

Impactos negativos de empreendimentos minerários sobre a fauna

Felipe Fonseca do Carmo . felipepristino@gmail.com

Luciana Hiromi Yoshino Kamino . luciana@institutopristino.org.br

Flávio Fonseca do Carmo . flavio@institutopristino.org.br

(Instituto Prístino)

Com uma população mundial de 7,1 bilhões de pessoas¹ e com uma taxa de crescimento anual de 1,2% (quase três seres humanos a mais por segundo), é possível imaginar a colossal quantidade de recursos –alimentos, combustíveis fósseis, eletricidade e minerais –, utilizados na manutenção da humanidade. Igualmente é possível imaginar o impacto dessa demanda nos sistemas naturais globais. De fato, a perda e a degradação de áreas naturais estão relacionadas diretamente ao aumento em até mil vezes das taxas atuais de extinção de espécies (em comparação com as taxas de extinções naturais) (PIMM *et al.*, 1995).

O Brasil, detentor de uma das maiores biodiversidades do planeta (LEWINSOHN; PRADO, 2005), já abriga dois *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000):

¹ United States Census Bureau. *U.S. and World Population Clock*. Disponível em: <<http://www.census.gov/popclock/>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

a Mata Atlântica e o Cerrado, ambos caracterizados pela elevada diversidade biológica, pelos altos níveis de endemismos e pelo avançado estágio de degradação ambiental. A erosão da biodiversidade, causada pelos impactos humanos na Amazônia, na Caatinga e no Pantanal (BRANDON *et al.*, 2005), parece confluir inexoravelmente para o mesmo cenário. Atualmente, o Brasil é o quinto país mais populoso do mundo, com 201 milhões de habitantes. Essa equação torna-se ainda mais preocupante quando é inserida a variável econômica, pois uma relevante parcela do produto interno bruto brasileiro se deve à produção de *commodities*, ou seja, matéria-prima produzida em larga escala cujo valor de mercado independe de quem produz. A economia de importantes estados, como Minas Gerais, Pará, Bahia e Goiás, está diretamente atrelada à produção de *commodities* minerais, com destaque para a exploração de rochas carbonáticas e de minerais metálicos como o ferro, o manganês e a bauxita (IBRAM, 2012). Esses estados concentram ainda as maiores minas de extração a céu aberto do país.

Os impactos ambientais das atividades de grandes lavras a céu aberto podem classificar-se como diretos, de alta magnitude e irreversíveis. Essa classificação depende basicamente da forma de extração e de processamento do

minério, que resulta na destruição da paisagem da região da jazida. As maiores jazidas chegam a ter um perímetro linear de 30 km e profundidade de quase 0,5 km, atingindo, em alguns casos, o sistema aquífero. Muitos impactos negativos decorrem do processo de beneficiamento do minério, por meio do qual o material com baixo teor, chamado “estéril”, frequentemente é descartado e armazenado em grandes pilhas de deposição normalmente ao lado das cavas de extração. Quando o processo de beneficiamento é realizado por lavagem e peneiramento, ainda é gerado um resíduo conhecido por “poupa”, cujo aspecto se assemelha ao da lama. A construção de barragens de contenção é o método mais usado para a deposição desse material; porém isso se faz geralmente em vales naturais, cuja vegetação (composta quase sempre de formações florestais associadas à rede de drenagem) precisa ser suprimida para a instalação e a operação daquelas estruturas (CARMO *et al.*, 2012).

Vários estudos já diagnosticaram a importância das áreas metalíferas e carbonáticas para a conservação da diversidade biológica, principalmente por conterem sistemas cársticos. No Brasil, tais áreas se concentram nas províncias minerais do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço Meridional (MG), de Carajás (PA), da Bacia de Bambuí

(MG, BA, TO, GO) e de Borborema (nordeste oriental) e abrigam centros de endemismos de plantas, peixes e invertebrados. A maioria desses organismos está restrita a áreas muito pequenas, geralmente a uma serra ou até mesmo a uma cavidade natural subterrânea. Um exemplo de endemismo restrito é dado pela recente descrição de um novo gênero monoespecífico de um invertebrado troglóbico, *Ferricixius davidi* (HOCH & FERREIRA, 2012), cuja única população conhecida se encontra limitada a uma cavidade desenvolvida em cangas. Apesar de sua importância científica, o novo gênero está sob elevado grau de ameaça de extinção, uma vez que seu *habitat* se localiza a poucos metros de uma cava de extração de minério de ferro.

Entre os *habitats* presentes nas regiões cársticas, um dos mais sensíveis às atividades de mineração são os sistemas subterrâneos, onde se encontram as cavidades naturais. A fauna desses lugares, representada principalmente por invertebrados, peixes e morcegos, é de extrema importância em razão do grande número de espécies raras, endêmicas (TRAJANO; BICHUETTE, 2009; TRAJANO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011), que cumprem serviços ambientais vitais para a manutenção dos sistemas naturais, como a polinização e a dispersão de sementes. Destacam-se

também os organismos adaptados às condições subterrâneas, chamados troglóbios, que se tornaram *exclusivos* desses *habitats* caracterizados pela ausência de luz.

As cavidades naturais subterrâneas são protegidas por legislação específica, e os troglóbios são objeto de conservação por sua história evolutiva e pela restrição de *habitats*. O Decreto Federal nº 6.640/2008 garante proteção para essas espécies raras, não somente da cavidade onde se encontram, mas também de um raio de proteção adequado à manutenção da biodiversidade do meio subterrâneo. No entanto, há um viés antropocêntrico na definição de cavidade do Decreto nº 6.640/2008:

Todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, fuma ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante (BRASIL, 2008).

Com isso, a preservação é garantida somente para as cavidades penetráveis pelo homem, abdicando-se do restante do meio subterrâneo que faz conexão entre as cavidades e representa importante área de vida para a fauna de invertebrados, geralmente objeto de conservação. Ademais, a legislação vigente impede a supressão apenas de cavernas consideradas de máxima relevância, enquanto permite que as outras cavidades sofram impactos irreversíveis, desde que haja algum tipo de compensação. Assim, o cenário que tende a se estabelecer em áreas onde se encontram várias cavidades próximas é o de fragmentação de *habitats* subterrâneos, uma das principais causas de extinção de espécies, conforme indica farta bibliografia relacionada com a Biologia da Conservação. As cavidades são importantes porque servem de abrigo e fonte de recursos não apenas para os troglóbios, mas ainda para vários tipos de organismos, como morcegos, mamíferos não voadores, aves, anfíbios e répteis.

Portanto, diversas espécies de invertebrados e vertebrados utilizam as cavidades como abrigos, sem que haja relação específica com uma caverna, mas sim com o conjunto de cavidades da região. Um exemplo já estudado são os morcegos, dos quais muitas espécies se caracterizam pelo baixo grau de filopatria (longa permanência no

mesmo abrigo). Eles alternam os locais de permanência entre as cavidades; isso significa que, em regiões com alta concentração de cavernas, não se percebe um padrão de colonização desses animais (TRAJANO, 1985; 1996). Uma análise trófica do ecossistema cavernícola mostra que o guano produzido pelos morcegos é uma das mais importantes fontes energéticas para a fauna local, incluindo os troglóbios (FERREIRA *et al.*, 2000); de igual importância é o tipo de guano ofertado na cavidade, o qual depende, por sua vez, da dieta da espécie inquilina (frugívora, insetívora, hematófaga, entre outras).

Para exemplificar essa questão, mencionemos um possível acontecimento numa área onde se pretende realizar atividade de extração mineral, na qual ocorrem cavidades naturais dentro da Área Diretamente Afetada (ADA). Se nessa ADA existirem 30 cavidades e, entre elas, apenas uma for classificada como de relevância máxima – porque nela foi encontrada uma população rara de um invertebrado troglóbio que ocorre associado a manchas de guano –, *a priori* a legislação permite a supressão de 29 e determina a conservação de apenas uma, incluindo a sua área de entorno. O que determina o grau máximo de relevância de uma cavidade é a possibilidade da presença de pelo menos um atributo entre 11, dos quais apenas quatro são

referentes à fauna ou a processos ecológicos. Quanto ao exemplo da supressão de 29 cavidades e preservação de apenas uma, o cenário instalado seria este: perda de abrigos potenciais para várias espécies de organismos; perda de vegetação específica presente em ambientes de penumbra característicos das entradas de cavernas, o que implicaria a diminuição de ofertas tróficas para algumas espécies, como, por exemplo, morcegos frugívoros e nectarívoros; e diminuição de serviços ambientais importantes, como a polinização. A reação desencadeada pelos impactos negativos da lavra poderia diminuir a oferta de variedades de guano na única cavidade que recebeu a tutela ambiental, o que, numa dinâmica trófica, poderia interferir negativamente na preservação da fauna cavernícola, incluindo novamente os troglóbios, objeto de conservação específico na cavidade de relevância máxima. Além disso, como já descrito por Ferreira e Martins (2001, p. 25):

Os ambientes cavernícolas podem ser desestruturados por mudanças no meio externo, decorrentes de fenômenos naturais ou ações humanas, e isso também pode, a médio ou longo prazos, comprometer o estado de conservação do próprio ambiente externo. Diferenças na drenagem subterrânea da água causadas por desa-

bamentos em cavernas, por exemplo, podem induzir alterações no regime hídrico do meio externo, com variados impactos sobre as espécies aquáticas e as comunidades ripárias (que vivem no limite entre ecossistemas terrestres e aquáticos). Além disso, a retirada das espécies de morcegos, que comem frutas, de cavernas parece reduzir as taxas de polinização e de dispersão de sementes na vegetação externa, o que a longo prazo pode empobrecer a variabilidade genética de muitas populações de plantas.

A Instrução Normativa MMA nº 02/2009 (IN 02), que veio complementar o Decreto nº 6.640/2008, dando diretrizes e propondo metodologias para os estudos de relevância das cavidades naturais subterrâneas, deixa claro que o objetivo é o de preservação unitária, ou seja, o alvo de preservação é restrito à cavidade e a seu entorno imediato. Esse entorno, ou área de influência da caverna, é definido pela IN 02 como “área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola” (BRASIL, 2009).

Alguns autores questionam a possibilidade de uma análise eficiente dos atributos apenas por meio das meto-

dologias indicadas na IN 02. De acordo com Trajano e Bichuette (2010, p. 107):

Essas normas legais apresentam várias falhas, das quais uma das maiores é centrar toda a análise na cavidade (que, na definição, equivale a caverna, por sua vez definida através de critério antropocêntrico, que são as dimensões do espaço), e não no ecossistema em si, o qual em muito a ultrapassa geograficamente, além de ignorar sumariamente a existência de outros *habitats* subterrâneos igualmente relevantes.

Quando se isola uma cavidade e a sua área de influência, no caso de cavernas de relevância máxima, a legislação prioriza a conservação física da cavidade, gerando um limite que impede o fluxo de dispersão da fauna cavernícola e a utilização de importantes áreas de vida. Uma das principais características de cavernas desenvolvidas em depósitos minerais, como as cavidades em cangas e itabiritos, é justamente a rede de canalículos que interconectam as microcavidades e as mesocavidades (MAURITY; KOTSCHOUBEY, 2005). Todo esse sistema, de acordo com o Decreto nº 6.640/2008, não pode ser classificado como cavidade natural subterrânea, em virtude do seu pequeno espaço, não penetrável pelo ser humano. Nos sistemas

subterrâneos ferruginosos, a ocorrência de grande quantidade de canalículos que formam extensas redes de espaços intersticiais (microcavernas e mesocavernas) conectados a macrocavernas propicia grandes extensões de *habitats* (SILVA *et al.*, 2011). Compartimentos subsuperficiais provavelmente podem atuar como meio de dispersão da fauna entre macrocavernas, aumentando a riqueza através do balanço entre processos de colonização e extinção (SILVA, 2008).

Uma visão antropocêntrica da definição de caverna (LOBO, 2008) não corresponde à verdadeira dimensão de um *habitat* subterrâneo. Ao prescrever que o ambiente cavernícola é definido pelo espaço que abriga pelo menos o tamanho de um ser humano, a preocupação com a manutenção do equilíbrio ecológico da fauna cavernícola é paradoxal. A conservação de cavidades sem a preocupação de conservar suas conectividades aumenta a probabilidade de fragmentação de *habitat*. Portanto, deve prevalecer uma avaliação sobre a real preocupação em conservar o sistema subterrâneo, levando-se em consideração os processos e dinâmicas que atuam na evolução e na manutenção do sistema, e não uma conservação pontual, que se torna antagônica aos seus princípios.

Ao analisarmos os impactos inerentes à mineração e ao aferirmos essa análise com os impactos sinérgicos em regiões onde a mineração já se instalou há décadas, o resultado que temos é uma grande desfragmentação e perda de *habitats*. Os impactos gerados pela atividade mineradora, segundo Mechi e Sanches (2010, p. 209),

[...] podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, tais como a redução ou destruição de hábitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros.

Os impactos negativos na fauna não se restringem apenas às áreas diretamente afetadas pela atividade de mineração. Estudos sobre a qualidade da água em importantes rios que atravessam o Quadrilátero Ferrífero concluíram que a intensa atividade de mineração resultou em elevadas concentrações de metais pesados no solo e na água. Em alguns casos, a poluição por metais pesados se espalhou por cerca de 400 km a jusante da fonte de contaminação, afetando a ictiofauna e até mesmo o gado (VEADO *et al.*, 2000; 2006).

Uma relevante reflexão sobre os componentes da conservação foi realizada por Brandon *et al.* (2005). Esses autores argumentam que, com as ferramentas e os métodos da Biologia da Conservação, por exemplo, é possível indicar ou sugerir “o quê” e “onde” conservar; contudo, o “como” conservar extrapola o âmbito das ciências biológicas, pois é influenciado pelas dimensões socioeconômicas. Portanto, o benefício atual e futuro trazido pela conservação da biodiversidade, das funções do ecossistema, do patrimônio geoambiental e dos serviços ambientais encontrados nas áreas naturais alvo da exploração mineral devem ser enfaticamente analisados pelos empreendedores e pelos órgãos ambientais e, ao mesmo tempo, discutidos com a sociedade, pois as pressões nesses ecossistemas – tanto as presentes como as projetadas – podem torná-los funcionalmente extintos.

Referências

- BRANDON, K.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; SILVA, J. M. C. Conservação brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade*, 1: 7-13, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Instrução Normativa MMA N° 2*, de 20 de agosto de 2009. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/IN%2002_MMA_Comentada.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- CARMO, F. F.; CARMO, F. F.; CAMPOS, I. C.; JACOBI, C. M. Cangas: Ilhas de Ferro Estratégicas para a Conservação. *Ciência Hoje*, 295: 48-53, 2012.
- FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. Cavernas em risco de extinção. *Ciência Hoje*, 29: 20-28, 2001.
- FERREIRA, R. L. ; YANEGA, D.; MARTINS, R. P. Ecology of bat guano arthropod communities in a Brazilian dry cave. *Ecotropica*, 2: 105-116, 2000.
- HOCH, H.; FERREIRA, R. L. *Ferricixius davidi* gen.n., sp.n. the first cavernicolous planthopper from Brazil (Hemiptera: Fulgoromorpha: Cixiidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 59: 201-206, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. *Informações e análises da economia mineral brasileira*. 7. ed. Brasília/DF, 2012. 68 p.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1):36-42, 2005.

LOBO, H. A. S.; PERINOTTO, J. A. J.; BOGGIANI, P. C. Espeleoturismo no Brasil: panorama geral e perspectivas de sustentabilidade. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, 1: 62-83, 2008.

MAURITY, C. W.; KOTSCHOUBEY, B. 2005. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1 Serra de Carajás – PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. *O Carste*, 17: 78-91.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, 24: 209-220.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858, 2000.

PIMM, S. L.; RUSSEL, G. L.; GITTLEMAN, J. L.; BROOKS, T. M. 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269: 347-350.

SILVA, M. S. *Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira*. 216 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, 2008.

SILVA, M. S.; MARTINS, R. P.; FERREIRA, R. L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodivers Conserv.*, 20: 1713-1729, 2011.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2: 255-320, 1985.

TRAJANO, E. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus*. *Biotropica*, 28: 121-129, 1996.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. *Subterranean Biology*, 7: 1-16, 2009.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Relevância de cavernas: porque estudos ambientais espeleobiológicos não funcionam. *Espeleo-Tema*, 21: 105-112, 2010.

TRAJANO, E.; SECUTTI, S.; MATTOX, G.M.T. Ictiofauna epígea e subterrânea na área cárstica de Cordisburgo, Estado de Minas Gerais. *Biota Neotrop.* Jul./Set. vol 9, nº 3, 2009. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/pt/abstract?inventory+bn02109032009>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

VEADO, M. A. R. V.; ARANTES, I.A.; OLIVEIRA, A. H.; ALMEIDA, M. R. M. G.; MIGUEL, R.A.; SEVERO, M.I.; CABALEIRO, H.L. Metal Pollution in the Environment of Minas Gerais State – Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 117: 157–172, 2006.

VEADO, M. A. R. V.; OLIVEIRA, A. H.; VEADO, J. C. C.; REVEL, G.; PINTE, G. Analysis and distribution of metals in the Paraopeba and the Das Velhas rivers, Brazil. *Water SA*, 26: 249–254, 2000.