

As Coleções Biológicas do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas como fontes para a História Ambiental	Marcelo Ferreira de Vasconcelos Carla Ferretti Santiago Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
---	---

Resumo

A partir do uso de variadas fontes, proposto pela Escola dos *Annales*, e com base em diversos registros de poluição ou mudanças ambientais analisados a partir espécimes de animais e plantas depositados em museus de história natural, nós apresentamos o potencial das coleções científicas do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas como importantes fontes para estudos de História Ambiental. Alguns exemplos são apresentados, como as comparações de comunidades de peixes antes e após o rompimento das barragens de Fundão (Mariana/MG) e B1 (Brumadinho/MG); erosão da biodiversidade em áreas degradadas pela mineração de ferro; modificação de comunidades de aves amazônicas devido à implantação de grandes empreendimentos hidrelétricos; e monitoramento ambiental de uma floresta urbana localizada no próprio *campus* da universidade. Ressalta-se a importância de parcerias entre historiadores, biólogos e outros pesquisadores para o aprofundamento de investigações em História Ambiental com base nas ricas coleções abrigadas nos museus de história natural. Além disso, é fundamental preservar e ampliar essas coleções, promovendo a pesquisa científica e contribuindo, assim, para a conservação da biodiversidade e a gestão sustentável dos ecossistemas.

Palavras-chave: Biodiversidade; História Ambiental; História Natural; Museus.

The Biological Collections of the Puc Minas Natural Sciences Museum as Sources for Environmental History	Marcelo Ferreira de Vasconcelos Carla Ferretti Santiago Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
--	--

Abstract

Using a variety of sources, proposed by the *Annales*, and based on various records of pollution or environmental changes analyzed from specimens of animals and plants deposited in natural history museums, we present the potential use of the scientific collections of the Museum of Natural Sciences of PUC Minas as important sources for Environmental History studies. Some examples are presented, such as comparisons of fish communities before and after the collapse of the Fundão (Mariana/MG) and B1 (Brumadinho/MG) dams; erosion of biodiversity in areas degraded by iron mining; changes in Amazonian bird communities due to the implementation of large hydroelectric projects; and environmental monitoring of an urban forest located on the university campus. The importance of partnerships between historians, biologists and other researchers is highlighted to deepen investigations in Environmental History based on the rich collections housed in natural history museums. Furthermore, it is essential to preserve and expand these collections, promoting scientific research and, thus, contributing to the conservation of biodiversity and the sustainable management of ecosystems.

Keywords: Biodiversity; Environmental History; Museums; Natural History.

1 INTRODUÇÃO

Museus de História Natural são mundialmente reconhecidos como espaços de educação, entretenimento e difusão do conhecimento, recebendo milhões de visitantes anualmente, com destaque para estudantes de escolas do ensino fundamental e médio (BAMBERGER, 2009; MACFADDEN *et al.*, 2007; MUJTABA *et al.*, 2018; TAL; MORAG, 2007). As imagens mais divulgadas desses museus são representadas por amplos salões contendo exposições de esqueletos de dinossauros e baleias, belas conchas e diversos animais empalhados. Indiscutivelmente, os acervos expositivos são muito importantes neste quesito, embora sejam constituídos - em sua maior parte ou totalidade - por peças sem valor para a investigação científica, muitas representadas por réplicas de material sintético ou por animais que vieram a óbito em cativeiro (SIMMONS; MUÑOZ-SABA, 2005).

Por outro lado, pouco é divulgado sobre os acervos de relevância para a investigação científica que estão depositados nestes museus, uma vez que eles não ficam expostos ao público para evitar sua deterioração devido à maior exposição a luz ou a agentes climáticos e ataques de pragas (HUXLEY *et al.*, 2021; SIMMONS; MUÑOZ-SABA, 2005). Tais acervos são representados por coleções de fósseis originais e por animais e plantas oriundos de diversas regiões do planeta (SIMMONS & MUÑOZ-SABA, 2005). Ao contrário dos acervos expositivos, as coleções científicas são formadas por espécimes com dados precisos de origem, a exemplo de localidade (geralmente com suas respectivas coordenadas geográficas), data, habitat e diversas informações que não estão presentes nos exemplares usados para exposição (HUXLEY *et al.*, 2021; SUAREZ; TSUTSUI, 2004). Assim, seu acesso é limitado a pesquisadores e não ao público geral (SIMMONS; MUÑOZ-SABA, 2005).

A importância dos acervos científicos dos museus é altíssima, uma vez que abrigam coleções de espécimes da fauna e da flora de diversos locais do planeta que foram completamente devastados por atividades humanas, representando uma “fotografia” temporal de biotas extintas nos últimos séculos (MARINONI; PEIXOTO, 2010).

Mais do que isso: os acervos científicos guardam os chamados “espécimes-tipos”, que são exemplares usados para a descrição e “batismo” nomenclatural de todas as espécies de seres vivos que conhecemos. Isto significa que, para cada nome científico

associado a qualquer espécie, existe uma “âncora” em forma de exemplar de planta, animal ou microrganismo depositada em algum museu do mundo, sendo possível reavaliar a validade de qualquer espécie em futuras investigações ou revisões taxonômicas (DUBOIS; NEMÉSIO, 2007; ICZN, 2021).

Por todos estes motivos, as coleções científicas depositadas em Museus de História Natural devem ser compreendidas como “bibliotecas da biodiversidade”, e não somente como “meras” coleções (HUXLEY *et al.*, 2021; PEIXOTO, 2003; SEYMOUR, 1994; WINKER, 2004; ZAHER; YOUNG, 2003). Infelizmente, a importância dada a estes acervos é sempre menor que a direcionada a museus de arte (PINHEIRO; FALASCHI, 2011; SEYMOUR, 1994; WINKER, 2004), com tristes exemplos recentes no Brasil, onde acervos de alta relevância, montados ao longo de décadas ou séculos, foram completamente perdidos por incêndios catastróficos, a exemplo do Instituto Butantan, em 2010; do Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 2018; e do Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2020. A perda desse insubstituível material científico abalou as ciências biológicas de maneira irreparável, perdendo-se milhares de espécimes-tipo que representavam os únicos testemunhos de várias espécies de seres vivos, além de registros seculares de biotas que não mais existem nos locais onde foram amostradas.

Outro agravante atual é a falta de verba direcionada aos estudos de taxonomia, a ciência que trata da descoberta e da descrição de novas espécies. Na era das pesquisas em genômica e dos modelos matemáticos sobre efeitos de mudanças climáticas na distribuição dos seres vivos, o Brasil vem seguindo a “moda” da ciência contemporânea praticada em países do Hemisfério Norte, dando pouca atenção à pesquisa básica de história natural, descrição e levantamento de sua fauna e flora (LEWINSOHN; PRADO, 2002; TEWKSBURY *et al.*, 2014; TRAVIS, 2020; TSCHINKEL; WILSON, 2014; VALDECASAS; CAMACHO, 2003; WILSON, 2017). No entanto, vale ressaltar que, ao contrário dos países europeus e norte-americanos, que possuem excelente conhecimento sobre sua biodiversidade, o Brasil ainda abriga muitas espécies a serem descobertas e descritas, incluindo de animais vertebrados, a exemplo de primatas, aves, serpentes, lagartos, peixes e anfíbios. Para piorar a situação, com o avanço dos desmatamentos e dos incêndios criminosos, muitas dessas espécies têm sido extintas antes mesmo de termos a chance de conhecê-las na natureza e muitas são descritas com base em exemplares

coletados no passado e depositados em museus (*e.g.*, BARNETT; BUZZETTI, 2014; LEWINSOHN; PRADO, 2002; SILVA; COELHO; GONZAGA, 2002).

No contexto atual, além da falta de verba para pesquisas em acervos científicos, a pandemia do Covid-19 impôs sérios limites à realização de viagens para atividades de campo e a diversas instituições. Diante de todas estas dificuldades, uma das opções para facilitar o acesso a dados de coleções biológicas foi baseada na iniciativa de disponibilizar informações a respeito de seus espécimes, tanto em nível global (GBIF, 2023; GRAHAM *et al.*, 2004; HUXLEY *et al.*, 2021; MILLER *et al.*, 2020), quanto nacional (KURY, 2006; SPECIESLINK, 2021). No entanto, tais bases geralmente disponibilizam apenas bancos de dados de procedência do material, não sendo possível visualizar os exemplares, com raras exceções de fotos de coletas botânicas, depositadas em alguns herbários. Isso impossibilita a pesquisa taxonômica, uma vez que, para o taxonomista, é imprescindível avaliar os exemplares para o estudo de seus caracteres morfológicos, de coloração ou a tomada de medidas.

Na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), as coleções científicas do Museu de Ciências Naturais são uma fonte riquíssima da biodiversidade brasileira, em especial do estado de Minas Gerais, abrigando números expressivos de exemplares, a saber: 62.000 fósseis, 26.668 invertebrados, 4.834 peixes, 21.131 anfíbios, 6.413 répteis, 6.782 aves e 4.972 mamíferos, além de 7.791 amostras botânicas. No entanto, infelizmente, a maior parte destes acervos científicos é pouco conhecida na própria instituição e praticamente desconhecida da comunidade científica, apresentando um número de visitantes e pesquisadores ainda baixo em relação à sua relevância em níveis nacional e global. Neste quesito, a maior parte dos pesquisadores que utiliza coleções científicas brasileiras foca seus estudos nas coleções de três grandes instituições: o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, o Museu Nacional do Rio de Janeiro e o Museu Paraense Emílio Goeldi.

2 USOS DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS COMO FONTES HISTÓRICAS

As coleções biológicas depositadas em museus possibilitam uma enorme gama de pesquisas científicas, indo muito além do campo das Ciências Biológicas. Merece destaque, neste sentido, as possibilidades de pesquisa no campo da produção do conhecimento histórico. Por muitos séculos, documentos escritos foram considerados como as únicas fontes possíveis para as pesquisas históricas, sendo supervalorizados em detrimento de outras fontes, especialmente no século XIX, com o advento da Escola Metódica francesa (BOURDÉ; MARTIN, 1983; DE LUCA, 2022; REIS, 2004). De fato, as coleções biológicas de museus e universidades guardam uma ampla gama de documentos desta natureza, incluindo diários de expedições, cadernos de preparação de exemplares, correspondência entre instituições e colaboradores, etiquetas anexadas aos espécimes, livros de tombo, dentre outros documentos que podem ser usados para cruzar informações, rastrear itinerários de expedições ou checar a veracidade de dados (*e.g.*, FISCHER; WARR, 2003; HALLEY, 2020; 2022; KRABBE, 2007; RASMUSSEN, PRÛS-JONES, 2003; WILEY, 2010).

Na perspectiva de superar os limites de uma historiografia tradicional, desde o século passado, a Escola dos *Annales* trouxe uma importante inovação à pesquisa histórica com a expansão do uso de não apenas documentos escritos, mas toda e qualquer fonte material ou oral, incluindo patrimônio arquitetônico e arqueológico, iconografia, filmes, dentre outros (BARROS, 2010; BURKE, 2017; DE LUCA, 2022; FEBVRE, 1989). Neste contexto, Lucien Febvre ressaltou que:

A história faz-se com documentos escritos, sem dúvida. Quando eles existem. Mas ela pode fazer-se, ela deve fazer-se sem documentos escritos, se os não houver. Com tudo o que o engenho do historiador pode permitir-lhe utilizar para fabricar o seu mel, à falta das flores habituais. Portanto, com palavras. Com signos. Com paisagens e telhas. Com formas de cultivo e ervas daninhas. Com eclipses da lua e cangas de bois. Com exames de pedras por geólogos e análises de espadas de metais por químicos. Numa palavra, com tudo aquilo que, pertencendo ao homem, depende do homem, serve ao homem, exprime o homem, significa a presença, a actividade, os gostos e as maneiras de ser do homem (FEBVRE, 1989, p. 249).

A ampliação do universo das fontes pela Escola dos *Annales* veio acompanhada, também, pela dilatação dos campos de investigação dos historiadores. Assim, o crescente uso de novos objetos e metodologias de pesquisa da História, especialmente a partir da década de 1970, forneceu fortes subsídios para o emergente campo da História Ambiental (DRUMMOND, 1991; DUARTE, 2013).

A História Ambiental nasceu no mesmo contexto expansivo da Nova História Cultural, ou seja, no início da década de 1970, evocando uma visão mais pluralista da História em contraponto às abordagens tradicionais (PESAVENTO, 2008) e do surgimento da consciência ecológica, que veio à tona diante das ameaças globais ao meio ambiente, à biodiversidade e à própria humanidade (DRUMMOND, 1991; DUARTE, 2013; LEFF, 2005; OLIVEIRA, 2009; PÁDUA, 2010; ROBIN; CARRUTHERS, 2011; VIANA; MONTEIRO, 2005; WORSTER, 1991).

No entanto, vale destacar que a História Ambiental foi se consolidando como disciplina independente dos movimentos sociais e das demandas políticas, como ressaltou Donald Worster, um dos pioneiros no assunto:

A história ambiental nasceu portanto de um objetivo moral, tendo por trás fortes compromissos políticos, mas, à medida que amadureceu, transformou-se também num empreendimento acadêmico que não tinha uma simples ou única agenda moral ou política para promover. Seu objetivo principal se tornou aprofundar o nosso entendimento de como os seres humanos foram, através dos tempos, afetados pelo seu ambiente natural e, inversamente, como eles afetaram esse ambiente e com que resultados (WORSTER, 1991, pp. 199-200).

Seu objetivo é estudar as relações entre as atividades humanas e os sistemas naturais, considerando as mudanças ambientais como um componente crucial das narrativas históricas. Para isso, recorre a uma variedade de abordagens teóricas e metodológicas, combinando conceitos da História, das Ciências Biológicas, da Geografia e de quaisquer disciplinas que sejam relevantes, dependendo da abordagem e do problema a ser investigado (DRUMMOND, 1991; PÁDUA, 2010; ROBIN; CARRUTHERS, 2011; WORSTER, 1991).

Apesar de sua juventude como campo de investigação, ressalva-se que a História Ambiental foi anteriormente abordada por diversos autores que incorporaram a natureza como um importante componente dos caminhos tomados pela humanidade e a humanidade como fator de alteração do meio ambiente, a exemplo do livro “Man and Nature”, publicado em 1864 por George Perkins Marsh (1801-1882) (PÁDUA, 2010). A própria Escola dos *Annales* abordou bem a questão ambiental na busca pela História Total (ROBIN; CARRUTHERS, 2011), sendo “O Mediterrâneo”, publicado em 1949 por Fernand Braudel (1902-1985), um dos melhores exemplos (WORSTER, 1991). No Brasil, pode-se citar as seguintes obras como pioneiras na abordagem de uma História Ambiental: “Capítulo de História Colonial” (1907), de João Capistrano de Abreu (1853-

1927); “Nordeste” (1937), de Gilberto Freyre (1900-1987); “Formação do Brasil contemporâneo” (1942), de Caio Prado Júnior (1907-1990); “Monções” (1945), “Caminhos e fronteiras” (1957) e “Visão do Paraíso” (1959), de Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982) (DRUMMOND, 1991; DUARTE, 2013; PÁDUA, 2010).

A História Ambiental emprega uma variedade de abordagens metodológicas para investigar as interações complexas entre a humanidade e o ambiente natural. Isso inclui o uso de fontes primárias e secundárias, como documentos históricos, relatos de viajantes, cartas, diários, mapas antigos, registros climáticos, iconográficos, fotográficos, entre outros, para reconstruir as mudanças ambientais e as práticas humanas a elas relacionadas (DRUMMOND, 1991; PÁDUA, 2010; ROBIN; CARRUTHERS, 2011; WORSTER, 1991).

Por outro lado, a análise de indicadores ambientais, como sedimentação, registros de pólen, dendrocronologia e geoquímica, também desempenha um papel muito importante na reconstrução de cenários ambientais passados que podem ter influenciado as atividades humanas (DRUMMOND, 1991; PÁDUA, 2010; ROBIN; CARRUTHERS, 2011; WORSTER, 1991). A análise de paisagens ecológicas e culturais também é valiosa para compreender as percepções e os usos tradicionais dos recursos naturais (WATT; RAYMOND; ESCHEN, 2004).

A História Ambiental está bem consolidada em países anglófonos, a exemplo do periódico *Environmental History*, que é o principal canal de publicação de pesquisas deste campo. A revista é publicada desde 1996, com quatro números por ano, pela Editora da Universidade de Chicago, em nome da Sociedade Americana de História Ambiental e da Sociedade de História Florestal dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, 2023). Diante da diversificada produção apresentada por este periódico em nível global, artigos que tratam da realidade brasileira ou latino-americana são escassos, produzidos tanto por autores latino-americanos quanto por nativos do Hemisfério Norte (e.g., AAGESEN, 1998; CABRAL, 2021; CUSHMAN, 2005; DRUMMOND, 1996; EAGLIN, 2019; FRANCO; DRUMMOND, 2008; 2009; KENNEDY; LUCKS, 1999; WILCOX, 1999; ZARRILLI, 2001).

Uma interessante análise feita por SUTTER (2003) apontou que a historiografia ambiental de fora dos Estados Unidos, incluindo a América Latina, a África e a Ásia, está centrada nas modificações ambientais ocasionadas pelo colonialismo e pelo

imperialismo. Focando na América Latina, Carey (2009) apontou que os temas mais recorrentes são: colonialismo, capitalismo e conservação. Foge deste aspecto, a contribuição de Warren Dean (2020) “A ferro e fogo”, que, ao estudar a História da Mata Atlântica, incia sua análise muito antes do período colonial, abrangendo aspectos biogeográficos daquele bioma e populações paleoindígenas e indígenas, numa típica abordagem de longa duração.

Neste sentido, há de se levantar a questão que trata do cerne deste artigo: como plantas secas e animais mortos podem contribuir para pesquisas em História Ambiental? Embora ainda muito restritas a publicações em revistas especializadas na área de Ciências Biológicas, alguns exemplos do uso destas fontes são apresentados abaixo.

Um dos primeiros usos de material biológico depositado em coleções científicas como fonte da História Ambiental foi o estudo da contaminação por DDT, que causou um forte declínio populacional em algumas espécies de aves. Esta pesquisa, conduzida na década de 1960, baseou-se na análise de centenas de ovos depositados em museus desde o século XIX, constatando que o uso indiscriminado daquele inseticida havia causado diminuição na espessura das cascas de ovos de diversas espécies de aves de rapina e piscívoras (GREEN; SCHARLEMANN, 2003; HICKEY; ANDERSON, 1968; RATCLIFFE, 1967). Tais análises só foram possíveis devido ao elevado número de amostras acumuladas em coleções biológicas ao longo de décadas.

Outros estudos sobre poluentes ambientais usaram penas de aves empalhadas para avaliar o acúmulo de metais pesados nesses animais (BERG *et al.*, 1966; DOSCH, 2007; GREEN; SCHARLEMANN, 2003; WESTERMARK.; ODSJÖ; JOHNELS, 1975) e modificações na poluição atmosférica com base na impregnação de fuligem na plumagem dos espécimes (DUBAY; FULDNER, 2017). Em ambos os casos, também foram necessárias centenas de amostras acumuladas em coleções biológicas desde o século XIX. Plantas depositadas em herbários também preservam os poluentes atmosféricos, terrestres ou da água, que ficam acumulados em seus tecidos secos, podendo ser usadas para traçar níveis históricos de poluição ao longo das décadas (LANG *et al.*, 2019).

Além de ser possível rastrear historicamente a poluição ambiental causada por fatores humanos, os espécimes de museus são amplamente usados para se compreender o surgimento e a expansão de diversas doenças, incluindo viroses de importância médica (ver revisões em SCHMITT *et al.*, 2019; SUAREZ; TSUTSUI, 2004). Neste caso, não

apenas os patógenos que afetam a humanidade podem ser estudados com base no material depositado em coleções científicas, mas doenças infecciosas que se alastraram e contribuíram para declínios globais de populações de certos grupos animais, a exemplo da quitridiomíose, uma doença pandêmica, causada por fungos, que provoca infecções na pele de anfíbios, comprometendo os processos de regulação osmótica e respiração desses animais, levando-os à morte (BERGER *et al.*, 1998).

Saindo do mundo microscópico para o macroscópico, as coleções biológicas também são extremamente importantes para se avaliar mudanças nas comunidades bióticas ao longo dos anos, possibilitando o registro de extinções e invasões biológicas, incluindo, neste último caso, espécies que atuam como pragas de lavouras (CAVARZERE *et al.*, 2017; SCHMITT *et al.*, 2019; SUAREZ; TSUTSUI, 2004). Exemplares coletados ao longo de décadas também permitem avaliar mudanças na distribuição geográfica e nas populações de várias espécies (*e.g.*, KHAROUBA *et al.*, 2019; LANG *et al.*, 2019; MEINEKE; DAVIS; DAVIES, 2018; SANTOS *et al.*, 2017; SHAFFER; FISHER; DAVIDSON, 1998; TINGLEY; BEISSINGER, 2009), modificações nos padrões fenológicos de plantas (GARRETSON; FORKNER, 2021; HART *et al.*, 2014; LANG *et al.*, 2019; MILLER-RUSHING *et al.*, 2004; 2006; PARK *et al.*, 2019; WILLIAMS; SCHLICHTING; HOLSINGER, 2021; WILLIS *et al.*, 2017) e alterações nos padrões de migração e no tamanho corporal de aves (*e.g.*, WEEKS *et al.*, 2020; ZIMOVA *et al.*, 2021). Muitas dessas modificações são atribuídas à perda ou à degradação de habitats naturais e, também, às mudanças climáticas (SANDERS *et al.*, 2023; SCHMITT *et al.*, 2019).

Assim, fica claro que o material biológico abrigado em coleções científicas não é útil apenas ao biólogo, mas, também, ao historiador ambiental. No próximo tópico, apresentamos potenciais usos das coleções do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas para este campo de pesquisa.

3 POTENCIALIDADES DAS COLEÇÕES DO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA PUC MINAS PARA A PESQUISA EM HISTÓRIA AMBIENTAL

O acréscimo dos acervos científicos das diversas coleções biológicas do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas possibilitou a formação de uma base de

conhecimento sobre diversas regiões de Minas Gerais e do Brasil que sofreram impactos advindos das atividades humanas e que estão sujeitas a um rápido processo de degradação ambiental e erosão da biodiversidade. Alguns casos são comentados abaixo, dando ênfase àqueles que possibilitarão importantes estudos sobre as alterações ambientais em futuras investigações regionais.

3.1 Peixes das bacias dos rios Doce e Paraopeba antes e após rompimentos de barragens

Na última década, o estado de Minas Gerais foi palco das duas maiores tragédias socioambientais do Brasil. Elas foram ocasionadas pelo rompimento de barragens de rejeito de mineração de ferro, localizadas no Quadrilátero Ferrífero, uma região de contato entre a Mata Atlântica e o Cerrado, dois importantes *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000).

O primeiro desastre ocorreu em 5 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, no município de Mariana. Nele, foram despejados 43 milhões de metros cúbicos de rejeito de minério de ferro que afetaram 668 km da bacia do Rio Doce, zonas costeiras e o Oceano Atlântico, com a morte de 19 pessoas e impactando, socioeconomicamente, a vida de milhares de pessoas e, ambientalmente, diversas áreas de proteção e de conservação da biodiversidade (CARMO *et al.*, 2017; CARMO; LANCHOTTI; KAMINO, 2020).

A mortandade massiva de peixes foi registrada devido ao assoreamento provocado pela deposição da lama, por alterações físico-químicas da água e pela contaminação por metais (NEVES *et al.*, 2016). Análises feitas com base em coletas efetuadas no médio Rio Doce, antes e após o impacto da construção de uma hidrelétrica, e do desastre de Fundão, mostraram que a comunidade de peixes se modificou bastante ao longo do tempo, ressaltando o importante material depositado na coleção ictiológica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas, que serve como registro temporal de diferentes períodos da biota aquática ocorrente naquela bacia (SALVADOR *et al.*, 2022).

Uma espécie endêmica da bacia do Rio Doce e descrita apenas em 2017 (a piabanha, *Brycon dulcis* – Foto 1) possivelmente desapareceu da calha principal do rio logo após o desastre, sendo os tributários do Rio Doce os últimos refúgios para esta

espécie na ocasião do impacto (LIMA, 2017; PESSALI *et al.*, 2021). Espécimes desta piabanha e de uma nova espécie de cascudo, ainda não descrita, do gênero *Harttia*, que vivia associada à calha do Rio Doce (Tiago Casarim Pessali, com. pess.), também se encontram depositados na coleção ictiológica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas como importantes fontes para se avaliar futuras reocupações de populações em localidades onde foram coletadas antes dos impactos causados pelo rompimento da barragem.

Foto 1 - Exemplares da piabanha (*Brycon dulcis*), coletados no Rio Doce antes do desastre ambiental ocasionado pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana.



Fonte: Fotografia de Tiago Casarim Pessali.

O segundo desastre de grandes proporções, ocorrido em 25 de janeiro de 2019, envolveu o colapso da barragem B1 da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho, com o despejo de 12 milhões de metros cúbicos de rejeito, afetando 120 km ao longo da bacia do Rio Paraopeba (um importante tributário do Rio São Francisco) e levando à morte de mais de 250 pessoas (CARMO; LANCHOTTI; KAMINO, 2020; VERGILIO *et al.*, 2020). Esse desastre causou alta mortalidade de peixes devido à perda de habitat pelo depósito de rejeito, contaminação por metais pesados, aumento da turbidez e baixa oxigenação da água (PENIDO; PESSALI; ZAWADZKI, 2021; VERGILIO *et al.*, 2020).

Pouco antes do acidente, duas novas espécies de peixes do gênero *Hypostomus* foram coletadas na bacia do Paraopeba (PENIDO; PESSALI; ZAWADZKI, 2021). Parte

do material-tipo, isto é, exemplares usados na descrição original das duas espécies, foi depositada na coleção ictiológica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas. Os autores deste artigo relatam que indivíduos de uma das espécies descritas foram encontrados mortos em áreas afetadas pela lama do rejeito da barragem (PENIDO; PESSALI; ZAWADZKI, 2021). Este é um exemplo de como a avaliação de impactos ambientais desta magnitude ainda é subestimada, já que mal se conhece a biodiversidade de regiões próximas a grandes centros de pesquisa, incluindo novas espécies. O material coletado é uma importante fonte para futuras comparações morfológicas e toxicológicas que poderão ser detectadas nas populações destas e de outras espécies de peixes da bacia do Paraopeba.

3.2 Fauna e flora em áreas de vegetação nativa ameaçadas pela expansão de atividades minerárias

A biodiversidade associada a geossistemas ferruginosos no Brasil encontra-se altamente ameaçada pela expansão das atividades minerárias (CARMO; KAMINO, 2015; 2017). Nesse país, duas grandes províncias de exploração de minério são representadas pelo Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e pela Serra dos Carajás, no Pará (CARMO; KAMINO, 2015). Em ambas as regiões, vastas áreas de vegetação metalófila sobre canga, além de florestas e savanas associadas aos geossistemas ferruginosos, já foram suprimidas pela mineração e a continuidade deste processo destrutivo está prevista a continuar em expansão nas próximas décadas (CARMO; KAMINO, 2015). Apesar do impacto localizado advindo da mineração, distinto daquele que abrange vastas áreas territoriais, a exemplo do agronegócio, as regiões ferríferas abrigam comunidades únicas de plantas e de animais, incluindo muitas espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção (BARBOSA *et al.*, 2020; BORGES *et al.*, 2017; CARMO; KAMINO, 2015; 2017; CARMO *et al.*, 2018; GIULIETTI *et al.*, 2019; JACOBI; CARMO, 2012; MARTINS *et al.*, 2012; MOTA *et al.*, 2018).

Neste contexto, as coleções botânicas e zoológicas do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas destacam-se por abrigar importante material testemunho do Quadrilátero Ferrífero, especialmente as de entomologia, herpetologia e ornitologia, atuando como referência mundial para a documentação de espécies provenientes de áreas que foram

totalmente suprimidas pelas atividades minerárias. Estas coleções constituem, ainda, um parâmetro para futuros monitoramentos, visando entender possíveis mudanças na biota de áreas protegidas, incluindo unidades de conservação, a exemplo do Parque Municipal das Mangabeiras, onde houve boa amostragem de anfíbios e de briófitas. Nesta Unidade de Conservação, especificamente, destacam-se exemplares de espécies descritas localmente, a exemplo de topotipos da rã (*Ischnocnema izecksohni*), e o material tipo da rã-do-riacho (*Hylodes uai*), depositados na coleção herpetológica.

No caso de Carajás, a coleção de aves sob a guarda do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas abriga séries de mais de 200 espécimes obtidos em áreas de canga, incluindo exemplares de espécies típicas de vegetações abertas e semiabertas do Cerrado e da Caatinga, isoladas em plena Amazônia. Exemplos são: petrim (*Synallaxis frontalis*), estrelinha-preta (*Synallaxis scutata*), sebinho-de-olho-de-ouro (*Hemitriccus margaritaceiventer*), guaracava-de-topete-uniforme (*Elaenia cristata*), canário-do-mato (*Myiothlypis flaveola*), tico-tico-do-campo (*Ammodramus humeralis*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e sanhaço-de-coleira (*Schistochlamys melanopis*). Tais populações são representadas por algumas subespécies de distribuição restrita às serras paraenses (e.g., *Synallaxis scutata teretiala* e *Zonotrichia capensis novaesi*) e outras ainda poderão ser descritas como novas, pois parecem estar isoladas nos topos dos platôs (VASCONCELOS; HOFFMANN, 2015).

Infelizmente, está prevista a supressão da maior extensão dos platôs de canga da Serra dos Carajás nos próximos 30 anos (MADEIRA *et al.*, 2015). Assim, estes exemplares representam uma das poucas documentações da avifauna que se têm da região, podendo ser usados para futuros estudos morfológicos e moleculares que possam testar se eles representam novos táxons ou linhagens evolutivas independentes, aumentando os argumentos para a conservação de áreas de savana metalófila no estado do Pará.

3.3 Profunda modificação da avifauna amazônica devido à implantação de uma grande usina hidrelétrica

Nos últimos anos, muitos dos grandes rios da Amazônia brasileira foram submetidos ao aproveitamento hidrelétrico, causando desmatamentos e profundas

modificações em seus fluxos naturais e nos pulsos cíclicos de enchentes e vazantes (LATRUBESSE *et al.*, 2017; 2021; LEES *et al.*, 2016). Além de imensuráveis impactos ambientais, estes projetos vêm gerando enormes problemas socioeconômicos, especialmente com relação às populações ribeirinhas e comunidades indígenas (CAVALCANTE *et al.*, 2021; FEARNSIDE, 2018; LIMA; KAPLAN; DORIA, 2017; SEVERINO; SANTOS; ALBUQUERQUE-CUNHA, 2021; SILVA; LIMA; MARINHO, 2018).

A Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, implantada no Rio Madeira, estado de Rondônia, fechou seu barramento em 2011, inundando permanentemente 271 km², o que afetou negativamente as florestas de várzea, levando à ampla perda de área florestal por morte das árvores devido ao prolongamento do período de submersão de suas raízes (FEARNSIDE, 2015). No entanto, a área alagada prevista pelo estudo de impacto ambiental acabou se tornando muito maior, especialmente após o período chuvoso de 2013-2014, adentrando o território boliviano e afetando, além das várzeas, as florestas de terra firme (COCHRANE *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2020). Isso causou uma perda quase total de florestas de várzea na área afetada pela hidrelétrica entre 2016 e 2018 (MELO *et al.*, 2021), com a mortandade massiva de árvores.

Em sinergia a estes impactos, diversas áreas de floresta de terra firme ao longo do Rio Madeira e de seu afluente, Jaci-Paraná, foram ocupadas nas imediações do empreendimento, causando mais perda e fragmentação de habitat. O resultado integrado destes impactos, diretos e indiretos, junto com aqueles advindos da adjacente Usina Hidrelétrica de Jirau (construída a montante no ano de 2012), representou um verdadeiro cataclisma socioambiental que afetou muito além da região de ambos os empreendimentos (COCHRANE *et al.*, 2017; DAYRELL *et al.*, 2021; FEARNSIDE, 2015; SANTOS *et al.*, 2018; VAN DAMME *et al.*, 2019).

No caso das aves, um recente estudo constatou modificações nas comunidades de várzeas em pouco tempo, favorecendo espécies típicas de estágios iniciais de sucessão e o desaparecimento de espécies florestais, típicas de ambientes mais maduros (MELO *et al.*, 2021). No entanto, os impactos sobre as assembleias deste grupo, em florestas de terra firme, ainda não foram estudados. Entretanto, diante da perda de florestas pelo alagamento e aumento da pressão do desmatamento, certamente muitas espécies estão em declínio regional, podendo sofrer extinções locais. Neste caso, a coleção ornitológica do

Museu de Ciências Naturais da PUC Minas abriga mais de 1.200 exemplares de aves da área de influência da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, obtidos ao longo de estudos de monitoramento efetuados após a implantação do empreendimento, entre os anos de 2013 e 2017.

Assim, a coleta de espécimes de aves, ao longo do monitoramento, representou a última chance de se documentar a presença de muitas espécies naquela região. Um de muitos exemplos é o da choca-de-garganta-preta (*Clytoctantes atrogularis*), espécie pouco conhecida com distribuição restrita ao interflúvio Madeira-Tapajós (COSTA *et al.*, 2017). A área de distribuição desta espécie está inserida no “Arco do Desmatamento”, onde os intensos processos de devastação iniciados durante a ditadura militar (1964-1985) foram responsáveis pela destruição de quase 20% de sua cobertura florestal original (BRAZ *et al.*, 2016; FEARNside, 2005; MEIRELLES-FILHO, 2014), pondo em risco de extinção várias espécies da avifauna (BIRD *et al.*, 2012; VALE *et al.*, 2008). Estudos anteriores reportaram a existência de apenas seis exemplares da choca-de-garganta-preta em todos os museus do mundo (COSTA *et al.*, 2017; LANYON; STOTZ; WILLARD, 1990). Assim, os quatro espécimes depositados na coleção do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas (Foto 2) representam um exemplo do importante testemunho da fauna de áreas de florestas de terra firme do Rio Jaci-Paraná, que foram completamente desmatadas por madeireiros ilegais nos últimos anos.

Foto 2 - Exemplares de choca-de-garganta-preta (*Clytoctantes atrogularis*), espécie com distribuição restrita na Amazônia brasileira e representada por 10 exemplares em coleções de todo o planeta, dos quais quatro encontram-se depositados na coleção ornitológica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas.



Fonte: Fotografia de Marcelo Ferreira de Vasconcelos.

Além disso, há séries representativas de espécies típicas de vegetações de várzea de ilhas fluviais amazônicas (REMSSEN; PARKER, 1983; ROSENBERG, 1990), a exemplo do formigueiro-preto-e-branco (*Myrmochanes hemileucus*), do arredio-de-peito-branco (*Cranioleuca vulpecula*), do João-de-barriga-branca (*Mazaria propinqua*) e da guaracava-do-rio (*Elaenia pelzelni*). No caso do João-de-barriga-branca, o material é representado por ovo, ninhego e ampla variação ontogenética de plumagem, sendo a maior série da espécie obtida no Brasil e, talvez, no mundo (MORAIS *et al.*, 2020).

Por fim, muitos exemplares de aves são representantes de espécies pouco conhecidas na natureza, tratando-se de novas ocorrências para o sudoeste amazônico (VALÉRIO *et al.*, 2020). Estes espécimes poderão contar importantes histórias às futuras gerações sobre a rica avifauna que existia neste trecho do Rio Madeira, mostrando como a implantação de grandes empreendimentos mal planejados podem desestruturar, de maneira irreversível, a frágil e complexa teia da biodiversidade amazônica.

3.4 Biodiversidade do *campus* Coração Eucarístico da PUC Minas como ferramenta para monitoramento ambiental de longa duração

O *campus* Coração Eucarístico da PUC Minas, além de abrigar belos jardins arborizados, apresenta uma área de floresta urbana de cerca de 7 hectares, chamada de

“Matinha da PUC”. Apesar de sua pequena área, a Matinha é um dos principais fragmentos florestais inseridos na matriz urbana da capital mineira. Fotografias aéreas, disponíveis no Centro de Memória da universidade, mostram que a Matinha já se encontrava isolada de outros fragmentos desde a década de 1960 e que parte de sua área atualmente coberta por floresta era representada por pastagem (VASCONCELOS *et al.*, 2013). Esta área foi reflorestada com espécies nativas e exóticas a partir da década de 1970, incluindo bambus de origem asiática (Bonifácio José Teixeira, com. pess.).

Alguns estudos sobre grupos da fauna foram efetuados no *campus*. No caso dos insetos, há um levantamento publicado sobre as borboletas da Matinha (SILVA; LANDA; VITALINO, 2007) e a equipe da coleção entomológica do Museu de Ciências Naturais coleta, com certa frequência, nesta área e em todo o *campus*, incluindo a área do próprio museu, onde há um “jardim das borboletas” (Foto 3). Este material, acumulado ao longo de décadas, tem um enorme potencial para se avaliar as modificações das comunidades de insetos, levando-se em consideração seu isolamento em relação a outras áreas verdes da cidade e os efeitos da poluição advinda da matriz urbana.

Foto 3 - Exemplares de borboletas coletados na Matinha pela equipe da coleção entomológica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas.



Fonte: Fotografia de Bruno Costa.

No caso das aves, Vasconcelos *et al.* (2013) avaliaram modificações na assembleia deste grupo no *campus*, ao longo do período de 1982-2013, constatando diversos casos de extinções e colonizações. Parte dos registros foi baseada em importante material depositado na coleção ornitológica do Museu de Ciências Naturais, que continua a receber exemplares de aves encontradas mortas no *campus* e em seus arredores.

No entanto, de todos os grupos documentados no *campus*, especialmente na Matinha, as plantas são as mais representadas. Coletas de amostras feitas desde a década de 1980 estão depositadas no herbário do Museu de Ciências Naturais, o que representa cerca de 20% desta coleção. Esta rica base de registro da flora do *campus* é uma fonte importantíssima para futuros estudos florísticos, sobre a composição em espécies, e ecológicos, que visem avaliar a influência de mudanças climáticas nos padrões fenológicos, com possíveis modificações nas épocas de floração e frutificação, como constatado em outras pesquisas que usaram material botânico depositado em herbários (GARRETSON; FORKNER, 2021; HART *et al.*, 2014; LANG *et al.*, 2019; MILLER-RUSHING *et al.*, 2004; 2006; PARK *et al.*, 2019; WILLIAMS; SCHLICHTING; HOLSINGER, 2021; WILLIS *et al.*, 2017).

Com base nos exemplos acima mencionados, o Museu de Ciências Naturais pode ser considerado como um “Centro de Memórias” da biodiversidade do *campus* Coração

Eucarístico, sendo cada exemplar de planta ou de animal, um “documento” do tempo naquele espaço.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As coleções biológicas depositadas em museus desempenham um papel crucial na história ambiental, fornecendo informações sobre a biodiversidade passada, mudanças ecológicas e impactos humanos no ambiente. Esses registros biológicos são fontes valiosas para a reconstrução de ambientes, a identificação de indicadores de impactos ambientais e a compreensão da relação entre sociedade e natureza ao longo do tempo.

Os exemplos citados neste capítulo apresentam um pouco do potencial uso das coleções científicas do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas como fontes para a História Ambiental, mas são apenas alguns de muitos que ainda poderão ser abordados no futuro. Por exemplo, quando foram feitas as coletas de peixes no Rio Doce, não se imaginava que a barragem de Fundão romper-se-ia e que aquele material seria usado como referência temporal da ictiofauna ocorrente nas áreas afetadas pelo desastre.

Além disso, novos problemas ambientais poderão emergir e novos métodos de pesquisa poderão ser desenvolvidos futuramente para se responder a diversas questões. Por exemplo, os naturalistas do século XIX nunca poderiam imaginar que as aves coletadas por eles seriam algum dia usadas para se rastrear as taxas de poluição atmosférica ao longo de décadas.

Assim, a análise de plantas e animais coletados em tempos pretéritos é uma das poucas possibilidades de se viajar ao passado ambiental, já que não dispomos de uma “máquina do tempo”. Felizmente, a comunidade científica internacional tem se despertado para estas questões e destacamos, abaixo, as conclusões de uma importante iniciativa envolvendo diversos autores neste sentido:

O público geral e a comunidade científica e não museológicas muitas vezes têm a percepção equivocada de que os espécimes de museus são coletados para uma estreita gama de usos nos campos da taxonomia, sistemática e biogeografia, ou talvez que os espécimes coletados para esses campos tenham pouco uso fora deles. Ao destacar a utilidade de espécimes históricos e modernos de museus em documentar mudanças no ambiente, são apresentados usos de coleções de museus em pesquisa e ensino menos conhecidos fora da comunidade museológica. Os exemplos apresentados aqui ilustram como os espécimes de museu são um recurso poderoso, embora subutilizado, para documentar o Antropoceno – o surgimento e a disseminação de doenças zoonóticas, a contaminação ambiental, os impactos ambientais e as mudanças

climáticas – entre outros assaltos a nosso planeta e a seus habitantes. A coleta contínua de espécimes de museus garantirá a documentação detalhada do Antropoceno e de seus inúmeros efeitos. Com as longas escalas de tempo que representam, os espécimes de museus desempenharão um papel ainda mais importante em estudos futuros de mudança ambiental, à medida que os métodos de preservação melhorarem, novas tecnologias forem desenvolvidas e o pensamento criativo for aplicado para utilizar seu potencial ainda desconhecido (SCHMITT *et al.*, 2019, p. 6)¹.

Resta aos biólogos e historiadores brasileiros firmarem parcerias interdisciplinares entre si e com outros pesquisadores (químicos, físicos, arqueólogos, dentre outros) para “fabricarem o mel” da História Ambiental com tão riquíssima fonte depositada em nossos museus de história natural. Além disso, é fundamental preservar e ampliar essas coleções, promovendo a pesquisa científica e contribuindo, assim, para a conservação da biodiversidade e a gestão sustentável dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGESEN, David L. On the northern fringe of the South American temperate forest: the history and conservation of the monkey-puzzle tree. **Environmental History**, Chicago, v. 3, n. 1, p. 64-85, jan. 1998.

BAMBERGER, Yael. The learning environment of natural history museums: multiple ways to capture students' views. **Learning Environments Research**, v. 12, p. 115-129, mai. 2009.

BARBOSA, Elaine Ferreira *et al.* **Fauna da Floresta Nacional de Carajás - Serra Norte**. Belo Horizonte: Gaia Cultural, 2020.

BARNETT, Juan Mazar; BUZZETTI, Dante Renato Corrêa. A new species of *Cichlocolaptes* Reichenbach 1853 (Furnariidae), the ‘gritador-do-nordeste’, an undescribed trace of the fading bird life of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, Belém, v. 22, n. 2, p. 75-94, jun. 2014.

BARROS, José D’Assunção. A Escola dos Annales e a crítica ao Historicismo e ao Positivismo. **Revista Territórios e Fronteiras**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p. 75-102, jan./jun. 2010.

BERG, W. *et al.* Mercury content in feathers of Swedish birds from the past 100 years. **Oikos**, Copenhagen, v. 17, n. 1, p. 71-83, 1966.

BERGER, Lee *et al.* Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. **Proceedings of**

¹ Tradução nossa.

the National Academy of Sciences, Washington, DC, v. 95, n. 15, p. 9031-9036, jul. 1998.

BIRD, Jeremy P. *et al.* Integrating spatially explicit habitat projections into extinction risk assessments: a reassessment of Amazonian avifauna incorporating projected deforestation. **Diversity and Distributions**, v. 18, n. 3, p. 273-281, mar. 2012.

BORGES, Sérgio Henrique *et al.* Avian communities in the Amazonian cangas vegetation: biogeographic affinities, components of beta-diversity and conservation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 3 (supl.), p. 2167-2180, 2017.

BOURDÉ, Guy; MARTIN, Hervé. **As Escolas Históricas**. Sintra, Portugal: Publicações Europa-América, 1983.

BRAZ, Leonam Costa *et al.* A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 45-62, set./out. 2016.

BURKE, Peter. **Testemunha ocular**: o uso de imagens como evidência histórica. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

CABRAL, Diogo de Carvalho. Meaningful clearings: human-ant negotiated landscapes in nineteenth-century Brazil. **Environmental History**, Chicago, v. 26, n. 1, p. 1-24, jan. 2021.

CAREY, Mark. Latin American Environmental History: current trends, interdisciplinary insights, and future directions. **Environmental History**, Chicago, v. 14, n. 2, p. 221-252, abr. 2009.

CARMO, Flávio Fonseca do; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino. **Geossistemas ferruginosos do Brasil**: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015.

CARMO, Flávio Fonseca do; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino. **Chapada de Canga**: patrimônio natural e cultural de relevante interesse para conservação. Belo Horizonte: 3i Editora, 2017.

CARMO, Flávio Fonseca do *et al.* Fundão tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global context. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 3, p. 145-151, jul./set. 2017.

CARMO, Flávio Fonseca do; LANCHOTTI, Andressa O.; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino. Mining waste challenges: environmental risks of gigatons of mud, dust and sediment in megadiverse regions in Brazil. **Sustainability**, 12, artigo 8466, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.3390/su12208466>. Acesso em: 11 mar. 2024.

CARMO, Flávio Fonseca *et al.* Check-list of vascular plant communities on ironstone ranges of south-eastern Brazil: dataset for conservation. **Biodiversity Data Journal**, 6: e27032, jul. 2018.

CAVALCANTE, Maria Madalena de Aguiar *et al.* Hidrelétricas e Unidade de Conservação na Amazônia. **Mercator**, Fortaleza, v. 20, artigo e20017, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2021.e20017>. Acesso em: 23 jun. 2023.

CAVARZERE, Vagner *et al.* Museum collections indicate bird defaunation in a biodiversity hotspot. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 17, n. 4, artigo e20170404, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0404>. Acesso em: 23 jun. 2023.

COCHRANE, Sheila M. V. *et al.* Landsat-based analysis of mega dam flooding impacts in the Amazon compared to associated environmental impact assessments: upper Madeira River example 2006–2015. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 7, p. 1-8, ago. 2017.

COSTA, Thiago V. V. *et al.* New records of the enigmatic *Clytoctantes atrogularis* (Thamnophilidae) in Amazonian Brazil, with remarks on plumage, natural history, and distribution. **The Wilson Journal of Ornithology**, Ann Arbor, v. 129, n. 1, p. 1-12, mar. 2017.

CUSHMAN, Gregory T. “The most valuable birds in the world”: international conservation and the revival of Peru’s guano industry, 1909-1965. **Environmental History**, Chicago, v. 10, n. 3, p. 477-509, jul. 2005.

DAYRELL, Jussara Santos *et al.* Impacts of an Amazonian hydroelectric dam on frog assemblages. **PLoS ONE**, v. 16, n. 6, artigo e0244580, jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244580>. Acesso em: 23 jun. 2023.

DE LUCA, Tânia Regina. **Práticas de pesquisa em História**. 1ª ed, 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2022.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 11ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

DOSCH, Jerald J. On dead birds’ tales: museum specimen feathers as historical archives of environmental pollutants. **Environmental History**, Chicago, v. 12, p. 661-665, jul. 2007.

DRUMMOND, José. The garden in the machine: an Environmental History of Brazil’s Tijuca Forest. **Environmental History**, Chicago, v. 1, n. 1, p. 83-104, jan. 1996.

DRUMMOND, José Augusto. A História Ambiental: temas, fontes e linhas de pesquisa. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 177-197, jul./dez. 1991.

DUARTE, Regina Horta. **História e natureza**. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

DUBAY, Shane G.; FULDNER, Carl C. Bird specimens track 135 years of atmospheric black carbon and environmental policy. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 114, n. 43, p. 11321-11326, out. 2017.

DUBOIS, Alain; NEMÉSIO, André. Does nomenclatural availability of nomina of new species or subspecies require the deposition of vouchers in collections? **Zootaxa**, Auckland, v. 1409, n. 1-22, fev. 2007.

EAGLIN, Jennifer. The demise of the Brazilian ethanol program: environmental and economic shocks, 1985–1990. **Environmental History**, Chicago, v. 24, n. 1, p. 104-129, jan. 2019.

FEARNSIDE, Philip Martin. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 113-123, jul. 2005.

FEARNSIDE, Philip Martin (org.). **Hidrelétricas na Amazônia**: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Manaus: Editora do INPA, 2015.

FEARNSIDE, Philip Martin. Belo Monte: atores e argumentos na luta sobre a barragem amazônica mais controversa do Brasil. **Revista Nera**, Presidente Prudente, v. 42, n. 21, p. 162-185, 2018.

FEBVRE, Lucien. **Combates pela História**. 3ª ed. Lisboa: Editorial Presença Ltda., 1989.

FISCHER, Clemency T.; WARR, Frances E. Museum on paper: library & manuscript resources. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 123, supl. A, p. 136-164, 2003.

FRANCO, José Luiz de Andrade; DRUMMOND, José Augusto. Wilderness and the Brazilian mind (I): nation and nature in Brazil from the 1920s to the 1940s. **Environmental History**, Chicago, v. 13, n. 4, p. 724-750, out. 2008.

FRANCO, José Luiz de Andrade; DRUMMOND, José Augusto. Wilderness and the Brazilian mind (II): the first Brazilian conference on nature protection (Rio de Janeiro, 1934). **Environmental History**, Chicago, v. 14, n. 1, p. 82-102, jan. 2009.

GARRETSON, Alexis; FORKNER, Rebecca E. Herbaria reveal herbivory and pathogen increases and shifts in senescence for northeastern United States maples over 150 years. **Frontiers in Forests and Global Change**, Hawthorn, v. 4, article 664763, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.664763>. Acesso em: 11 fev. 2024.

GBIF - Global Biodiversity Information Facility (2023) **Free and open access to biodiversity data**. Disponível em: <https://www.gbif.org/>. Acesso em: 4 ago. 2023.

GIULIETTI, Ana Maria *et al.* Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil. **The Botanical Review**, v. 85, p. 357-383, out. 2019.

GRAHAM, Catherine H. *et al.* New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 9, p. 497-503, set. 2004.

GREEN, Rhys E.; SCHARLEMANN, Jörn P. W. Egg and skin collections as a resource for long-term ecological studies. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 123, supl. A, p. 165-176, 2003.

HALLEY, Matthew R. Audubon's Bird of Washington: unravelling the fraud that launched *The birds of America*. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 140, n. 2, p. 110-141, jun. 2020.

HALLEY, Matthew R. Audubon's diary transcripts were doctored to support his false claim of personally discovering Lincoln's Sparrow *Melospiza lincolni* (Audubon, 1834). **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 142, n. 3, p. 329-342, set. 2022.

HART, Robbie *et al.* Herbarium specimens show contrasting phenological responses to Himalayan climate. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 111, n. 29, p. 10615-10619, jul. 2014.

HICKEY, Joseph J.; ANDERSON, Daniel W. Chlorinated hydrocarbons and eggshell changes in raptorial and fish-eating birds. **Science**, v. 162, p. 271-273, out. 1968.

HUXLEY, Robert *et al.* **Managing natural science collections: a guide to strategy, planning and resourcing**. London: Routledge, 2021.

ICZN – INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE
International Code of Zoological Nomenclature – Fourth Edition, 2021. Disponível em: <https://www.iczn.org/the-code/the-code-online/>. Acesso em: 6 set. 2021.

JACOBI, Claudia Maria; CARMO, Flávio Fonseca. **Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Código Editora, 2012.

KENNEDY, Donald; LUCKS, Marjorie. Rubber, blight, and mosquitoes: biogeography meets the global economy. **Environmental History**, Chicago, v. 4, n. 3, p. 369-383, jul. 1999.

KHAROUBA, Heather M. *et al.* Using insect natural history collections to study global change impacts: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 374, n. 1763, article 20170405, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0405>. Acesso em: 16 jun. 2023.

KRABBE, Niels. Birds collected by P. W. Lund and J. T. Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P. W. Lund's travels in Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ornitologia**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 331-357, set. 2007.

- KURY, Adriano B. *et al.* **Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade.** Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.
- LANG, Patricia L. M. *et al.* Using herbaria to study global environmental change. **New Phytologist**, Lancaster, v. 221, n. 1, p. 110-122, 2019.
- LANYON, Scott M.; STOTZ, Douglas F.; WILLARD, David E. *Clytoctantes atrogularis*, a new species of antbird from western Brazil. **The Wilson Bulletin**, Ann Arbor, v. 102, n. 4, p. 571-580, dez. 1990.
- LATRUBESSE, Edgardo M. *et al.* Damming the rivers of the Amazon basin. **Nature**, v. 546, n. 7658, p. 363-369, jun. 2017.
- LATRUBESSE, Edgardo M. *et al.* Vulnerability of the biota in riverine and seasonally flooded habitats to damming of Amazonian rivers. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 31, n. 5, p. 1136-1149, 2021.
- LEES, Alexander C. *et al.* Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, p. 451-466, 2016.
- LEFF, Enrique. Construindo a História Ambiental da América Latina. **Revista Esboços**, Florianópolis, v. 12, n. 13, p. 11-29, 2005.
- LEWINSOHN, Thomas; PRADO, Paulo Inácio. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento.** São Paulo: Contexto, 2002.
- LI, Dengqiu *et al.* Examining water area changes accompanying dam construction in the Madeira River in the Brazilian Amazon. **Water**, v. 12, n. 7, artigo 1921, jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w12071921>. Acesso em: 11 fev. 2024.
- LIMA, Flávio César Thadeo de. A revision of the cis-andean species of the genus *Brycon* Müller & Troschel (Characiformes: Characidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 4222, n. 1, p. 1-189, 2017.
- LIMA, Maria Alice Leite; KAPLAN, David Andrew; DORIA, Carolina Rodrigues da Costa. Hydrological controls of fisheries production in a major Amazonian tributary. **Ecohydrology**, v. 10, n. 8, article e1899, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/eco.1899>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- MACFADDEN, Bruce J. *et al.* Natural History Museum visitors' understanding of evolution. **BioScience**, Oxford, v. 57, n. 10, p. 875-882, nov. 2007.
- MADEIRA, João Augusto *et al.* Geossistemas ferruginosos e áreas protegidas. In: CARMO, Flávio Fonseca do; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino (org.). **Geossistemas ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e**

biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015. p. 521-545.

MARINONI, Luciane; PEIXOTO, Ariane Luna. As coleções biológicas como fonte dinâmica e permanente de conhecimento sobre a biodiversidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 54-57, 2010.

MARTINS, Frederico Drumond *et al.* **Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres**. São Paulo: Nitro Imagens, 2012.

MEINEKE, Emily K.; DAVIS, Charles C.; DAVIES, T. Jonathan. The unrealized potential of herbaria for global change biology. **Ecological Monographs**, Washington, DC, v. 88, n. 4, p. 505-525, nov. 2018.

MEIRELLES-FILHO, João Carlos de Souza. É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 9, n. 1, p. 219-241, abr. 2014.

MELO, Tomaz Nascimento de *et al.* Impacts of a large hydroelectric dam on the Madeira River (Brazil) on floodplain avifauna. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 51, n. 4, p. 298-310, out./dez. 2021.

MILLER, Sara E. *et al.* Building natural history collections for the twenty-first century and beyond. **BioScience**, Oxford, v. 70, n. 8, p. 674-687, ago. 2020.

MILLER-RUSHING, Abraham J. *et al.* Herbarium specimens as a novel tool for climate change research. **Arnoldia**, Boston, v. 63, n. 2, p. 26-32, 2004.

MILLER-RUSHING, Abraham J. *et al.* Photographs and herbarium specimens as tools to document phenological changes in response to global warming. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 11, p. 1667-1674, nov. 2006.

MORAIS, Rodrigo *et al.* Natural history notes on the White-bellied Spinetail, *Mazaria propinqua* (Passeriformes: Furnariidae: Synallaxinae), a typical bird of Amazonian river islands. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 215, p. 18-24, mai./jun. 2020.

MOTA, Nara Furtado de Oliveira *et al.* Amazon *canga*: the unique vegetation of Carajás revealed by the list of seed plants. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 3, p. 1435-1488, jul./set. 2018.

MUJTABA, Tamjid *et al.* Learning and engagement through natural history museums. **Studies in Science Education**, v. 54, n. 1, p. 41-67, 2018.

MYERS, Norman *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, fev. 2000.

NEVES, Ana Carolina de Oliveira *et al.* Neglect of ecosystems services by mining, and the worst environmental disaster in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 14, n. 1, p. 24-27, 2016.

OLIVEIRA, Valéria Maria Santana. História e História Ambiental: as rupturas e avanços nas relações homem-natureza. In: **XXV Simpósio Nacional de História**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 12 a 17 de jul. 2009. **Anais...**

PÁDUA, Jorge Augusto. As bases teóricas da História Ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 81-101, 2010.

PARK, Daniel S. *et al.* Herbarium specimens reveal substantial and unexpected variation in phenological sensitivity across the eastern United States. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 374, n. 1763, article 20170394, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0394>. Acesso em: 16 jun. 2023.

PEIXOTO, Ariane Luna. **Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2003.

PENIDO, Iago S.; PESSALI, Tiago Casarim; ZAWADZKI, Cláudio H. When destruction comes first: two new species of *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) from a deeply impacted river in the Rio São Francisco basin in Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 98, n. 5, p. 1371-1384, mai. 2021.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **História e História Cultural**. 2ª ed. 2ª reimpressão. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

PESSALI, Tiago Casarim *et al.* *Brycon dulcis* Lima & Vieira, 2017. In: DRUMMOND, Gláucia Moreira; SUBIRÁ, Rosana Junqueira; MARTINS, Cássio Soares (org). **Livro vermelho da biota aquática do Rio Doce ameaçada de extinção pós rompimento da barragem de Fundão - Mariana, Minas Gerais**: crustáceos, efemerópteros, odonatos e peixes. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2021. p. 215-219.

PINHEIRO, Livia Rodrigues; FALASCHI, Rafaela Lopes. O valor das coletas e coleções científicas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 282, p. 68-69, jun. 2011.

RASMUSSEN, Pamela C.; PRYŶS-JONES, Robert P. History vs mystery: the reliability of museum specimen data. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 123, supl. A, p. 66-94, 2003.

RATCLIFFE, D. A. Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. **Nature**, v. 215, p. 208-210, 1967.

REIS, José Carlos. **A História, entre a filosofia e a ciência**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

REMSEN, J. V., JR; PARKER, Theodore A., III. Contribution of river-created habitats to bird species richness in Amazonia. **Biotropica**, v. 15, n. 3, p. 223-231, set. 1983.

ROBIN, Libby; CARRUTHERS, Jane. Introduction: Environmental History and the History of Biology. **Journal of the History of Biology**, v. 44, n. 1, p. 1-14, Spring 2011.

ROSENBERG, Gary H. Habitat specialization and foraging behavior by birds of Amazonian river islands in northeastern Peru. **The Condor**, v. 92, n. 2, p. 427-443, 1990.

SALVADOR, Gilberto N. *et al.* Influences of multiple anthropogenic disturbances coupled with a tailings dam rupture on spatiotemporal variation in fish assemblages of a tropical river. **Freshwater Biology**, v. 67, n. 10, p. 1708-1724, out. 2022.

SANDERS, Nathan J. *et al.* Leveraging natural history collections to understand the impacts of global change. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 92, p. 232-236, 2023.

SANTOS, Maria J. *et al.* The relative influence of change in habitat and climate on elevation range limits in small mammals in Yosemite National Park, California, U.S.A. **Climate Change Responses**, v. 4, artigo 7, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40665-017-0035-6>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SANTOS, Rangel E. *et al.* The decline of fisheries on the Madeira River, Brazil: the high cost of the hydroelectric dams in the Amazon Basin. **Fisheries Management and Ecology**, v. 25, n. 5, p. 380-391, out. 2018.

SCHMITT, C. Jonathan *et al.* Museum specimens of terrestrial vertebrates are sensitive indicators of environmental change in the Anthropocene. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 374, n. 1763, article 20170387, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0387>. Acesso em: 16 jun. 2023.

SEVERINO, Wellinson Maximin de Souza; SANTOS, Erick Silva dos; ALBUQUERQUE-CUNHA, Helenilza Ferreira. Hydropower plant in eastern Amazon and its impacts on the local population's eating habits. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 16, n. 5, article e2700, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambiente.2700>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SEYMOUR, Jane. No way to treat a natural treasure. **New Scientist**, 12 de mar., p. 32-35, 1994.

SHAFFER, H. Bradley; FISHER, Robert N.; DAVIDSON, Carlos. The role of natural history collections in documenting species declines. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, n. 1, p. 27-30, jan. 1998.

SILVA, André R. M.; LANDA, Giovanni G.; VITALINO, Raphael F. Borboletas (Lepidoptera) de um fragmento de mata urbano em Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 137-142, jul./dez. 2007.

SILVA, Christian Nunes da; LIMA, Ricardo Ângelo Pereira de; MARINHO, Vicka Nazaré Magalhães. Desestruturação territorial na atividade pesqueira: a instalação de usinas hidroelétricas na bacia do Araguari (Ferreira Gomes-Amazônia-Brasil). **Revista Nera**, Presidente Prudente, v. 42, n. 21, p. 186-201, 2018.

SILVA, José Maria Cardoso da; COELHO, Galileu; GONZAGA, Luiz Pedreira. Discovered on the brink of extinction: a new species of Pygmy-Owl (Strigidae: *Glaucidium*) from Atlantic Forest of northeastern Brazil. **Ararajuba**, Seropédica, v. 10, n. 2, p. 123-130, dez. 2002.

SIMMONS, John E.; MUÑOZ-SABA, Yaneth. **Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas**. Bogotá: Conservación Internacional, 2005.

SPECIESLINK **Sistema de informação distribuído para coleções científicas**, 2021. Disponível em: <http://www.splink.org.br/>. Acesso em: 6 set. 2021.

SUAREZ, Andrew V.; TSUTSUI, Neil D. The value of museum collections for research and society. **BioScience**, Oxford, v. 54, n. 1, p. 66-74, jan. 2004.

SUTTER, Paul; What can U.S. environmental historians learn from non-U.S. environmental historiography? **Environmental History**, Chicago, v. 8, n. 1, p. 109-129, jan. 2003.

TAL, Tali; MORAG, Orly. School visits to natural history museums: teaching or enriching? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 5, p. 747-769, mai. 2007.

TEWKSBURY, Joshua J. *et al.* Natural history's place in science and society. **BioScience**, Oxford, v. 64, n. 4, p. 300-310, abr. 2014.

TINGLEY, Morgan W.; BEISSINGER, Steven R. Detecting range shifts from historical species occurrences: new perspectives on old data. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, n. 11, p. 625-633, nov. 2009.

TRAVIS, Joseph. Where is Natural History in ecological, evolutionary, and behavioral Science? **The American Naturalist**, Chicago, v. 196, n. 1, p. 1-8, jul. 2020.

TSCHINKEL, Walter R.; WILSON, Edward O. Scientific Natural History: telling the epics of nature. **BioScience**, Oxford, v. 64, n. 5, p. 438-443, mai. 2014.

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS. **Environmental History**. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/loi/eh>. Acesso em: 18 out. 2023.

VALDECASAS, Antonio G.; CAMACHO, Ana I. Conservation to rescue of taxonomy. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 1113-1117, jun. 2003.

VALE, Mariana M. *et al.* Effects of future infrastructure development on threat status and occurrence of Amazonian birds. **Conservation Biology**, v. 22, n. 4, p. 1006-1015, ago. 2008.

VALÉRIO, Fernando Augusto *et al.* New and noteworthy bird records for the state of Rondônia, southwestern Brazilian Amazon. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 213, p. 10-15, jan./fev.2020.

VAN DAMME, Paul A. *et al.* Upstream dam impacts on gilded catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Bolivian Amazon. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 17, n. 4, artigo e190118, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20190118>. Acesso em: 23 jun. 2023.

VASCONCELOS, Marcelo Ferreira de *et al.* Long-term avifaunal survey in an urban ecosystem from southeastern Brazil, with comments on range extensions, new and disappearing species. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 53, n. 25, p. 327-344, 2013.

VASCONCELOS, Marcelo Ferreira de; HOFFMANN, Diego. Avifauna das vegetações abertas e semiabertas associadas a geossistemas ferruginosos do Brasil: levantamento, conservação e perspectivas para futuros estudos. *In*: CARMO, Flávio Fonseca do; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino (org.). **Geossistemas ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais**. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015. p. 259-287.

VERGILIO, Cristiane dos Santos *et al.* Metal concentrations and biological effects from one of the largest mining disasters in the world (Brumadinho, Minas Gerais, Brazil). **Scientific Reports**, v. 10, article 5936, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62700-w>. Acesso em: 22 jun. 2023.

VIANA, José Maurício Mangueira; MONTEIRO, Rosa Cristina. Natureza - vida - ambiente: diversas histórias. **Revista Esboços**, Florianópolis, v. 12, n. 13, p. 31-50, 2005.

WATT, Laura A.; RAYMOND, Leigh; ESCHEN, Meryl L. On preserving ecological and cultural landscapes. **Environmental History**, Chicago, v. 9, n. 4, p. 620-647, out. 2004.

WEEKS, Brian C. *et al.* Shared morphological consequences of global warming in North American migratory birds. **Ecology Letters**, v. 23, n. 2, p. 316-325, fev. 2020.

WESTERMARK, T.; ODSJÖ, T.; JOHNELS, A. G. Mercury content of bird feathers before and after Swedish ban on alkyl mercury in agriculture. **Ambio**, v. 4, n. 2, p. 87-92, 1975.

WILCOX, Robert W. “The law of the least effort”: cattle ranching and the environment in the savanna of Mato Grosso, Brazil, 1900-1980. **Environmental History**, Chicago, v. 4, n. 3, p. 338-368, jul. 1999.

WILEY, R. Haven. Alfonso Olalla and his family: the ornithological exploration of Amazonian Peru. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 343, p. 1-68, 2010.

WILLIAMS, Tanisha M.; SCHLICHTING, Carl D.; HOLSINGER, Kent E. Herbarium records demonstrate changes in flowering phenology associated with climate change over the past century within the Cape Floristic Region, South Africa. **Climate Change Ecology**, v. 1, article 100006, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2021.100006>. Acesso em 16 jun. 2023.

WILLIS, Charles G. *et al.* Old plants, new tricks: phenological research using herbarium specimens. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 32, n. 7, p. 531-546, jul. 2017.

WILSON, Edward O. Biodiversity research requires more boots on the ground. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 1590-1591, out. 2017.

WINKER, Kevin. Natural History museums in a postbiodiversity era. **BioScience**, Oxford, v. 54, n. 5, p. 455-459, mai. 2004.

WORSTER, Donald. Para fazer História Ambiental. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 198-215, 1991.

ZAHER, Hussam; YOUNG, Paulo S. As coleções zoológicas brasileiras: panoramas e desafios. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 3, p. 24-26, jul./set. 2003.

ZARRILLI, Adrián Gustavo. Capitalism, ecology, and agrarian expansion in the Pampean Region, 1890-1950. **Environmental History**, Chicago, v. 6, n. 4, p. 561-583, out. 2001.

ZIMOVA, Marketa *et al.* Widespread shifts in bird migration phenology are decoupled from parallel shifts in morphology. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 90, n. 10, p. 2348-2361, out. 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às Profas. Dras. Luciana Barreto Nascimento e Meira Pena pelas importantes sugestões em versões anteriores do manuscrito. Tiago Casarim Pessali e Bruno Costa, respectivamente, forneceram importantes fotografias e informações a respeito das coleções ictiológica e entomológica.