidrelétricas passou por momentos de altos e baixos (IEA 2015). Atualmente, verifica-se um grande investimento na construção de barragens para produção energética, muitas delas impulsionadas pela valorização de uma produção de energia elétrica sem uso de combustíveis fósseis (NILSSON *et al.*, 2005, IEA 2015). Apesar da hidroeletricidade ter uma parcela essencial na diminuição da emissão de gases de efeito estufa, e no Brasil constituir uma alternativa energética com grande potencial pela abundância de recursos hídricos, essa forma de produção é responsável por grandes impactos no ecossistema aquático (POFF & HART 2002).

Dentre os impactos ambientais gerados pela construção de usinas hidrelétricas, destacam-se os relacionados com a alteração do regime natural de vazão do rio, com a interrupção do fluxo livre no curso d'água e modificação de habitats naturais (POFF *et al.*, 1997, PRINGLE 2001, MIMS; OLDEN 2013, WINEMILLER *et al.*, 2016). Estes impactos já são bem documentados e conhecidos pela comunidade científica, mas até hoje sua mitigação ou minimização não é efetiva ou é pouco eficiente (PELICICE; AGOSTINHO 2008, POMPEU *et al.*, 2012, PELICICE *et al.*, 2015a).

Em Minas Gerais, contamos com uma legislação específica que proporciona proteção para ambientes aquáticos com importância ecológica, histórica ou turística e de grande beleza cênica. Nos termos da Lei nº 15.082/2004, foram criados os “rios de pre-

servação permanente”, onde é proibido o exercício de qualquer atividade que ameace extinguir espécies da fauna aquática ou que possa colocar em risco o equilíbrio dos ecossistemas. Assim, nos cursos d'água incluídos nesta categoria fica proibida a construção de barragens.

Em 1992, o rio Pandeiros tornou-se rio de preservação permanente (pela Lei nº 10.629, revogada na Lei nº 15.082/2004). É considerado rota de migração e área de desova para peixes migradores e possui, aproximadamente, 145 km de comprimento. Além disso, no seu baixo curso, próximo ao rio São Francisco, há uma planície de inundação com cerca de 50 km², que é considerada um berçário para diversas espécies de peixes migradores (CAROLSFELD 2003, NUNES *et al.*, 2009). Embora esteja protegido e tenha grande relevância ecológica, ainda são poucos os estudos que tentam identificar, caracterizar e dimensionar sua importância para a bacia do rio São Francisco. Com relação às comunidades de peixes, por exemplo, apenas três trabalhos já foram publicados (GODINHO, 1986; ALVES; LEAL, 2010; SANTOS *et al.*, 2015).

A Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Pandeiros (525974.02 m E; 8285899.58 m S) localiza-se 50 km acima da foz do rio. A usina começou sua operação em 1957, com um trecho de vazão reduzida de aproximadamente 600 metros. A barragem tem uma altura máxima de 10,3 metros e uma área inundada máxima pelo reservatório de 0,28 km² (FONSECA *et al.*, 2008). No trecho de vazão reduzida situam-se três cachoeiras, a maior delas com cerca de 9 metros.

Em 2008 sua operação foi paralisada em definitivo e as águas do rio Pandeiros retornaram para o canal natural. Apesar disso, mesmo com a usina não operando, a estrutura física da PCH Pandeiros ainda regula o nível acima da barragem. Além disso, o reservatório está praticamente preenchido por sedimentos. Hoje é raso e conectado a uma lagoa lateral, que já foi temporária, e que atualmente é perene, em função da presença da barragem.

A presença desta barragem ainda pode ser fonte de impactos para os organismos aquáticos da região, tanto acima quanto abaixo da mesma. Assim, a Superintendência Regional de Meio Ambiente de Minas Gerais (SUPRAM) requereu que a Cemig viabilizasse um estudo para avaliação dos impactos da PCH Pandeiros e da possibilidade de remoção da estrutura física de sua barragem.

Neste trabalho realizou-se novas amostragens e uma compilação dos dados já existentes sobre a ictiofauna do rio Pandeiros, com o objetivo de atualizar a lista de espécies para a bacia. Comparou-se ainda a alimentação entre os peixes mais abundantes presentes na lagoa ligada ao reservatório e uma lagoa marginal na foz do rio Pandeiros, e verificou-se se ainda existe impacto da barragem às espécies migratórias. Verificou-se se existe impacto da barragem às espécies migratórias. Os dados apresentados neste estudo darão subsídios para a possibilidade de remoção da PCH Pandeiros.

Material e métodos

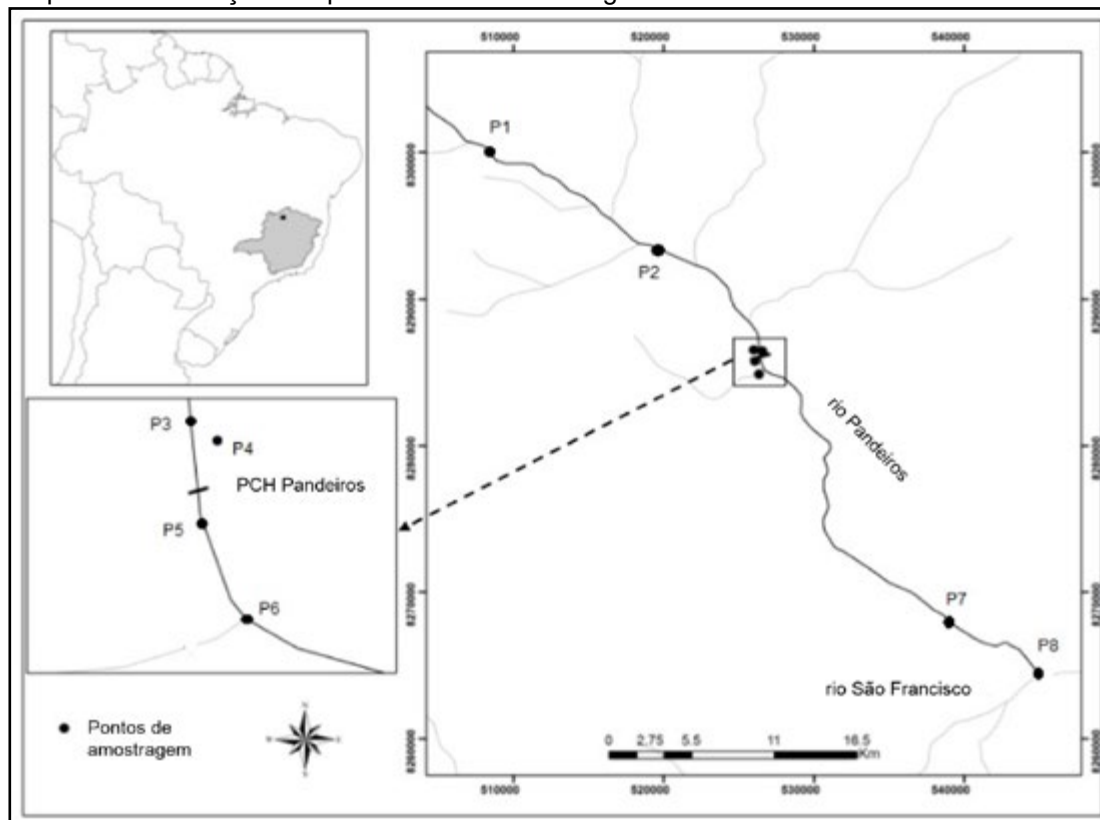
O presente estudo foi realizado na calha do rio Pandeiros, afluente da margem esquer-

da do rio São Francisco. Está localizado no norte de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho (BETHONICO, 2009). Está inserido em uma região de transição entre cerrado e caatinga, o clima predominante é Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger (NUNES *et al.*, 2009).

O rio Pandeiros é um rio de preservação permanente segundo legislação do estado de Minas Gerais, Lei nº 15.082, de 27 de abril de 2004. Está inserido dentro do Refúgio de Vida Silvestre (REVS) implementado em 2004 sob o Decreto 43910, de 05/11/2004. Sua bacia também está próxima de uma série de áreas protegidas como parques nacionais e áreas de proteção ambiental. Assim, configura-se como uma área estratégica para proteção da fauna e flora da região (DRUMMOND *et al.*, 2005).

A amostragem foi realizada no rio Pandeiros durante onze campanhas, de julho de 2014 a fevereiro de 2016, em oito pontos de coleta, divididos em duas regiões, ao longo da bacia do rio Pandeiros: a montante e a jusante da PCH Pandeiros (MAPA 1).

Mapa 1 – Localização dos pontos de coleta ao longo do rio Pandeiros



Nota: P1 e P2: alto rio Pandeiros;

P3 e P4: Rio Pandeiros, imediatamente a montante do reservatório da PCH Pandeiros;

P5 e P6: Rio Pandeiros, imediatamente a jusante da barragem da PCH Pandeiros;

P7 e P8: Baixo rio Pandeiros, na região de seu Pântano

Fonte: Adaptado por Bueno, 2016

Todos os pontos estão inseridos na Área de Proteção Ambiental pandeiros (APA) e quatro (pontos 5, 6, 7 e 8) deles também estão dentro do Refúgio da Vida Silvestre Pandeiros (REVS) (TABELA 1).

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos amostrais ao longo do rio Pandeiros

Pontos	Região (montante e jusante)	Coordenadas
Ponto 1	M	15°22'55.69"S/ 44°55'26.65"W
Ponto 2	M	15°26'27.25"S/ 44°49'14.83"W
Ponto 3	M	15°29'55.34"S/ 44°45'27.41"W
Ponto 4	M	15°29'57.61"S/ 44°45'8.26"W
Ponto 5	J	15°30'20.03"S/ 44°45'24.24"W
Ponto 6	J	15°30'48.63"S/ 44°45'15.03"W
Ponto 7	J	15°40'11.11"S/ 44°38'11.46"W
Ponto 8	J	15°41'46.06"S/ 44°34'30.01"W

Em cada ponto a amostragem dos peixes foi realizada com redes de espera, com malha de 3 a 16 cm entre nós opostos, além de amostragem qualitativa com peneiras e arrasto (ZALE *et al.*, 2012). As redes foram colocadas às 18 horas e retiradas na manhã seguinte, permanecendo expostas por cerca de doze horas (FOTOGRAFIA 1A e 1B).

Fotografia 1A - Rio Pandeiros a montante da PCH Pandeiros próximo ao ponto1



Fonte: Acervo pessoal de Rafael Couto Rosa de Souza

Fotografia 1B - Rio Pandeiros na região da planície de inundação



Fonte: Acervo pessoal de Rafael Couto Rosa de Souza

Os exemplares capturados foram etiquetados e fixados em solução de formol 10%. O material coletado foi levado ao Laboratório de Ecologia de Peixes – Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foi transferido para solução de álcool 70°, e estão em processo de tombamento na Coleção Ictiológica da UFLA - CIUFLA.

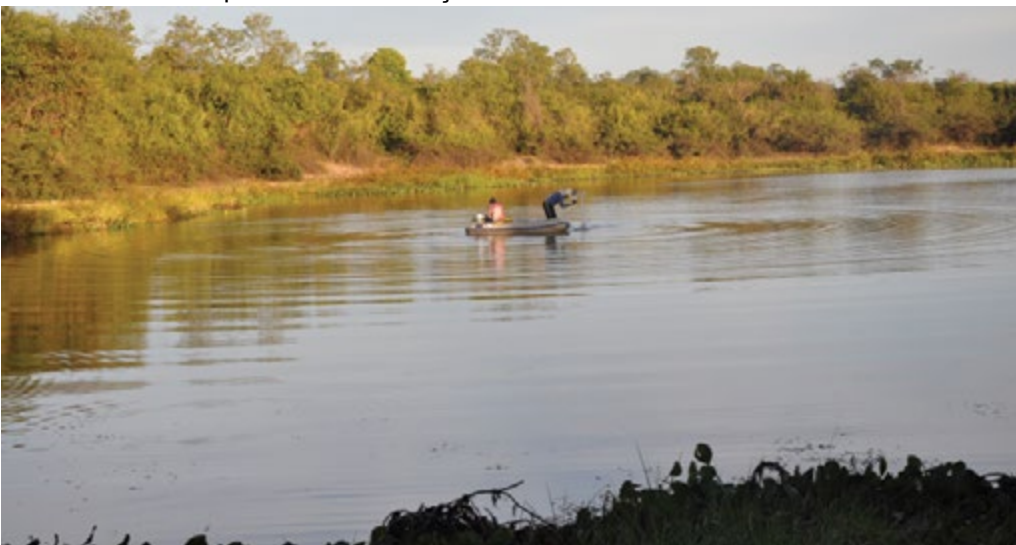
Os peixes foram identificados baseando-se em Britski *et al.*, (1988) e a classificação das espécies migradoras foi baseada em

Carolsfeld *et al.*, (2003) e Agostinho *et al.*, (2007). Além disso, foi comparada a dieta dos peixes capturados em duas lagoas, uma influenciada pela barragem e outra natural na planície de inundação (FOTOGRAFIA 2A e 2B). A partir da análise de conteúdo estomacal das espécies com número de indivíduos maior que cinco, foi possível calcular o Índice Alimentar para cada item alimentar proposto por Kawakami & Vazzoler (1980).

Fotografia 2A – Lagoa conectada ao reservatório a PCH Pandeiros presente na margem esquerda do rio Pandeiros



Fotografia 2B - Integrantes do estudo armando conjunto de rede na lagoa marginal na planície de inundação na foz do rio Pandeiros



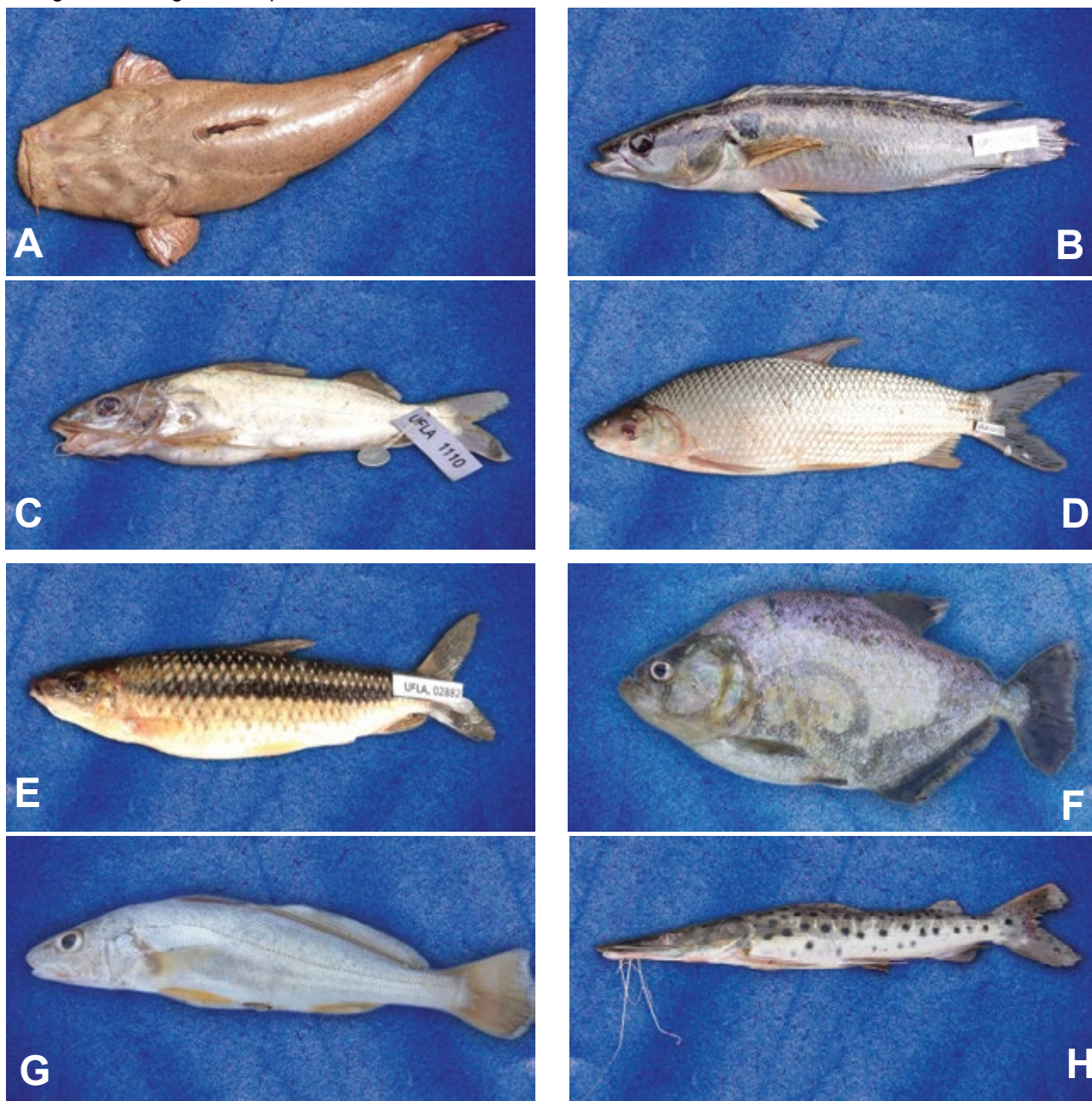
Fonte: Acervo pessoal de Rafael Couto Rosa de Souza

Resultados e discussão

No presente estudo, foram identificadas um total de 60 espécies de peixes (FOTOGRAFIA 4). Foram observados maior número de espécies migradoras na região da foz e na planície de inundação e maior quantidade de espécies exóticas (espécies não nativas da bacia do rio São Francisco) nos pontos acima da barragem.

Na lagoa modificada pela presença da barragem (Ponto 4), observou-se baixa diversidade de espécies, sendo a comunidade composta basicamente por indivíduos de tamboatá (*Hoplosternum littorale* – espécie exótica) e cangati (*Trachelyopterus galeatus*). As outras espécies exóticas ocorreram em número reduzido, tanto acima quanto abaixo da barragem (TABELA 2).

Fotografia 4 – Algumas espécies nativas do rio Pandeiros coletadas durante o estudo





Legenda: A - *Lophiosilurus alexandri* (pacamã);
 B - *Crenicichla lepidota* (jacundá);
 C - *Pimelodus fur* (mandi-prata);
 D - *Prochilodus argenteus* (curimba);
 E - *Leporinus taeniatus* (piau-jejo);
 F - *Serrasalmus brandtii* (pirambebe);
 G - *Pachyurus francisci* (corvina);
 H - *Pseudoplatystoma corruscans* (surubim);
 I - *Bryconops* sp.
 J - *Salminus franciscanus* (dourado).

Fonte: Acervo pessoal de Rafael Couto Rosa de Souza

Tabela 2 – Número de indivíduos das espécies coletadas nos oito pontos amostrados, separados entre as regiões montante (P1, P2, P3, P4) e jusante (P5, P6, P7, P8) da PCH Pandeiros

(Continua ...)

Espécie	Montante				Jusante				N
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
ORDEM CHARACIFORMES									
Família Curimatidae									
<i>Curimatella lepidura</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889						43	6	61	110
<i>Cyphocharax gilbert</i> Quoy & Gaimard, 1824								7	7
<i>Steindachnerina elegans</i> Steindachner, 1875	1	9			4	7		3	24
Família Prochilodontidae									
<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829 ^M						10	6	22	38
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850 ^M						11		5	16
Família Anostomidae									
<i>Leporellus vittatus</i> Valenciennes, 1850						3			3
<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941						71	10	38	119
<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1875 ^M						140		1	141
<i>Megaleporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1837 ^M			1		2	1	1		5
<i>Megaleporinus reinhardtii</i> Lütken, 1875 ^M						21	4	23	48
<i>Schizodon knerii</i> Steindachner, 1875						18	4	28	50
Família Crenuchidae									
<i>Characidium lagosantense</i> Travassos, 1947				1					1
<i>Characidium aff. zebra</i> Eigenmann, 1909				1					1
Família Characidae									
<i>Astyanax fasciatus</i> Cuvier, 1819	12	8	3		43	23	1		90
<i>Astyanax lacustris</i> Lütken, 1875	8		10	7	4	27	4	3	63

Tabela 2 – Número de indivíduos das espécies coletadas nos oito pontos amostrados, separados entre as regiões montante (P1, P2, P3, P4) e jusante (P5, P6, P7, P8) da PCH Pandeiros

(Continua...)

Espécie	Montante				Jusante				N
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911			1	5			3		9
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> Steindachner, 1907							1		1
<i>Orthospinus franciscensis</i> Eigenmann, 1914				1			6	1	8
<i>Phenacogaster franciscoensis</i> Eigenmann, 1911		3					5		8
<i>Serrapinnus piaba</i> Lütken, 1875	4		3						7
<i>Tetragonopterus franciscoensis</i> Silva, Melo, Oliveira & Benine, 2016						20	15	19	54
<i>Triportheus guentheri</i> Garman, 1890							11	37	48
Família Serrasalminidae									
<i>Metynnis lippincottianus</i> Cope, 1870 ^E			4	10		3		1	18
<i>Myleus micans</i> Lütken, 1875	38	45	19	3	58	13	2		178
<i>Pygocentrus piraya</i> Cuvier, 1819							20	9	29
<i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875						1	5	26	32
Família Bryconidae									
<i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 ^M		2					3	3	8
<i>Salminus franciscanus</i> Lima & Britski, 2007 ^M						8	5	15	28
Família Acestrorhynchidae									
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> Lütken, 1875	12	8	25	97	42	102	5	3	294
Família Erythrinidae									
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> Spix & Agassiz, 1829				1					1
<i>Hoplias intermedius</i> Günther, 1864	15	31	6	7	20	27	1	4	111
<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1794			18	56		19		14	107
Família Parodontidae									
<i>Apareiodon</i> spp.					2				2
<i>Parodon hilarii</i> Reinhardt, 1867		2			3	1			6
Família Iguanodectidae									
<i>Bryconops</i> sp.		1	17	53			1	1	73
ORDEM SILURIFORMES									
Família Callichthyidae									
<i>Corydoras multimaculatus</i> Steindachner, 1907	8								8
<i>Hoplosternum littorale</i> Hancock, 1828 ^E	3	1	12	304				45	365
Família Loricariidae									
<i>Hisonotus</i> sp.	8	6				5	1		20
<i>Hypostomus</i> sp1	7	28	3		26	3			67
<i>Hypostomus</i> spp			1		3	13			17
<i>Hypostomus</i> aff. <i>alatus</i> Castelnau, 1855						4			4
<i>Hypostomus</i> aff. <i>margaritifer</i> Regan, 1908	2	28	11		42	20			103
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> Spix & Agassiz, 1829							1	1	2

Tabela 2 – Número de indivíduos das espécies coletadas nos oito pontos amostrados, separados entre as regiões montante (P1, P2, P3, P4) e jusante (P5, P6, P7, P8) da PCH Pandeiros

Espécie	Montante				Jusante				N
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
<i>Rineloricaria pentamaculata</i> Langeani & de Araujo, 1994						1			1
Família Pseudopimelodidae									
<i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1876						1	3		4
Família Heptapteridae									
<i>Rhamdia quelen</i> Quoy & Gaimard, 1824					1	2			3
Família Pimelodidae									
<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803 ^M						2		16	18
<i>Pimelodus fur</i> Lütken, 1874								2	2
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> Spix & Agassiz, 1829 ^M								3	3
Família Auchenipteridae									
<i>Centromochlus bockmanni</i> Sarmento-Soares & Buckup, 2005	5								5
<i>Trachelyopterus galeatus</i> Linneaus, 1776	2	3	41	309	10	9		6	380
ORDEM GYMNOTIFORMES									
Família Gymnotidae									
<i>Gymnotus</i> sp.	1		1	5				1	8
Família Sternopygidae									
<i>Sternopygus macrurus</i> Bloch & Schneider, 1801								1	1
ORDEM CYPRINODONTIFORMES									
Família Poeciliidae									
<i>Pamphorichthys hollandi</i> Henn, 1916			6						6
ORDEM SYNBRANCHIFORMES									
Família Synbranchidae									
<i>Eigenmannia besouro</i> Peixoto & Wosiacki, 2016	6	5	1		2		1	1	16
ORDEM PERCIFORMES									
Família Sciaenidae									
<i>Pachyurus francisci</i> Cuvier, 1830								1	1
ORDEM CICHLIFORMES									
Família Cichlidae									
<i>Astronotus ocellatus</i> Agassiz, 1831 ^E								1	1
<i>Cichla piquiti</i> Kullander & Ferreira, 2006 ^E							1		1
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> Kullander, 1983	2	3	4	26				6	41
<i>Crenicichla lepidota</i> Heckel, 1840						1		2	3
Total	138	183	187	885	262	630	126	410	2821

Legenda: M = espécie migradora de grandes distâncias de acordo com Carolsfeld *et al.* (2003).

E = espécie não nativa nas bacias do rio São Francisco segundo Reis *et al.* (2003).

Foram coletadas nove espécies migradoras (*Brycon orthotaenia*, *Leporinus taeniatus*, *Megaleporinus obtusidens*, *Megaleporinus reinhardti*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus argenteus*, *Prochilodus costatus*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus franciscanus*). Destas espécies foram capturados 305 indivíduos em seis pontos de coleta. Em todos os pontos a jusante da PCH Pandeiros foi registrada a presença de espécies migradoras. Em contrapartida, a montante da PCH Pandeiros estas espécies foram coletadas somente em dois pontos e em pequena abundância. Apenas dois indivíduos de matrinhã (*B. orthotaenia*) foram coletados no ponto 2 (P2) e um indivíduo de piapara (*M. obtusidens*), no ponto 3 (P3) (TABELA 2).

Desta maneira, foi possível observar diferenças na distribuição das espécies migradoras em função das alterações causadas pelo barramento da PCH Pandeiros. Os barramentos alteram o regime hidrológico original de um rio, resultando em um novo ecossistema (AGOSTINHO *et al.*, 2007, SANCHES *et al.*, 2014) e provocam alteração na composição e abundância das comunidades aquáticas, causando proliferação de algumas espécies e redução ou eliminação de outras. Além disso, os peixes migradores necessitam de grandes trechos livres da bacia, onde se deslocam por vários quilômetros para completarem suas rotas migratórias (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Portanto, este grupo é um dos mais afetados pela construção de barragens, pois o barramento e seu reservatório constituem um obstáculo para o livre deslocamento entre as áreas de alimentação e desova (LOPES; SILVA 2012), bem

como para o carregamento de larvas em direção às planícies de inundação (PELICICE *et al.*, 2015a).

Para se ter um conhecimento mais amplo de quais espécies são encontradas no rio Pandeiros, foram incorporados ao trabalho estudos anteriores. Assim, até o momento, 88 espécies de peixes já foram registradas neste rio (TABELA 3). Os estudos anteriores haviam se concentrado em áreas na planície de inundação (GODINHO 1986, ALVES ; LEAL 2010). Apenas um estudo foi conduzido em outra região da bacia, amostrando uma única vez em apenas quatro pontos (SANTOS *et al.*, 2015). Apesar de não contemplar ainda pequenos afluentes do rio Pandeiros e não abranger um número maior de espécies de menor porte, já é possível afirmar que pelo menos 1/3 da fauna de peixes do São Francisco pode ser encontrada na bacia do Pandeiros (BARBOSA *et al.*, 2017)

Tabela 3 - Lista de espécies de peixes coletadas no rio Pandeiros em trabalhos anteriores

(Continua...)

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Referências
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoviella vaillanti</i> Steindachner, 1908	Sardinha	Godinho, 1986
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimatella lepidura</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Manjuba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010 <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cyphocharax gilbert</i> Quoy & Gaimard, 1824		Alves & Leal, 2010
		<i>Steindachnerina elegans</i> Steindachner, 1875	Saguiru	Godinho, 1986, Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829	Curimbatá- pacu	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850	Curimbatá- pioa	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
	Anostomidae	<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941	Piau-gordura	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1875	Piau-jejo	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Megaleporinus elegantus</i> Valenciennes, 1850	Piau	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Megaleporinus macrocephallus</i> Garavello & Britski, 1988	Piauçu	Alves & Leal, 2010
		<i>Megaleporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1837	Piau- verdadeiro	Alves & Leal, 2010
		<i>Megaleporinus reinhardti</i> Lütken, 1875	Piau-três- pintas	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Schizodon knerii</i> Steindachner, 1875	Piau- campineiro	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015

Tabela 3 - Lista de espécies de peixes coletadas no rio Pandeiros em trabalhos anteriores

(Continua...)

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Referências
	Crenuchidae	<i>Characidium fasciatum</i> Reinhardti, 1867	Piabinha	Godinho, 1986
		<i>Characidium lagsantense</i> Travassos, 1947	Mocinha	Alves & Leal, 2010
		<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Mocinha	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i> Cuvier, 1819	Lambari-do-rabo-vermelho	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Astyanax lacustres</i> Lütken, 1875	Lambari-do-rabo-amarelo	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Astyanax rivularis</i> Lütken, 1875	Lambari	Santos <i>et al.</i> , 2015
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax spp.</i>	Lambari	Alves & Leal, 2010
		<i>Brachyhalcinus franciscoensis</i>	Piaba	Godinho, 1986
		<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908		Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Bryconops affinis</i> Günther, 1864		Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	Piaba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
		<i>Hyphessobrycon</i> sp.	Piaba	Alves & Leal, 2010
		<i>Hyphessobrycon santae</i> Eigenmann, 1907	Piaba	Alves & Leal, 2010
		<i>Moenkhausia costae</i> Steindachner, 1907	Piaba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> Steindachner, 1907	Piaba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Orthospinus franciscensis</i> Eigenmann, 1914	Piaba	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	Piaba	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Planaltina</i> sp.	Piaba	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Psellogrammus kennedyi</i> Rigenmann, 1903	Piaba	
<i>Roebooides xenodon</i> Reinhardt, 1851	Piaba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010		

Tabela 3 - Lista de espécies de peixes coletadas no rio Pandeiros em trabalhos anteriores

(Continua...)

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Referências
Charaiformes		<i>Serrapinus heterodon</i> Eigenmann, 1915	Piabinha	Alves & Leal, 2010
		<i>Serrapinus piaba</i> Lütken, 1875	Piabinha	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
		<i>Tetragonopterus chalcus</i> Spix & Agassiz, 1829	Paiba-rapadura	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
		<i>Triportheus guentheri</i> Garman, 1890	Paiba-falcão	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
	Serrasalminidae	<i>Myleus altipinnis</i> Valenciennes, 1850	Pacu	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Myleus micans</i> Lütken, 1875	Pacu	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Pygocentrus piraya</i> Cuvier, 1819	Piranha	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875	Pirambeba	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
	Bryconidae	<i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864	Matrinchã	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
		<i>Salminus franciscanus</i> Lima & Britski, 2007	Dourado	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Salminus</i> sp.		Godinho, 1986;
	Acestrochynchidae	<i>Acestrochynchus lacustres</i> Lütken, 1875	Peixe-cachorro	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Acestrochynchus britskii</i> Menezes, 1969	Peixe-cachorro	Godinho, 1986
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> Spix & Agassiz, 1829	Léo	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hoplias intermedius</i> Günther, 1864	Trairão	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1794	Traíra	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
<i>Hoplias</i> sp.			Godinho, 1986	

Tabela 3 - Lista de espécies de peixes coletadas no rio Pandeiros em trabalhos anteriores

(Continua...)

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Referências
Characiformes	Bryconidae	<i>Salminus</i> sp.		Godinho, 1986;
	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus lacustres</i> Lütken, 1875	Peixe-cachorro	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Acestrorhynchus britskii</i> Menezes, 1969	Peixe-cachorro	Godinho, 1986
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> Spix & Agassiz, 1829	Léo	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hoplias intermedius</i> Günther, 1864	Trairão	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1794	Traíra	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hoplias</i> sp.		Godinho, 1986
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras multimaculatus</i> Steindachner, 1907		Godinho, 1986
		<i>Corydoras polystictus</i> Regan, 1912	Peixe-gato	Alves & Leal, 2010;
		<i>Hoplosternum littorale</i> Hancock, 1828	Tamboatá	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
	Loricariidae	<i>Hisonotus</i> sp. n.2	Cascudinho	Alves & Leal, 2010;
		<i>Hypostomus</i> spp.	Cascudo	Alves & Leal, 2010;
		<i>Hypostomus lima</i> , Lütken, 1874		Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hypostomus francisci</i> , Lütken, 1874		Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> Spix & Agassiz, 1829	Cascudo, acari	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Hartia longipinna</i> Langeani, Oyakawa & Montoya-Burgos, 2001		Santos <i>et al.</i> , 2015
	Pseudopimelodidae	<i>Microglanis leptostriatus</i> Mori & Shibatta, 2006		Alves & Leal, 2010
		<i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1876	Pacamã	Godinho, 1986
	Heptapteridae	<i>Imparfinis minutus</i> Lütken, 1874	Bagrinho	Alves & Leal, 2010
		<i>Pimelodella lateristriga</i> Lichtenstein, 1823	Chorão	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Pimelodella</i> sp.	Mandizinho	Godinho, 1986
	Pimelodidae	<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803	Mandi-amarelo	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Pimelodus</i> sp.	Mandi-branco	Godinho, 1986
		<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> Spix & Agassiz, 1829	Surubim	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus galeatus</i> Linnaeus, 1776	Cangati	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015	

Tabela 3 - Lista de espécies de peixes coletadas no rio Pandeiros em trabalhos anteriores

(Conclusão)

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Referências
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp.		Santos <i>et al.</i> , 2015
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Sarapó	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010
	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i> Valenciennes, 1836	Sarapó	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pamphorichthys hollandi</i> Henn, 1916	Barriguiho	Alves & Leal, 2010
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Mussum	Alves & Leal, 2010
Periciformes	Sciaenidae	<i>Pachyurus francisci</i> Cuvier, 1830	Corvina	Godinho, 1986;
		<i>Pachyurus squamipennis</i> Agassiz, 1831	Corvina	Godinho, 1986;
Cichliformes	Cichlidae	<i>Australocheiros facetus</i> Jenyns, 1842	Cará	Alves & Leal, 2010; Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cichla ocellaris</i> Schneider, 1801	Tucunaré	Alves & Leal, 2010
		<i>Cichla piquiti</i> Kullander & Ferreira, 2006	Tucunaré	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> Kullander, 1983	Cará-preto	Santos <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cichlasoma</i> sp.		Godinho, 1986;
		<i>Crenicichla lepidota</i> Heckel, 1840	Jacobdá	Godinho, 1986; Alves & Leal, 2010

A partir da análise de conteúdo estomacal, agrupamos os itens alimentares encontrados nos peixes em seis principais categorias, Tabela 4 e somamos seus respectivos valores de Índice Alimentar, Tabela 5, verificando como a dinâmica trófica é alterada quando comparamos um ambiente natural (lagoa marginal na planície de inundação) e um ambiente modificado (lagoa conectada ao reservatório) e em diferentes períodos do ano como seca e chuva.

Tabela 4 - Agrupamento dos itens alimentares encontrados nos peixes em seis categorias

Categorias	Itens alimentares
Algas	Todo tipo de alga, principalmente algas filamentosas;
Detritos	Constituído de matéria orgânica particulada;
Invertebrados	Adultos, larvas ou partes de insetos, como besouros e moscas, e demais invertebrados, como aranhas, crustáceos e nematodas;
Restos de animais	Partes de animais, escamas, nadadeiras e peixes inteiros;
Restos vegetais	Partes vegetais, raízes, sementes e frutos;
Zooplânctons	Zooplânctons em geral, como ostracoda, cladocero, copepoda, e demais.

Tabela 5 - Conteúdo estomacal das espécies encontradas nas lagoas com N≥5

(Continua...)

Espécie	Nome popular	Período	N	N0	A	D	I	RA	RV	Z	
Lagoa conectada ao reservatório	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Peixe-cachorro	S	20	11				+++		
			C	22	13			-	+++		
	<i>Bryconops affinis</i>		S	9	2			+++		-	
			C	21	7			+++			
	<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	Cará-preto	S	8	2		+	+++		-	
			C	8	0		++	++		+	
	<i>Gymnotus carapo</i>	Sarapó	S	1	0			+++			
			C	4	0			+++			
	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	S	10	7					+++	
			C	13	11				-	+++	
	<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	S	19	2	-	++	++			-
			C	29	4	-	+	+++		-	
	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Cangati	S	20	3	-	-	+++		-	-
			C	21	2			+++		-	-
Lagoa marginal na planície de inundação	<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	Cará-preto	S	2			+		+	+++	-
			C	4	2	++	++			-	
	<i>Curimatella lepidura</i>	Manjuba	S	30				+++		-	+
			C	18				+++		-	-
	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	S	7	7						
			C	6	6						
	<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	S	10	1		++	-	-		+++
			C	32	6		++		-		++
<i>Leporinus piau</i>	Piau-gordura	S	16	1			-		-	++	
		C	22		+++	-		-	-		

Tabela 5 - Conteúdo estomacal das espécies encontradas nas lagoas com N≥5

Espécie	Nome popular	Período	N	N0	A	D	I	(Conclusão)		
								RA	RV	Z
Lagoa marginal na planície de inundação	<i>Megaleporinus reinhardtii</i>	Piau-três-pintas	S	10	4		++		++	-
			C	9			++	-	+	+
	<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-amarelo	S	7				-	+	++
			C	9				-	+	+++
	<i>Prochilodus argenteus</i>	Curimbatá-pacu	S	10	5	-	++			++
			C	11	7		++			++
	<i>Pygocentrus piraya</i>	Piranha	S	7	1				+++	-
			C	2	1				+++	
	<i>Salminus franciscanus</i>	Dourado	S	5	2				+++	
			C	8	4				+++	-
	<i>Schizodon knerii</i>	Piau-campineiro	S	21	7	-				+++
			C	7	2	-		-		+++
	<i>Serrassalmus brandtii</i>	Pirambeba	S	8					+++	-
			C	16					+++	-
<i>Triportheus guentheri</i>	Piaba-facão	S	20	2				-	+++	
		C	15						-	+++

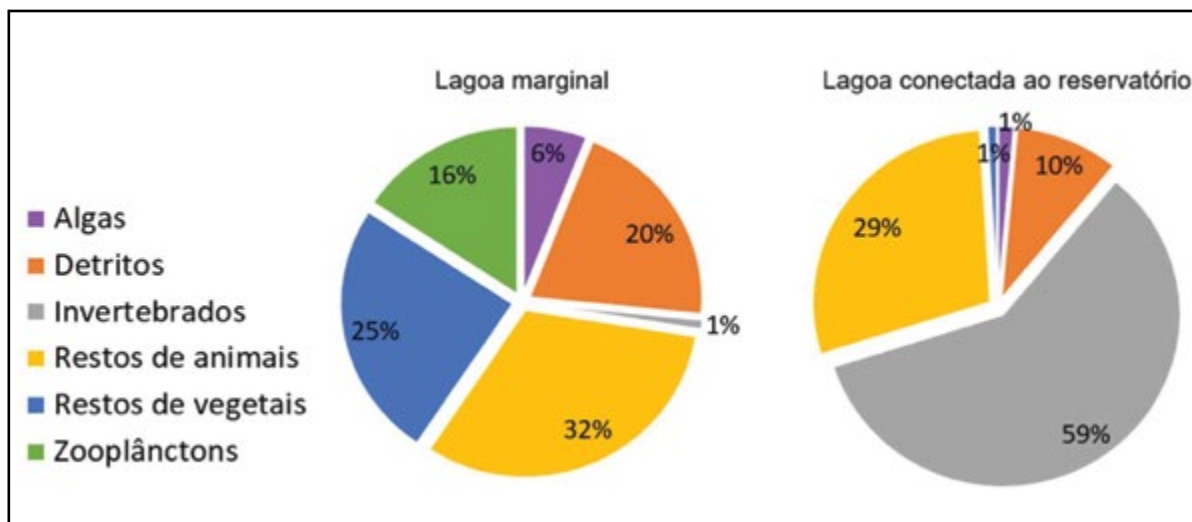
Período: S = Período de seca, C = Período de chuva; N = Número de indivíduos analisados; N0 = Número de indivíduos analisados com estômago vazio; A = algas; D = detritos; I = invertebrados; RA = restos de animais; RV = restos vegetais; Z = zooplânctons.

-, +, ++, +++ = índice alimentar menor que 10%, entre 10 e 30%, entre 30 e 60% e maior que 60%, respectivamente.

Na lagoa natural, peixes que se alimentam de diferentes tipos de recursos são bem representados, enquanto na lagoa conectada ao reservatório predominam as espécies que se alimentam de invertebrados (GRÁFICO 1). Estas diferenças estão ligadas, possivelmente, com a heterogeneidade (habitat e recurso) e dinâmica de espécies que estão nestes ambientes (POMPEU; GODINHO, 2003). A lagoa conectada ao reservatório é um ambiente artificial que não sofre as influências do rio ao longo dos períodos de seca e chuva. Assim, torna-se um ambiente com baixa heterogeneidade, pouca diversidade de habitats e disponibilidade de recursos. Em contraponto, a lagoa marginal da planície de inundação do rio Pandeiros,

é um ambiente que possui grande variação ao longo do ano, podendo até secar completamente em períodos de seca (GODINHO, 1986; NUNES *et al.*, 2009), tornando-se altamente heterogênea, com grande diversidade de habitats e disponibilidade de recursos para a ictiofauna (LOWE-MCCONNELL, 1999; JUNK *et al.*, 2006).

Gráfico 1 - Proporção das categorias alimentares dos peixes coletados nas lagoas acima e abaixo da barragem



Considerações finais

O presente trabalho indicou, mais uma vez, que o rio Pandeiros apresenta uma elevada riqueza de espécies de peixes. Mas esta fauna não é plenamente conhecida, uma vez que o estudo de riachos de menor porte da bacia enriqueceria a lista, principalmente pela adição de espécies de pequeno porte.

Através deste trabalho foi possível definir que a remoção da PCH Pandeiros é recomendável, pois, aparentemente, as populações de espécies migradoras só são autossustentáveis a jusante. Vários efeitos positivos poderiam ser observados com o descomissionamento, como um aumento significativo dos possíveis sítios de desova ao longo de todo rio e a recolonização dos trechos a montante da barragem. O atual reservatório também voltaria à condição de rio, com ganhos para todo o sistema. Além disso, os potenciais

efeitos positivos da remoção também se estenderiam ao rio São Francisco, visto que o rio Pandeiros é um dos principais afluentes desta bacia na porção do médio rio São Francisco onde ele se localiza.

A remoção de barragens é um tema delicado e complexo por abranger muitas questões. Mesmo em países que praticam tal medida, é necessário ter conhecimento detalhado sobre o ecossistema envolvido e atenção para que a decisão tomada seja a melhor para o ambiente influenciado por ela. No caso da PCH Pandeiros, acredita-se que é uma medida ecologicamente viável, pois demonstrou-se que a barragem é ainda fonte de impacto para a ictiofauna, principalmente para os migradores e determinante na distribuição e estrutura da comunidade de peixes do rio.

Referências

- AGOSTINHO, A. A.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C. S.; ALMEIDA, D. A. D.; OLIVEIRA, R. J. D.; MELO, J. R. B. D. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 2, p. 121-130, 2007.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 501 p.
- ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. Belo Horizonte, IEF. **MG Biota**, v. 2, p. 26-50. 2010.
- BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C.; CINTRA, I. H. A.; HERMANN, M.; ARAÚJO, A. R. R. Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, p. 70-90. 2017.
- BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no norte de Minas Gerais. **Acta Geográfica**, v. 3, n. 5, p. 23-38, 2010.
- BRITSKI, H. A., Sato, Y.; ROSA, A. B. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. Câmara dos Deputados/ CODEVASF, 1984. 115 p.
- BUENO, M. L. **Avaliação de espécies migradoras de peixes e do ictioplâncton no rio Pandeiros, Minas Gerais**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2016.
- CAROLSFELD, J. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. World Fisheries Trust/Banque mondiale/CRDI, 2003. 380p.
- DRUMMOND, G. M. C. S.; MARTINS, A. B. M.; MACHADO, F.A.; SEBAIO, Y. ANTONINI. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 97 p.
- FONSECA, E. M. B.; GROSSI, W. R.; FIORINE, R.A.; PRADO, N. J. S. PCH Pandeiros: uma complexa interface com a gestão ambiental regional. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS*, 6., 2008, Belo Horizonte. **Anais [...]** MG. 2008. p 1-16.
- GODINHO, H. P. **Pesquisas ictiológicas no rio Pandeiros, MG**. Belo Horizonte. 1986. 73p. Relatório Técnico.
- IEA - International Energy Agency. **Renewable Energy**. Paris. 2015. 501 p.
- JUNK, W. J. *et al.* The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: a synthesis. **Aquatic Sciences-Research Across Boundaries**, v. 68, n. 3, p. 400-414, 2006.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.
- LOPES, J. M. SILVA, F. O. Metodologia para o planejamento, implantação, definição de objetivos e monitoramento de sistemas de transposição de peixes pela CEMIG. *In: LOPES, J. M.; SILVA, F. O. (Org.); Transposição de Peixes*. Belo Horizonte, CEMIG, 2012. p. 20-21.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais / Ecological studies in tropical fish...** São Paulo: Edusp, 1999. 534 p. ilus. (Coleção Base).
- MIMS, M. C.; OLDEN, J. D. Fish assemblages respond to altered flow regimes via ecological filtering of life history strategies. **Freshwater Biology**, v. 58, n. 1, p. 50-62. 2013.
- NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science**, v. 308, n. 5720, p. 405-408. 2005.
- NUNES, Y. R. F.; AZEVEDO, I. F. P.; NEVES, W. V.; VELOSO, M. D.; SOUZA, R. A.; FERNANDES, G. W. Pandeiros: o Pantanal mineiro. Belo Horizonte, IEF **MG Biota**, v. 2, n. 2, p. 4-17. 2009.

- PELICICE, F.; AGOSTINHO, A. A. Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. **Conservation biology**, v. 22, n. 1, p. 180-188. 2008.
- PELICICE, F. M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 4, p. 697-715. 2015a.
- PRINGLE, C. M. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. **Ecological Applications**, v. 11, n. 4, p. 981-998. 2001.
- POFF, N. L.; ALLAN, J. D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; STROMBERG, J. C. The natural flow regime. **BioScience**, v. 47, n. 11, p. 769-784. 1997.
- POFF, N. L.; HART, D. D. How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal an ecological classification of dams is needed to characterize how the tremendous variation in the size, operational mode, age, and number of dams in a river basin influences the potential for restoring regulated rivers via dam removal. **BioScience**, v. 52, n. 8, p. 659-668. 2002.
- POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. *In*: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Eds.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.p. 183-194.
- POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. **River Research and Applications**, v. 28, n. 4, p. 504-512. 2012.
- SANCHES, B. O. *et al.* A ictiofauna de quatro reservatórios da Cemig: caracterização das comunidades. *In*: CALLISTO, M. *et al.* (Org.). **Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, p.185-214. 2014. v. 1.
- SANTOS, U.; SILVA, P. C.; BARROS, L. C.; DERGAM, J. A. Fish fauna of the Pandeiros River, a region of environmental protection for fish species in Minas Gerais state, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1, p. 1507. 2015.
- WINEMILLER, K. O.; MCINTYRE, P. B.; CASTELLO, L.; FLUET-CHOUINARD, E.; GIARRIZZO, T.; NAM, S.; STIASSNY, M. L. J. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 128-129. 2016.
- ZALE, A. V; PARRISH, D. L.; SUTTON, T. M. **Fisheries techniques**. 3ed. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2012, 1009 p.

Agradecimentos

Agradecemos todo o apoio que os membros do Instituto Estadual de Florestas e da brigada em Pandeiros, que nos auxiliaram antes e durante as coletas, em especial para Edilson Carvalho, na época gestão do Refúgio Estadual de Vida Silvestre do rio Pandeiros (REVS Pandeiros) e Marco Túlio, gerente do REVS Pandeiros, no período da pesquisa. Um agradecimento especial ao pescador Ivo e à Dona Bia.

Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros e seu efeito sobre moluscos aquáticos invasores

Marden Seabra Linares^{1,2}, Marcos Callisto¹

Resumo

Uma das maiores ameaças para a biodiversidade é a introdução de espécies invasoras. Essas espécies ameaçam as espécies nativas e causam grandes prejuízos econômicos. Sua presença está intimamente relacionada a represas hidrelétricas, pois estas alteram substancialmente os ecossistemas fluviais e sua biota. No entanto, a maioria dos estudos sobre seus impactos ecológicos é baseada em grandes barragens e fornece pouca informação sobre a relação de espécies invasoras com pequenas centrais hidrelétricas, que são muito mais abundantes e numerosas no Brasil. O objetivo desse trabalho foi caracterizar os efeitos da PCH Pandeiros sobre a distribuição de moluscos invasores no rio Pandeiros. Esperou-se encontrar espécies nativas sensíveis associadas aos locais de curso livre, enquanto que os taxóons resistentes e invasores eram esperados em locais afetados pela barragem. Descobriu-se que a estrutura das assembléias de macroinvertebrados bentônicos foi significativamente diferente entre os sítios amostrais de curso livre e os afetados pela barragem. Além disso, descobriu-se que a represa e o reservatório facilitaram a colonização de duas espécies invasoras (*Corbicula fluminea* e *Melanooides tuberculata*) porque somente nesses locais elas foram encontradas em alta abundância. No entanto, embora a barragem tenha tido efeitos significativos na estrutura das assembléias de macroinvertebrados bentônicos, esses efeitos foram limitados a locais próximos à barragem. Os resultados também destacam a necessidade de compreender as mudanças físicas de habitat causadas pela presença e manejo de barragens e reservatórios a fio d'água. Recomenda-se o descomissionamento da PCH Pandeiros como medida de gestão ambiental para restabelecer a diversidade de habitats para espécies nativas e como medida mitigadora para as espécies invasoras de moluscos aquáticos.

Palavras-chave: bioindicadores, *Corbicula fluminea*, espécies invasoras, macroinvertebrados bentônicos, *Melanooides tuberculata*.

Abstract

One of the biggest threats to biodiversity is the introduction of invasive species. These species threaten native species and cause great economic damage. Their presence is closely related to that of hydropower dams, which substantially alter river ecosystems and their biota. However, most studies of their ecological impacts are based on large dams and provide little information on the relationship between invasive species and small hydropower dams, which are much more abundant and numerous in Brazil. Our objective was to characterize the effects of Pandeiros small hydropower dam on the distribution of invasive mollusks in the Pandeiros River. We expected to find sensitive native species associated with free-flowing sites, while resistant and invasive taxa were expected at sites affected by the dam. We found that the structure of benthic macroinvertebrate assemblages was significantly different between the free-flowing and dam-affected sites. In addition, we found that the dam and reservoir facilitated the colonization of two invasive species (*Corbicula fluminea* and *Melanooides tuberculata*) because only in these sites they were found in high abundance. However, although the dam had significant effects on the structure of benthic macroinvertebrate assemblages, these effects were limited to sites near to the dam. Our results also highlight the need to understand the physical changes of habitat caused by the presence and management of dams and reservoirs. We recommend the decommissioning of the Pandeiros small hydropower dam as an environmental management measure to reestablish habitat diversity for native species and as a mitigating measure for aquatic mollusk invasive species.

Keywords: bioindicators, benthic macroinvertebrates, *Corbicula fluminea*, invasive species, *Melanooides tuberculata*.

^{1,2}Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Depto. de Genética, Ecologia e Evolução; Lab. Ecologia de Bentos.

² Autor correspondente. mslx@hotmail.com

Introdução

A introdução de espécies exóticas invasoras é uma das maiores ameaças à biodiversidade em escala global, sendo superada apenas pela perda de habitat (SIMBERLOFF *et al.*, 2013). Ecossistemas de água doce são especialmente afetados por esse problema devido à proximidade histórica a centros urbanos, ações antrópicas em larga escala (como a construção de barragens) e ao frequente uso de estuários para construção de portos utilizados para o comércio internacional (JOHNSON *et al.*, 2008).

Espécies exóticas ou introduzidas são espécies liberadas por ação humana em um ambiente ou região geográfica fora de sua área de distribuição geográfica original, seja de forma intencional ou acidental (MACK *et al.*, 2000). Somente são consideradas espécies invasoras aquelas que, devido a características genéticas, fisiológicas e ecológicas que conferem tolerância à maioria dos fatores ambientais, possuem grande capacidade de se reproduzir e gerar descendentes férteis com alta probabilidade de sobrevivência, expandirem sua distribuição no novo habitat e ameaçarem a biodiversidade nativa (SIMBERLOFF, 2006).

Invasões biológicas são, portanto, um processo que altera a composição biótica de ecossistemas em escala global, causando mudanças profundas nos recursos naturais disponíveis para as sociedades humanas e na estrutura dos componentes de ecossistemas aquáticos (VITOUSEK, 1997). Com a intensificação do comércio a partir da segunda metade do século XX, as

espécies invasoras têm se espalhado pelo planeta, ameaçando a biodiversidade local e “homogeneizando” a biodiversidade em escala global (KARATAYEV *et al.*, 2007).

Dentre os vários grupos de espécies invasoras em ecossistemas aquáticos os moluscos se destacam como um dos grupos mais bem sucedidos, graças à variabilidade de formas e às suas adaptações funcionais (BOLTOVSKOY *et al.*, 2009). Em decorrência do seu sucesso reprodutivo e consequente elevada capacidade de proliferação, moluscos aquáticos invasores tornaram-se pragas em diversas partes do mundo, causando significativos prejuízos econômicos em canais de irrigação, drenagem, bem como em indústrias que demandam grandes volumes de água para suas atividades (BOLTOVSKOY; CORREA, 2015).

Uma das principais causas do sucesso ecológico de moluscos invasores é a ubiquidade de reservatórios nas bacias hidrográficas de todo o mundo. Reservatórios são ecossistemas artificiais, construídos com o propósito de oferecer reservas de água para múltiplas finalidades de uso pela sociedade humana, incluindo geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, transporte, irrigação, piscicultura e recreação (AGOSTINHO *et al.*, 2008). No Brasil existe mais de 600 reservatórios, a maior parte construída para atender à crescente demanda por energia, pois cerca de 70% da matriz energética do país é proveniente de usinas hidrelétricas (GOIS *et al.*, 2015). Esses ecossistemas artificiais apresentam condições ecológicas favoráveis às espécies invasoras e ao mesmo

tempo desfavoráveis às espécies nativas, que estão adaptadas a condições naturais de rio (SARDIÑA *et al.*, 2008). Assim, reservatórios acabam oferecendo um “trampolim” para espécies de moluscos invasores, facilitando sua expansão para áreas que, de outra forma, não seriam capazes de alcançar (JOHNSON *et al.*, 2008).

No entanto, os estudos que demonstram a relação entre moluscos invasores e reservatórios hidrelétricos são focados em reservatórios de grandes barragens, deixando uma lacuna no conhecimento com relação aos efeitos ecológicos de pequenas barragens (LINARES *et al.*, 2018). Devido à demanda crescente por fontes de energia renovável e por a maioria das áreas disponíveis para construção de grandes hidrelétricas já estarem ocupadas, nas últimas décadas o foco para a construção de novas barragens se voltou para a construção de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). (ABBASI; ABBASI, 2011; FEARNSIDE, 2014). Esta tendência tem se mostrado especialmente verdadeira no Brasil, onde o relativo baixo custo e facilidade de licenciamento ambiental aumentaram muito a construção de PCHs nas últimas décadas (ALMEIDA *et al.*, 2009), resultando em um total de 431 PCHs instaladas (representando 3,21% da energia elétrica gerada em território nacional) e outras 27 em construção (ANEEL, 2017).

Assim, é essencial para o planejamento e gestão ecológicos a compreensão dos efeitos de uma PCH sobre a ecologia de espécies de moluscos aquáticos invasores. Para tanto, a bacia do rio Pandeiros é um “laboratório natural” perfeito, devido à pre-

sença de uma PCH localizada em uma região sujeita a poucas ações antrópicas diretas. Assim, com esse trabalho buscou-se responder à pergunta “Quais os efeitos da PCH Pandeiros sobre a distribuição de moluscos invasores no rio Pandeiros?”. Foram utilizados bioindicadores bentônicos para responder a esta pergunta, pois métodos biológicos podem ser mais efetivos em subsidiar a proposição de medidas de manejo, fornecendo subsídios para decisões e estratégias de gestão ambiental (KARR, 1999).

Entre os organismos aquáticos utilizados como bioindicadores de qualidade de água, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos têm sido cada vez mais empregadas (BONADA *et al.*, 2006). Destacam-se como bons indicadores biológicos devido às seguintes características: têm distribuição ampla, incluem diferentes grupos taxonômicos, encontram-se espécies com diferentes tolerâncias a distúrbios antrópicos, são relativamente numerosas e sedentárias, possuem ciclo de vida relativamente longo e são de fácil coleta (HEINO *et al.*, 2004).

Este estudo foi desenvolvido durante os projetos P&D ANEEL/CEMIG GT-550 e GT-611, que têm como objetivo gerar dados ecológicos para o descomissionamento da PCH Pandeiros, o primeiro desta natureza na América do Sul. O descomissionamento de uma barragem é um processo amplo, que parte de uma avaliação dos potenciais ganhos e prejuízos ecológicos da eventual remoção até definir os métodos que devem ser utilizados para sua eventual remoção, de forma a maximizar os ganhos e minimizar os prejuízos para os ecossistemas afetados,

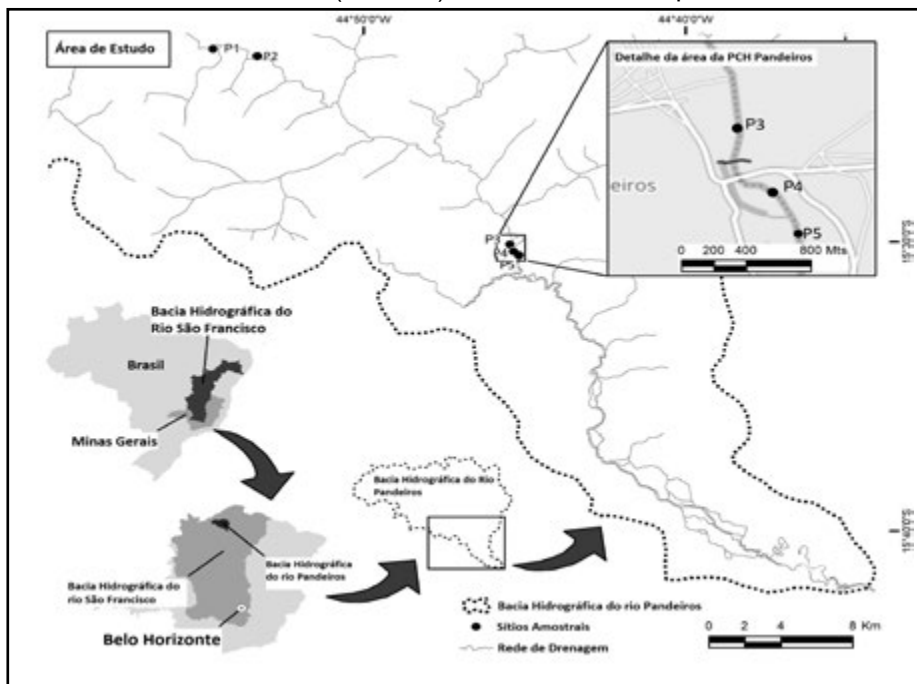
sua biodiversidade e bens e serviços ecossistêmicos para as populações ribeirinhas.

Metodologia e área de estudos

No rio Padeiros foram determinados cinco sítios amostrais: dois em trecho de curso livre a montante do reservatório (P1 e P2), dois em trechos afetados diretamente pela barragem da PCH (P3 e P4) e um a jusante da barragem (P5) (MAPA 1). P1 e P2, Fotografia 1A e B, são localizados em trechos de fluxo livre, cerca de 20 e 12 km a montante da represa, respectivamente. São caracterizados por substrato de fundo arenoso, canal largo (> 5 m), reduzida profundidade (<1 m) e vegetação ripária bem preservada em ambas as margens. Os demais sítios amostrais estão localizados em trechos do rio que considerados influenciados pela barragem P3, Fotografia

1C, está localizado em um trecho no início do reservatório, 500 m a montante da represa. É caracterizado por substrato de fundo arenoso, reduzida profundidade (<2 m), canal mais largo (> 10 m), e nenhuma vegetação ribeirinha em suas margens, pois é ao lado de um assentamento humano. O P4, Fotografia 1D, está localizado a 50 m rio a jusante da barragem e é caracterizado por sedimento arenoso em uma matriz rochosa, maior profundidade (> 3 m), canal mais estreito (<5 m) e vegetação ribeirinha natural em ambas as margens. O P5, Fotografia 1E, está localizado 500 m a jusante da represa, abaixo de uma série de pequenas cascatas, e é caracterizado por substrato de fundo arenoso com bancos de macrófitas, reduzida profundidade (<1 m), canal largo (> 5 m) cercada por vegetação ripária esparsa e áreas desmatadas.

Mapa 1 – Área de estudo na bacia hidrográfica do rio Padeiros, Minas Gerais. Pontos de coleta (P1 a P5) assinalados no mapa



Fonte: Arquivo do Laboratório de Ecologia Bentos ICB/UFMG

Fotografia 1 – Sítios de coleta localizados na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, Minas Gerais



Legenda: Pontos de coleta - a - P1;
b - P2;
c - P3;
d - P4;
e - P5.

Fonte: Arquivo do Laboratório de Ecologia Bentos ICB/UFMG.

O rio Pandeiros é um importante afluente da margem esquerda do rio São Francisco, com extensão aproximada de 145 km. A região alagada e as veredas no rio Pandeiros estão entre as áreas prioritárias para conservação do bioma cerrado, sendo também considerada de Importância Biológica Especial, por constituírem-se em ambientes únicos no estado e possuírem alta riqueza de espécies (DRUMMOND *et al.*, 2005). A PCH Pandeiros foi instalada no rio de mesmo nome em 1957 e encontra-se desativada. Seu reservatório apresenta área de 280 hectares e sua barragem, de crista livre, altura máxima de 10,30 metros. Sua casa de força localiza-se

a cerca de 400 metros a jusante da barragem e, quando em operação, o aproveitamento a fio d'água turbinava até 35 m³/s, com potência de 4,2 MW (FONSECA *et al.*, 2008).

Por sua potencial importância para o recrutamento das espécies de peixes na bacia do São Francisco, em 1992 foi promulgada a Lei Estadual N° 10.629 que estabeleceu o conceito de rio de preservação permanente e declarou o enquadramento do rio Pandeiros nesta categoria. Em janeiro de 1995 foi criada a Área de Proteção Ambiental do rio Pandeiros - APA Pandeiros, com 380.000 hectares, englobando a área da PCH, com o objetivo de proteger o Pântano de Pandeiros

(Lei Estadual Nº 11.901). Em 2004, por meio do Decreto Estadual Nº43.910, foi criado o Refúgio Estadual de Vida Silvestre do rio Pandeiros, unidade de conservação de proteção integral.

Em cada ponto amostral foram coletadas quatro sub-amostras com um amostrador do tipo kick-net (30 cm de abertura, 500µm de malha, área de 0,09 m²). Foram realizadas seis campanhas amostrais, três no período chuvoso (dez/14, jan/15 e fev/15) e três no período seco (set/14, abr/15 e jun/15). Em laboratório as amostras foram lavadas, triadas e os macroinvertebrados bentônicos foram identificados em estereomicroscópio com o apoio de literatura específica (MERRITT & CUMMINS 1996; MUGNAI *et al.*, 2010; HAMADA *et al.*, 2014). Os espécimes foram identificados até os níveis de gêneros ou famílias, exceto os moluscos aquáticos invasores, que foram identificados até espécie. Os espécimes foram então fixados em álcool 70% e depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

Para avaliar quais os efeitos da PCH Pandeiros sobre a distribuição de moluscos invasores no rio Pandeiros, foram testados estatisticamente, se as assembleias de macroinvertebrados bentônicos nos trechos afetados pela barragem possuem composição taxonômica diferente daquela encontrada nos trechos de curso livre. Para tanto utilizou-se dois tipos de teste estatístico: (1) uma análise de contrastes pareados PERMANOVA (ANDERSON, 2001), para testar variações na composição geral das assembleias; (2)

uma análise de táxons indicadores (Indval), para identificar associações entre táxons e sítios amostrais (DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Para todas as análises foi utilizado o intervalo de confiança padrão para estudos científicos ($p < 0,05$).

Resultados

Coletou-se 34.851 macroinvertebrados bentônicos identificados em 68 táxons, dentre os quais duas espécies de moluscos aquáticos invasores, *Curbicula fluminea* (Bivalvia, Curbiculidae), Fotografia 2 e *Melanooides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) (FOTOGRAFIA 3). Com relação à composição taxonômica das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, isto é, os táxons que foram em cada sítio amostral, Tabela 1, os resultados mostraram que os dois sítios amostrais de curso livre (P1 e P2) não apresentaram diferenças significativas entre si. Os dois sítios amostrais localizados em trechos afetados diretamente pela barragem (P3 e P4) se mostraram com uma composição taxonômica significativamente diferente de todos os sítios amostrais, incluindo um ao outro. Por outro lado, o sítio amostral mais a jusante (P5) mostrou-se significativamente diferente de P1, mas não de P2.

Fotografia 2 – Indivíduos de *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae)



Fonte: Arquivo do Laboratório de Ecologia Bentos ICB/UFMG

Fotografia 3 – Indivíduos de *Melanooides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae)



Fonte: Arquivo do Laboratório de Ecologia Bentos ICB/UFMG

Tabela 1 - Resultados da análise de contrastes pareados PERMANOVA, onde a composição taxonômica da assembleia de macroinvertebrados bentônicos de cada sítio amostral foi comparada em pares com a dos outros sítios amostrais

Pares	p
P1 vs P2	0,285
P1 vs P3	0,018
P1 vs P4	0,013
P1 vs P5	0,021
P2 vs P3	0,022
P2 vs P4	0,030
P2 vs P5	0,081
P3 vs P4	0,020
P3 vs P5	0,028
P4 vs P5	0,034

NOTA: Valores marcados em negrito representam diferenças significativas ($p < 0.05$).

Com relação à análise de táxons indicadores, Tabela 2, P1 e P2 foram consistentemente associados apenas com táxons nativos e sensíveis, como Helicopsychidae (Trichoptera) e Empididae (Diptera), respectivamente. P3 e P4, no entanto, foram ambos associados à presença dos moluscos aquáticos invasores *Melanoides tuberculata* (MULLER, 1774; Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (MULLER, 1774; Corbiculidae), res-

pectivamente, bem como com a presença de outros táxons resistentes, como os gastrópodes nativos das famílias Ampulariidae, Planorbidae, Physidae (P3) e Hydrobiidae (P4). Similarmente aos sítios amostrais de curso livre, P5 foi associado a táxons nativos e sensíveis, como Elmidae (Coleoptera), Leptohiphidae e Leptophlebiidae (Ephemeroptera).

Tabela 2 - Resultados da análise de táxons indicadores (IndVal)

Sítios Amostrais	Táxons	IndVal	p
P1	Coenagrionidae	0,67391	0,0003
	Helicopsychidae	0,51874	0,0198
P2	Empididae	0,59649	0,0108
P3	<i>Melanoides tuberculata</i>	0,96219	0,0001
	Ampulariidae	0,83333	0,0003
	Physidae	0,66667	0,0026
	Planorbidae	0,64762	0,0033
	Hirudinea	0,47325	0,0150
P4	Gyrinidae	0,67708	0,0037
	Hydrobiidae	0,67619	0,0021
	Calopterigidae	0,61728	0,0008
	<i>Corbicula fluminea</i>	0,58333	0,0045
	Caenidae	0,55556	0,0082
	Pleidae	0,50000	0,0071
P5	Simuliidae	0,78652	0,0005
	Elmidae	0,68646	0,0002
	Naucoridae	0,64141	0,0009
	Leptohiphidae	0,57383	0,0006
	Pyalidae	0,52294	0,0099
	Leptophlebiidae	0,47393	0,0105

NOTA: Valores marcados em negrito representam valores significativos ($p < 0.05$).

Discussão

Os resultados evidenciam que a composição taxonômica nos sítios amostrais diretamente influenciados pela barragem da PCH Pandeiros foram significativamente diferentes dos sítios de curso livre. Mais interessante, no entanto, foi o resultado de que as espécies invasoras e os táxons resistentes estão associados aos sítios amostrais diretamente afetados pela barragem da PCH Pandeiros.

Apesar de estar localizado em um reservatório pequeno a fio d'água com tempo de residência mínimo (FONSECA *et al.*, 2008), no sítio amostral P3 encontrou-se diferenças significativas na estrutura taxonômica das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em relação aos demais sítios amostrais, além de estar associado apenas a táxons resistentes (p.ex. Ampulariidae, Hirudinea, Planorbidae) e à espécie invasora *Melanoides tuberculata*. Essas diferenças na estrutura taxonômica das assembleias de macroinvertebrados bentônicos são resultado de alterações no habitat físico do rio, incluindo diminuição na velocidade da correnteza e perda da conexão com lagoas marginais, causadas pela presença da barragem (CHESTER; NORRIS, 2006; KLOEHN *et al.*, 2008; VAN LOOY *et al.*, 2014). Isso demonstra que, em uma escala local, mesmo PCHs podem causar impactos ao ecossistema fluvial, além de fragmentação ao transporte natural de água, sedimentos e biota.

Com relação à extensão da influência da barragem a jusante da PCH de Pandeiros,

foram observados que seus efeitos são altamente localizados. P4, localizado a menos de 50m a jusante da barragem, mostrou uma estrutura taxonômica significativamente diferente dos trechos de curso livre (P1 e P2), bem como associação à espécie invasora *Corbicula fluminea*. Porém, P5, a cerca de 500m a jusante da barragem, mostrou uma estrutura semelhante a um dos sítios amostrais de curso livre, P2, e suas diferenças ao outro, P1, podem ser atribuídas à variância natural ao longo do canal do rio. Esses resultados sugerem que os efeitos ecológicos da presença da PCH Pandeiros são locais, uma vez que não foram detectados a 500m a jusante. Esta recuperação rápida da composição e estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos pode ser a explicação do porquê de alguns estudos (ANDERSON *et al.*, 2015; MBAKA; WANJIRU MWANIKI, 2015) não mostrarem impactos significativos da presença de PCHs. Esses autores também sugerem que, apesar de espacialmente limitados, os impactos de uma PCH são localmente significativos.

A presença das espécies invasoras é outra consequência da presença da barragem da PCH Pandeiros e de seu reservatório. Tanto *Corbicula fluminea* quanto *Melanoides tuberculata*, são comumente encontrados na bacia do rio São Francisco, da qual o rio Pandeiros é afluente (FERNANDEZ *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2007). Porém, no canal principal do rio Pandeiros estas espécies foram encontradas em grandes números apenas nos trechos afetados pela barragem (LINARES *et al.*, 2018). Isso sugere que a barragem e o reservatório facilitam a

colonização e persistência destas espécies no rio Pandeiros (JOHNSON *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2011; LINARES *et al.*, 2018).

Conclusão

Concluiu-se que uma PCH pode causar distúrbios significativos à estrutura taxonômica de assembleias de macroinvertebrados bentônicos, facilitando a colonização e persistência de moluscos aquáticos invasores. Estas barragens podem servir como “trampolins” para ampliar a distribuição de espécies invasoras em uma bacia hidrográfica. O descomissionamento da PCH Pandeiros é, do ponto de vista de comunidades bentônicas, recomendado como medida de gestão de recursos hídricos, permitindo recomposição do canal fluvial e livre distribuição de espécies nativas, reduzindo a ocorrência de espécies invasoras de moluscos aquáticos.

Referências

ABBASI, T., S. A.; ABBASI. Small hydro and the environmental implications of its extensive utilization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.15, p. 2134–2143, 2011 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.050>.

AGOSTINHO, A., F. PELICICE; L. GOMES. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, p. 1119–1132, 2008. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151969842008000500019&lng=en&nrm=iso&tng=en.

ALMEIDA, E. F., R. B. OLIVEIRA, R. MUGNAI, J. L. NESSIMIAN, ; D. F. BAPTISTA. Effects of small dams on the benthic community of streams in an atlantic forest area of Southeastern Brazil. **International Review of Hydrobiology** v. 94, p. 179–193, 2009. <http://doi.wiley.com/10.1002/iroh.200811113>.

ANDERSON, M.J. A new method of non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, n.1, p. 32-46. 2001.

ANDERSON, D., H. MOGGRIDGE, P. WARREN; J. SHUCKSMITH. The impacts of “run-of-river” hydropower on the physical and ecological condition of rivers. **Water and Environment Journal**, v. 29, p. 268–276, 2015 <http://doi.wiley.com/10.1111/wej.12101>.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA – ANEEL. **Capacidade de geração do Brasil**. Brasília Banco de Informações de Geração - BIG. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 16/10/2017.

BOLTOVSKOY, D.; N. CORREA, Ecosystem impacts of the invasive bivalve *Limnoperna fortunei* (golden mussel) in South America. **Hydrobiologia**, v. 746, p. 81–95, 2015. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-014-1882-9>.

BOLTOVSKOY, D., A.; KARATAYEV, L.; BURLAKOVA, D.; CATALDO, V.; KARATAYEV, F.; SYLVESTER, A. MARIÑELAREN, A. Significant ecosystem-wide effects of the swiftly spreading invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei*. **Hydrobiologia** v. 636, p. 271–284, 2009. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-009-9956-9>.

BONADA, N., N. PRAT, V. H. RESH ; B. STATZNER, Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 495–523, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>.

CHESTER, H. ; R. NORRIS,. Dams and Flow in the Cotter River, Australia: Effects on Instream Trophic Structure and Benthic Metabolism. **Hydrobiologia**, v. 572, p. 275–286. 2006 Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-006-0219-8>

DRUMMOND, G. M., C. S. MARTINS, A. B. M. MACHADO, F. SEBAIO, Y. ANTONINI, **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2005. 222 p.

- DUFRENE, M., P. LEGENDRE,. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs** v. 67, p. 345-366. 1997 Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2963459?origin=crossref>.
- FEARNSIDE, P. M., Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Science and Policy Elsevier Ltd** v. 38, p. 164-172, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>.
- FERNANDEZ, M. A., S. C. T.; L. R. L. S.. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides turbeculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **The Nautilus**, v.117, n.3, p. 78-82. 2003.
- FONSECA, E. M. B.; GROSSI, W. R.; FIORINE, R. A.; PRADO, N. J. S. PCH Pandeiros: uma complexa interface com a gestão ambiental regional. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS, 6., 2008, Belo Horizonte. **Anais [...]** MG. 2008. p 1-16.
- GOIS, K. S., F. M. PELICICE, L. C. GOMES; A. A. AGOSTINHO,. Invasion of an Amazonian cichlid in the Upper Paraná River: facilitation by dams and decline of a phylogenetically related species. **Hydrobiologia** v. 746, p. 401-413. 2015. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-014-2061-8>.
- HAMADA, N., J. L. NESSIMIAN; R. B.QUERINO, **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014.
- HEINO, J., P. LOUHI; T. MUOTKA, Identifying the scales of variability in stream macroinvertebrate abundance, functional composition and assemblage structure. **Freshwater Biology**, v. 49: p. 1230-1239. 2004.
- JOHNSON, P. T., J. D. OLDEN; M. J. VANDER ZANDEN. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. **Frontiers in Ecology and the Environment** v.6, n.7, p. 357-363, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1890/070156>.
- KARATAYEV, A. Y., D. K. PADILLA, D. MINCHIN, D. BOLTOVSKOY; L. E. BURLAKOVA. Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. **Biological Invasions**, v. 9, p. 161-180, 2007 <http://link.springer.com/10.1007/s10530-006-9013-9>.
- KARR, J. R., Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 221-234. 1999.
- KLOEHN, K. K., T. J. BEECHIE, S. A. MORLEY, H. J. COE; J. J. DUDA, Influence of dams on river-floodplain dynamics in the Elwha River, Washington. **Northwest Science** v. 82, p. 224-235, 2008. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.3955/0029-344X-82.S.I.224>.
- LINARES, M. S., M. CALLISTO & J. C. MARQUES, Thermodynamic based indicators illustrate how a run-of-river impoundment in neotropical savanna attracts invasive species and alters the benthic macroinvertebrate assemblages complexity. **Ecological Indicators** v. 88, p. 181-189, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.040>.
- MACK, R. N., D. SIMBERLOFF, W. MARK LONSDALE, H. EVANS, M. CLOUT; F. A. BAZZAZ. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological Applications**, v.10, p. 689-710. 2000 [http://doi.wiley.com/10.1890/0012-9623\(2005\)86\[249b:IIIE\]2.0.CO;2](http://doi.wiley.com/10.1890/0012-9623(2005)86[249b:IIIE]2.0.CO;2).
- MBAKA, J. G.; M. WANJIRU MWANIKI. A global review of the downstream effects of small impoundments on stream habitat conditions and macroinvertebrates. **Environmental Reviews**, v. 23,p. 257-262, 2015. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/er-2014-0080>.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K.W.. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. ed. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing. 1996.
- MUGNAI, R., J. L. NESSIMIAN; D. F. BAPTISTA. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora: 2010.
- OLIVEIRA, M. D., D. F. Calheiros, C. M. Jacobi & S. K. Hamilton, Abiotic factors controlling the establishment and abundance of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei*. **Biological Invasions**, v. 13,

p. 717–729, 2011. <http://link.springer.com/10.1007/s10530-010-9862-0>.

RODRIGUES, J., O. PIRES-JUNIOR, M. COUTINHO, M. MARTINS-SILVA. First occurrence of the Asian Clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paranoá Lake, Brasília. **Brazilian Journal of Biology** v. 67, p. 789–790, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842007000400032&lng=en&nrm=iso&tling=en.

SARDIÑA, P., D. H. CATALDO; D. BOLTOVSKOY. The effects of the invasive mussel, *Limnoperna fortunei*, on associated fauna in South American freshwaters: importance of physical structure and food supply. **Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie** 173, p. 135–144, 2008. <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=1863-9135&volume=173&issue=2&spage=135>.

SIMBERLOFF, D. Invasional meltdown 6 years later: important phenomenon, unfortunate metaphor, or both?. **Ecology Letters** v. 9, p. 912–919, 2006 <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1461-0248.2006.00939.x>.

SIMBERLOFF, D., J.-L. MARTIN, P. GENOVESI, V. MARIS, D. A. WARDLE, J. ARONSON, F. COURCHAMP, B. GALIL, E. GARCÍA-BERTHOU, M. PASCAL, P. PYŠEK, R. SOUSA, E. TABACCHI; M. Vilà, Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution** v. 28, p. 58–66, 2013. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169534712001747>.

VAN LOOY, K., T. TORMOS ; Y. SOUCHON. Disentangling dam impacts in river networks. **Ecological Indicators** v.37, p. 10–20, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.006>.

VITOUSEK, P. M., HUMAN DOMINATION OF EARTH'S **Ecosystems**. **Science** v. 277, p. 494–499, 1997. <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.277.5325.494>.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas do Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB-UFMG pelo apoio em atividades de campo e laboratório. Esta pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPEs; Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais/FAPEMIG; P & D Aneel-Cemig GT-550 “Desenvolvimento de metodologia para avaliação da viabilidade de descomissionamento de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH)”; e P & D Aneel-Cemig GT-599 e GT-611. MC é bolsista de produtividade em pesquisa (CNPq 303380/2015-2), teve apoio de projetos de pesquisa (CNPq 446155/2014-4) e bolsista pesquisador mineiro (FAPEMIG PPM-104-18).

Em Destaque

Unidades de conservação municipais no ambiente urbano em Minas Gerais

A forte expansão urbana das últimas décadas está aproximando, cada vez mais, as unidades de conservação dos centros urbanos. Pelo menos 40% das unidades de conservação no mundo estarão distantes, em média, 15 km de alguma cidade até 2030 (MCDONALD *et al.*, 2008; TNC, 2018).

Na esfera municipal no Brasil, a proximidade das unidades de conservação municipais com os centros urbanos já é uma realidade. Dezenas de unidades de conservação estão localizadas no ambiente urbano em diferentes partes do país. Na Mata Atlântica, por exemplo, mais da metade das unidades de conservação municipais está localizada na malha urbana ou periurbana das cidades, abrangendo também um contingente de cerca de 60 milhões de pessoas (PINTO *et al.*, 2017).

Já na esfera federal, 22% do total unidades de conservação estão localizadas em áreas urbanas e periurbanas, em mais de 180 cidades em diferentes regiões do país, que abrigam mais de 30 milhões de habitantes (BEHR; PEIXOTO, 2015).

Ao mesmo tempo, estudos têm captado o aumento do interesse da população brasileira sobre as unidades de conservação para lazer, recreação e/ou contemplação (SEMEIA, 2018; WWF-BRASIL, 2018). As pessoas, cada vez mais, mostram vontade de conhecer e frequentar as áreas verdes como as unidades de conservação. As duas principais barreiras para a visitação em unidades de conservação indicadas em um desses estudos são o custo e a dis-

tância para a área protegida (SEMEIA, 2018), o que pode ser uma oportunidade em relação às unidades de conservação municipais devido à proximidade com os centros urbanos.

Uma delas, sem dúvida, se refere a forte associação entre as unidades de conservação e o bem-estar humano, reconhecida em várias pesquisas científicas nas últimas duas décadas. Com início no conceito australiano dos “Parques Saudáveis, Pessoas Saudáveis” (TOWNSEND *et al.*, 2015), essa estratégia tem sido disseminada por vários países. Estudos mostram que o contato das pessoas com áreas verdes pode favorecer o bem-estar físico e mental, diminuindo os riscos, por exemplo, de doenças respiratórias e cardiovasculares, stress e o transtorno de déficit de atenção (LOUV, 2008; SCBD, 2012; MCDONALD *et al.*, 2018).

Nesse contexto, unidades de conservação urbanas é um tema que deve ser amplamente discutido e analisado. Unidades de conservação como o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, localizado nos municípios de Belo Horizonte, Brumadinho, Ibirité e Nova Lima, e o Parque Municipal da Serra do Curral, localizado em Belo Horizonte, Fotografia 1, são exemplos importantes de áreas protegidas que apresentam grandes desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais que proporcionam para a população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Fotografia 1 – Em primeiro plano, Parque Municipal da Serra do Curral, localizado próximo à densa malha urbana da cidade de Belo Horizonte, MG

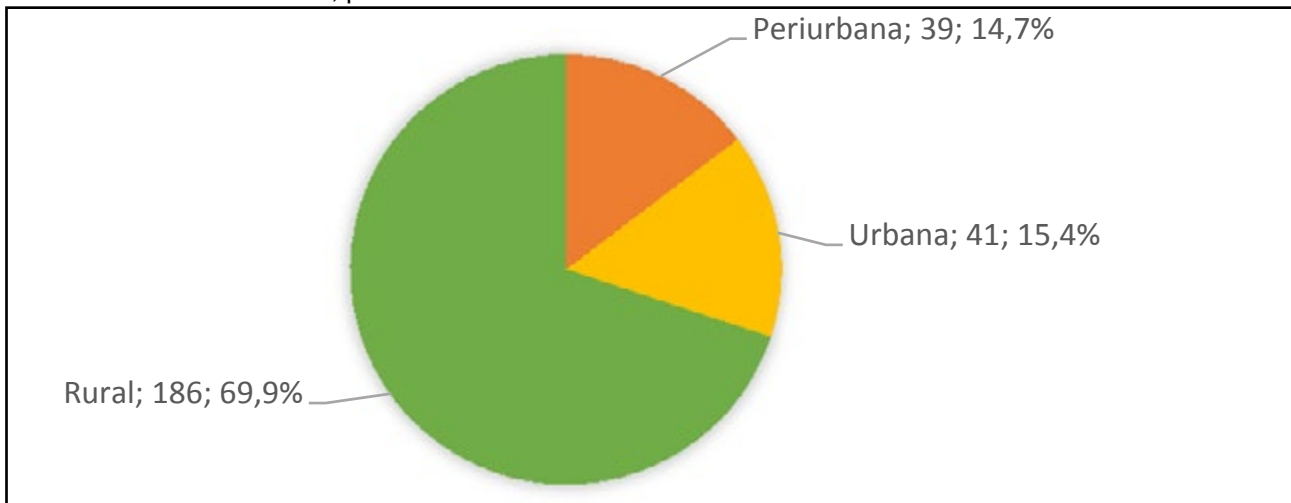


Fonte: Fotografia de Luiz Paulo Pinto

Pelo menos $\frac{1}{3}$ das unidades de conservação municipais de Minas Gerais estão situadas em ambientes urbanos, sendo 15,4% inseridos na malha urbana e 14,7 % em áreas periurbanas (GRÁFICO 1). São números abaixo daqueles encontrados para

as unidades de conservação municipais em vários estados da Mata Atlântica (PINTO *et al.*, 2017), mas ainda assim mostram uma parcela importante desses espaços protegidos no contexto urbano dos municípios no estado.

Gráfico 1 – Distribuição das unidades de conservação municipais de Minas Gerais, em número e percentual, nos meios rural, periurbana ou urbana



A categoria Parque Natural Municipal (PNM) compreende 57,5% das 80 unidades de conservação municipais registradas em ambiente urbano em Minas Gerais. O Parque Municipal de Governador Valadares (40,30ha), localizado no município de mesmo nome, o Parque Municipal do Intelecto (35,13ha), em Itabira, o Parque Municipal Dujardes Caldeira (6,00ha), em Unaí, o Parque Municipal Serra de São Domingos (252,52ha), em Poços de Caldas, e o Monumento Natural Municipal da Serra da Ferrugem (867,11ha), em Conceição do Mato Dentro, são exemplos de unidades de conservação municipais no contexto urbano.

A escolha dos PNMs pelas prefeituras para a criação de espaços protegidos no ambiente urbano pode estar relacionada à vocação dessa categoria de manejo para a conservação da biodiversidade conciliada ao uso público pela população para lazer, recreação e realização de atividades contemplativas e educacionais.

Minas Gerais apresenta alta taxa de urbanização (84%), próxima da média nacional (85%) e a RMBH, como era de se esperar, apresenta valores ainda maiores (97%) (IBGE, 2016). Na RMBH existem pelo menos 29 unidades de conservação municipais, compreendendo 37,5 mil hectares. São excluídos desse total os parques urbanos municipais destinados principalmente às atividades de lazer e que não estão contemplados pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC (Lei nº 9985/2000).

Essas unidades de conservação estão inseridas no plano integrado da RMBH

como parte da abordagem e desenvolvimento de ações e instrumentos de políticas públicas na escala metropolitana (UFMG/CEDEPLAR, 2011). O conjunto de unidades de conservação municipais da RMBH representa um ativo importante para esse território, que foi uma das regiões metropolitanas no Brasil, ao lado de Campinas e Londrina, selecionadas para a atuação do Projeto Internacional “INTERACT-Bio: Ação Integrada pela Biodiversidade” (ICLEI, 2019).

O INTERACT-Bio, financiado pelo Ministério Federal Alemão do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Construção e Segurança Nuclear, por meio de sua Iniciativa Climática Internacional, tem como objetivo fortalecer as relações entre os diferentes níveis de governo, para integrarem a natureza nos planos de desenvolvimento urbano e estimularem oportunidades socioeconômicas e de serviços associadas aos recursos naturais.

Mesmo com forte poder de interferência no ambiente natural, os centros urbanos podem manter parte da biodiversidade nativa em áreas verdes que proporcionam ainda serviços ambientais para diferentes propósitos (SCBD, 2012). As unidades de conservação municipais e de outras esferas político-administrativas podem, por exemplo, agir como mecanismo de moderação das temperaturas, redução da poluição, barreira contra enchentes e deslizamentos de solo, contribuir para a redução da vulnerabilidade e dos custos da adaptação às mudanças do clima e outras alterações ambientais nas cidades, além de oferecer oportunidades para o lazer e contato com a natureza (GUIMA-

RÃES; PELLIN, 2015; GREEN *et al.*, 2016; TNC, 2018; MARETTI *et al.*, 2019).

O reconhecimento da importância das unidades de conservação para as cidades resultou, em 2005, na criação do “Grupo de Especialistas para Áreas Protegidas Urbanas” (The IUCN WCPA Urban Conservation Strategies Specialist Group) no âmbito da Comissão Mundial de Áreas Protegidas da UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza). Esse grupo de especialistas desenvolve conceitos e guias sobre o tema, e divulga boas práticas para o manejo das unidades de conservação no contexto urbano (TRZYNA, 2017).

As unidades de conservação municipais e outras áreas que compõem a infraestrutura verde em centros urbanos, devem e podem contribuir também para a implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 da Agenda 2030 das Nações Unidas (ODS 11 – “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”) e para a base de sustentação do futuro das cidades como preconiza a “Nova Agenda Urbana”, documento que vai orientar a urbanização sustentável pelos próximos 20 anos. A nova agenda foi estabelecida na Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito, no Equador, em 2016 (UNITED NATIONS, 2017).

Nesse sentido, os desafios para um estado da dimensão de Minas Gerais são grandes. O estado possui extensa malha municipal, grande pressão pelo uso de recursos naturais e expansão urbana, e muitas

unidades de conservação nos ambientes urbanos e periurbanos, que ainda necessitam investimentos, planejamento e implementação. Minas Gerais possui capital humano e institucional para enfrentar esses desafios, mas é primordial o maior engajamento e fortalecimento dos governos locais e a formação de uma rede de parcerias institucionais e multissetoriais, de longo prazo, para o planejamento e estratégias apropriadas para a integração entre a infraestrutura urbana e a infraestrutura verde formada pelos ambientes naturais do território municipal e seus serviços ambientais.

Luiz Paulo Pinto

Sócio da Ambiental 44 Informação e Projetos em Biodiversidade Ltda.

E-mail: luizpaulopinto10@gmail.com

Deborah Costa Pinto

Graduanda em Ciências Biológicas com ênfase em Ecologia, no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Maria Auxiliadora Drumond

Professora do Laboratório de Sistemas Socioecológicos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Referências

BEHR, M. V.; PEIXOTO, S. L. **Unidades de Conservação urbanas e periurbanas** - por uma gestão e política pública diferenciada. Brasília: ICMBio, 2015. Relatório Técnico.

GUIMARÃES, E.; PELLIN, A. **BiodiverCidade**: desafios e oportunidades na gestão de áreas protegidas urbanas. São Paulo: Matrix, 2015.

GREEN, T. L.; KRONENBERG, J.; ANDERSSON, E.; ELMQVIST, T.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. Insurance Value of Green Infrastructure in and Around Cities. **Ecosystems**, v.19, n.6, 2016

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais-SIS**. 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?=&t=downloads>. Acesso em: 29 dez. 2018.

ICLEI – **Local Governments for Sustainability**. 2019. Disponível em: <http://sams.iclei.org/o-que-fazemos/projetos-em-andamento/int-eract-bio.html>. Acesso em: 10 jan. 2019.

LOUV, R. **Last child in the woods**: saving our children from nature-deficit disorder. New York: Algonquin Books, 2008.

MARETTI, C. C.; BEHR, M. V.; SOUZA, T. V. S. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; GUIMARÃES, E.; ELIAS P. F.; BRITO, M. C. W. Ciudades y áreas protegidas en Brasil: Soluciones para el bienestar, la conservación de la naturaleza y la participación activa de la sociedade. In: GUERRERO, F. E. (Ed.). **Voces sobre Ciudades Sostenibles y Resilientes**. Bogotá: Ministério de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019. p. 59-65.

MCDONALD, R. I.; KAREIVA, P.; FORMAN, R. T. T. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1695-1703, 2008.

MCDONALD, R. I.; BEATLEY, T.; ELMQVIST, T. The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban psychological penalty, and the role of nature. **Sustainable Earth**, v. 1, n. 3, 2018. <https://doi.org/10.1186/s42055-018-0002-5>.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2017. SCBD - Secretariat of the Convention on Biological

Diversity. **Panorama da biodiversidade nas cidades**. Montreal: Canadá. 2012. 64 p.

SEMEIA - **Parques do Brasil**: percepções da população. São Paulo: Instituto Semeia. 2018. 35 p.

TNC - THE NATURE CONSERVANCY. **Nature in the Urban Century**: a global assessment of where and how to conserve nature for biodiversity and human wellbeing. Arlington, VA: The Nature Conservancy, 2018.

TOWNSEND, M.; HENDERSON-WILSON, C; WARNER, E.; WEISS L. **Healthy Parks Healthy People**: the state of the evidence 2015. Melbourne: *Deakin University*, 2015.

TRZYNA, T. **Áreas Protegidas Urbanas**: perfis e diretrizes para melhores práticas Gland, Suíça: UICN, 2017. (Série: Diretrizes para Melhores Práticas para Áreas Protegidas, 22)

UNITED NATIONS. **New Urban Agenda**: Habitat III. Quito: United Nations, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS-CEDEPLAR - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte**: definição das propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Belo Horizonte: SEDRU, 2011. v. 5

WWF-BRASIL. **Pesquisa Unidades de Conservação 2018**. Brasília: WWF-Brasil/IBOPE Inteligência, 2018.

Agradecimentos

Somos gratos ao Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF, na sigla em inglês para Critical Ecosystem Partnership Fund) e Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) pelo suporte financeiro e apoio para o levantamento das unidades de conservação municipais do Cerrado e à Fundação SOS Mata Atlântica pelas informações das unidades de conservação municipais da Mata Atlântica. Agradecemos o Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais pelo apoio na condução dos trabalhos. Nosso agradecimento pelo suporte de vários técnicos e especialistas de ONGs, universidades e das prefeituras dos municípios, que nos auxiliaram com dados e informações sobre as unidades de conservação municipais públicas e privadas.

