

Coleções Biológicas: Tesouros do Antropoceno?

Biological Collections: Anthropocene treasures?

Mônica Marcia Martins de Oliveira^{1,4}, Cintia de Moraes Borba^{2,4}, Magali Romero Sá³

¹ Vice-Diretoria de Ensino, Informação e Comunicação, Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.

² Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos, Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.

³ Departamento de Pesquisa, Casa de Oswaldo Cruz-Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.

⁴ Autores para Correspondência (*Author for correspondence*): moliveira@ioc.fiocruz.br e cborba@ioc.fiocruz.br ou cintiaborba@terra.com.br

Resumo

Este artigo tem o objetivo de apresentar a relevância das coleções biológicas e seu papel na época atual, o Antropoceno. O colecionismo fincou profundas raízes culturais na trajetória humana e com as mais amplas consequências, sendo uma delas as coleções de alta relevância e complexidade, como as coleções científicas, que subsidiam a geração de conhecimento nas mais diversas áreas. O termo Antropoceno indica o ambiente global contemporâneo dominado pela atividade humana e seu impacto sobre o funcionamento do sistema terrestre. Ao longo da história, o papel das coleções biológicas foi se modificando e atualmente as coleções passaram a ser consideradas centros pró-ativos na pesquisa, educação e na conservação da biodiversidade. Assim sendo, as coleções biológicas são e serão extremamente úteis no estudo das mudanças que estão ocorrendo no Antropoceno, desempenhando um papel de relevância na conservação ambiental, como ferramenta para a recuperação de ambientes naturais degradados pela ação humana e para a preservação das espécies ameaçadas de extinção. Deste modo, os espécimes mantidos preservados em todas as coleções biológicas ao redor do mundo, são, indiscutivelmente, tesouros para a humanidade.

Palavras-chave: Coleções biológicas; Antropoceno; Colecionismo; Conservação ambiental

Abstract

This work aims to present the relevance of biological collections and their role in the new epoch, the Anthropocene. Collecting has deepened cultural roots in the human trajectory with far-reaching consequences, one of them being collections of high relevance and complexity, such as scientific collections, which subsidize the generation of knowledge in several areas. The term Anthropocene indicates the contemporary global environment dominated by human activity and its impact on the functioning of the terrestrial system. Throughout history, the role of biological collections has been changing and now the collections have come to be considered as proactive centers in research, education and in the conservation of biodiversity. Thus, biological collections are and will be extremely useful in the study of the changes that are occurring in the Anthropocene, playing a relevant role in environmental conservation, as a tool for the recovery of natural environments degraded by human action and for the preservation of threatened species. In this way, the specimens kept preserved in all biological collections around the world are undoubtedly treasures for humanity.

Key-words: Biological collection; Anthropocene; Collecting; Environmental conservation.

INTRODUÇÃO

Ao falarmos de Coleções biológicas é necessário voltar no tempo para que se entenda a importância do colecionismo, que com sua dimensão ordenadora, fincou profundas raízes culturais na trajetória humana e com as mais amplas consequências. A história da Humanidade demonstra que foram dois dons, coletar e falar, imprescindíveis para o estabelecimento da vida comunitária e que propiciaram a sustentabilidade e a comunicação humana (Marshall, 2005). Nossos ancestrais, coletando e guardando, aprenderam a selecionar recursos naturais que se tornaram vitais para sua sobrevivência (Lopes, 2010).

As práticas individuais de colecionar, que exercitam a discriminação e ordenação comum dos objetos dispostos no mundo para o desenvolvimento da inteligência, transferiram-se através da comunicação entre os indivíduos como práticas sociais civilizatórias (Lopes, 2010). Na pré-história, o colecionismo do caçador-coletor requeria um grande desenvolvimento sensorial e espacial para que o caçador não se tornasse caça. O homem colecionava para sobreviver e sobrevivia porque colecionava. A vida urbana é o segundo estágio civilizatório colecionista, precedido em milhares de anos pelas revoluções culturais provenientes da técnica da coleta e da comunicação (Marshall, 2005).

A primeira noção de uma coleção, no sentido como se conhece hoje, ocorreu quando os homens passaram a discriminar, ordenar e classificar os objetos, buscando um sentido de permanência, num movimento de exteriorizar a sua existência nesses objetos (Lopes, 2010). O objeto colecionado está impregnado de significados para o colecionador, mesmo se a coleção em si não apresente valor utilitário (Aranda, 2014). Rangel (2011) na introdução de seu trabalho “A coleção do Museu de Astronomia e Ciências Afins”, menciona: “*O ato de colecionar realça os modos como os diversos fatos e experiências são selecionados, reunidos, retirados de suas ocorrências temporais originais, e como eles recebem valor duradouro em um novo arranjo. Coletar,*

pelo menos no ocidente, onde geralmente se pensa no tempo como linear e irreversível, pressupõe resgatar fenômenos da decadência ou perda histórica inevitáveis. A coleção teoricamente contém o que merece ser guardado, lembrado e entesourado”. E no ato de colecionar, aliado ao desenvolvimento científico, surgiram as coleções de alta relevância e complexidade, como as coleções científicas, que subsidiam a geração de conhecimento nas mais diversas áreas. No entanto, desde as primeiras preservações até os dias atuais, seu papel foi ganhando significados diferentes ao longo do tempo; de coleções temporárias que careciam de organização a repositórios da biodiversidade (Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2016). Dentre as coleções científicas, destacamos as coleções biológicas, que são responsáveis pela guarda de espécimes e registram informações valiosas sobre a variação morfológica e genética passada e recente. Muitas vezes guardam o único registro de uma espécie extinta ou de espécies vistas na natureza uma única vez em sua forma selvagem (Marioni & Peixoto, 2010).

Diante do impacto das ações humanas no planeta, o banco de organismos, ou coleções biológicas, podem representar a garantia da biodiversidade de culturas na Terra. E neste contexto se insere o Antropoceno, a nova época geológica proposta por cientistas para descrever o período mais recente na história do Planeta Terra, a partir do qual a ação humana teria de fato alterado o caminho natural de alguns dos principais sistemas terrestres. Segundo os cientistas, dois sistemas essenciais estão sofrendo alterações tão grandes que ameaçam a própria futura sobrevivência da humanidade: a perda de integridade da biosfera (ritmo cada vez mais rápido de extinções) e o clima, afetado por crescentes emissões de gases causadores do efeito estufa, além de outras alterações que impactam o meio ambiente criando as chamadas *zonas mortas* (Steffen et al., 2015).

Sendo assim, o presente artigo apresenta e discute o papel e as possíveis contribuições das coleções biológicas no contexto do Antropoceno, exaltando os bancos biológicos

como uma ferramenta poderosa para o futuro do planeta e do homem.

Coleções Biológicas

Coleção biológica pode ser entendida como um conjunto de organismos, fósseis ou atuais, ou partes destes preservados fora do ambiente natural. Seus componentes são preparados e organizados de modo a informar a procedência e identificação taxonômica de cada um dos espécimes, o que lhe confere *status* científico (Aranda, 2014; SIBBR, 2012). Assim, as coleções biológicas são uma das mais importantes ferramentas para obtenção de informações sobre a composição, distribuição e conteúdo da biodiversidade em um determinado ambiente. Além da pesquisa científica, as coleções subsidiam a tomada de decisão do poder público em questões de conservação da biodiversidade, uso dos recursos naturais do país e ordenamento territorial (SiBBR, 2012). Segundo o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR) as coleções biológicas, geralmente, são divididas em três grandes categorias: a) Coleções Zoológicas, são formadas por exemplares que atestam a riqueza zoológica de uma região, cujos espécimes, tanto de vertebrados quanto de invertebrados são preservados em meio líquido ou seco por meio da técnica de taxidermia; b) Coleções Botânicas, cujo acervo é formado por espécies botânicas, como plantas dessecadas, frutos, sementes, amostras de madeira, entre outros; c) Coleções de Microrganismos, são formadas por recursos biológicos e material vivo, que abrigam a matéria-prima biológica.

A história das coleções se inicia com os primeiros gabinetes de curiosidades ou quartos das maravilhas, no séc. XVI, nas cortes de príncipes e nobres italianos, que colecionavam curiosidades médicas, artefatos e espécimes naturais originários da Europa e de regiões geográficas distantes numa demonstração de riqueza e erudição e como estímulo para o desenvolvimento intelectual (Absolon et al., 2018). Muitas coleções particulares deram origem a grandes museus da atualidade como é o caso do *Natural History Museum* (antigo *British Museum of Natural History*) de

Londres, tendo como núcleo o material conquiológico e entomológico, comprado pelo médico Hans Sloane (1660-1753) da coleção do boticário inglês James Petiver (1658-1718), cujos catálogos *Museum Petiverianum* (1695-1703) e *Gazophylacium Naturae et Artis* (1709) são de grande valia para a história da zoologia (Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2016; Absolon et al., 2018).

Nos Países Baixos, várias coleções se tornaram famosas por causa do interesse dos regentes no assunto, o que propiciou o intercâmbio de material zoológico das Índias Ocidentais e Orientais. Porém foram as coleções do farmacêutico Albertus Seba que ganharam maior fama em toda a Europa. Uma foi enviada ao Museu de São Petersburgo e outra a Amsterdã, quando foi distribuída por várias instituições europeias (Absolon et al., 2018).

Graças às novas técnicas de preservação em álcool e à taxidermia foi possível compor acervos com caráter científico e registro mais rigoroso dos itens, dando origem a museus em um formato parecido com o que conhecemos hoje (Ingenito, 2014). Segundo esse mesmo autor, no período Linneano (1750-1850 d.C.), a partir da publicação do "Systema Naturae" de Carl Von Linné em 1735, as coleções passaram a ser organizadas segundo uma classificação hierárquica e deixaram de ter um caráter particular para assumir um papel público. E ele complementa informando que a era moderna das coleções científicas (1850 D.C. à atualidade) é marcada por uma nova visão e ganha novo significado a partir da publicação da teoria da evolução por Charles Darwin e Alfred R. Wallace em 1858 e da obra de Darwin de 1859, "A origem das espécies por meio da seleção natural". A partir deste momento as coleções zoológicas e botânicas são vistas como fontes de evidências sobre a evolução, e passam a apresentar vasta documentação associada ao acervo, assumindo um papel importante na tomada de decisões político-públicas (Ingenito, 2014).

No Brasil, o estabelecimento da corte portuguesa no Rio de Janeiro e a abertura dos portos em 1808 iniciou uma fase de intensa

busca pelo conhecimento da diversidade faunística e florística nativa. Em 1808, D. João VI cria o Jardim Botânico do Rio de Janeiro inicialmente como jardim para aclimação de espécies vegetais originárias de outras partes do mundo e, em 1818, o Museu Real com o objetivo de reunir as coleções de história natural do país. Primeira instituição científica fundada pela corte portuguesa na capital do Reino Unido de Portugal e Algarves, o Museu Real teve o seu acervo inicial formado com os espécimes da antiga Casa dos Pássaros, criada em 1784 no Brasil Colônia e que abrigava produtos de mineralogia, artefatos indígenas e aves empalhadas, e com o acervo mineralógico da Academia Real Militar. Desde então, as coleções científicas não pararam de crescer, inclusive porque, já em 1820, a instituição passou a apoiar viagens de exploração científica por diversas partes do Reino (Sá et al., 2018). Em 1866 e 1886 foram criadas as coleções científicas do Museu Paraense Emílio Goeldi e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, respectivamente. A partir daí, começaram a surgir outras coleções biológicas em instituições, como universidades e institutos de pesquisa (COC, 2019).

Com relação às coleções microbiológicas, a primeira que se tem notícia é a Coleção Král, estabelecida em Praga em 1890, estruturada com a finalidade de fornecer culturas puras para estudos comparativos e identificação de bactérias patogênicas. Em 1900, Král publicou o primeiro catálogo de microrganismos de uma coleção de culturas. Após a morte dele, em 1911, esta coleção foi adquirida pelo Prof. Ernst Pribham, que a transferiu para a Universidade de Viena, que teve seu acervo largamente destruído durante a Segunda Guerra Mundial. Mas em 1930, o Prof. Pribham enviou parte desta coleção à *Loyola University* em Chicago e muitas das culturas desta coleção foram posteriormente transferidas para a *American Type Culture Collection* – ATCC (Çaktu & Türkoglu, 2011). Outras coleções foram criadas na Europa, nos Estados Unidos e no Japão, no início do século XX, com a finalidade básica de conservar e fornecer material de referência para estudos taxonômicos e monitoramento epidemiológico.

O processo evolutivo dessas coleções deveu-se às crescentes demandas especializadas decorrentes dos avanços da microbiologia industrial, na década de 1960 e da biotecnologia na década de 1980 e ainda da engenharia genética e genômica na década de 1990 (Uruburu, 2003).

Duas coleções microbiológicas devem ser destacadas: a *American Type Culture Collection* (ATCC), organização americana sem fins lucrativos, fundada em 1925, quando um comitê de cientistas reconheceu a necessidade de uma coleção central de microrganismos que serviria a cientistas em todo o mundo. A coleção da ATCC inclui mais de 18.000 cepas de bactérias, 3.000 tipos diferentes de vírus provenientes de animais e 1.000 vírus de plantas, mais de 7.500 espécies de fungos e leveduras e 1.000 cepas de protistas (ATCC, 2019). E uma das maiores coleções de fungos do mundo, a *Westerdijk Institute* ou *Westerdijk Fungal Biodiversity Institute*, mais conhecido por seu antigo nome *Centraalbureau voor Schimmelcultures* (CBS), que faz parte da Academia Real Holandesa de Artes e Ciências. Esta coleção foi fundada em 1904 como uma coleção de fungos vivos e algas e desde sua criação, se tornou uma das maiores coleções mundiais de fungos, leveduras e bactérias e serve como padrão internacional para microbiologistas, ecologistas e geneticistas (WFBI, 2018).

No que se refere às coleções científicas brasileiras, uma das primeiras instituições a criar coleções de microrganismos vivos foi o Instituto Oswaldo Cruz (IOC), criado no início do século XX. O IOC é uma unidade da Fundação Oswaldo Cruz, considerada uma das mais importantes instituições de pesquisa da América Latina (FIOCRUZ, 2014). As coleções do Instituto Oswaldo Cruz, em um total de 21, formam um conjunto de coleções divididas em microbiológica, zoológica e histopatológica. No grupo das coleções microbiológicas está a coleção micológica, uma das mais antigas, datada de 1922, seguida da coleção de enterobactérias que se iniciou em 1930. O Instituto alberga coleções que representam a biodiversidade genética de bactérias, protozoários e fungos que uma vez

preservados, identificados e organizados, fornecem um conjunto de valor estratégico para o estudo desenvolvido por instituições de pesquisa e universidades nacionais e internacionais (Oliveira, 2009). Ainda sobre as coleções, vale destacar a mais completa coleção entomológica da América Latina, criada em 1909, e a coleção helmintológica, datada de 1913. São coleções de exemplares não vivos, iniciadas a partir de expedições científicas realizadas por pesquisadores do Instituto que coletavam e analisavam os espécimes de diferentes regiões do Brasil e representam a grande diversidade biológica desse país (IOC, 2013).

O Antropoceno

Nosso planeta tem 4,54 bilhões de anos e esse intervalo de tempo, chamado de tempo geológico, foi dividido para se entender melhor a evolução da Terra, em intervalos menores, chamados de unidades cronoestratigráficas: éons, eras, períodos, épocas e idades. Cada éon é dividido em eras, que por sua vez se dividem em períodos e esses em épocas e assim por diante (Arai & Branco, 2018). A época atual, durante a qual toda a civilização se desenvolveu, é chamada de Holoceno e caracterizada por clima estável, desde a última idade do gelo há 12 mil anos. Porém, a interferência humana no planeta tem sido crescente, produzindo profunda influência no ambiente global, de magnitude, variedade e longevidade significativas, inclusive com transformação e mudança na composição da atmosfera (Lewis & Maslin, 2015). Autores propuseram que a época Holoceno fosse finalizada e iniciada a época Antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000; Crutzen, 2002; Steffen et al., 2008; Zalasiewicz et al., 2011).

O termo Antropoceno entrou na literatura geológica informalmente para indicar o ambiente global contemporâneo dominado pela atividade humana. A marca humana tornou-se tão grande e ativa que rivaliza com algumas das grandes forças da natureza em seu impacto sobre o funcionamento do sistema terrestre (Crutzen & Stoermer, 2000). Lewis & Maslin (2015) sustentam que as ações humanas podem constituir importante pressão evolucionária no planeta Terra, devido ao

desenvolvimento de diversos produtos, incluindo antibióticos, pesticidas, organismos geneticamente modificados, movimento de espécies para novos habitats, intensas colheitas e pressão seletiva de aumento de temperaturas do ar, dentre outras e afirmam: *“Recentes mudanças ambientais globais sugerem que a Terra pode ter entrado em uma nova época geológica dominada pelos humanos, chamada de Antropoceno. As evidências sugerem que, das várias datas propostas, duas parecem confirmar os critérios que marcam o início do Antropoceno: 1610 e 1964. O estabelecimento formal de uma nova época antropocênica seria um marco de uma mudança fundamental no relacionamento entre os humanos e o sistema Terra”*.

As ações humanas começaram a ter um impacto global significativo no clima da Terra e no funcionamento dos seus ecossistemas por volta do fim do século XVIII, coincidindo com o desenvolvimento do motor a vapor em 1784, porém alguns cientistas acreditam que os impactos se iniciaram no advento da agricultura (Steffen et al., 2011). E continuaram ao longo dos séculos deixando um rastro detectável e irreversível com sinais indiscutíveis de “tecnofósseis do futuro”, que são materiais que não existem na natureza, como por exemplo, os aparelhos feitos com plástico, vidro e vários metais, como os telefones celulares, que demonstram grande durabilidade geológica e constituem um registro físico de nossa crescente capacidade tecnológica (Zalasiewicz et al., 2016). E nesse contexto foi criado o termo tecnosfera, utilizado para englobar todos os objetos tecnológicos assim como os sistemas profissionais e sociais por meio dos quais os seres humanos interagem com a tecnologia. A tecnosfera inclui por exemplo as fábricas, universidades, bancos, internet, estradas, ferrovias, aeroportos, campos de petróleo, e no seu rastro tem deixado quantidades enormes de resíduos, que se estima estar na ordem de grandeza de cerca de 30 trilhões de toneladas de materiais (Zalasiewicz, 2018).

Rapley (2007) relata que a disponibilidade de energia e os avanços científicos e tecnológicos, principalmente na área da

medicina, resultaram em um aumento explosivo da população humana, e isso aliado ao rápido crescimento da atividade econômica fez do homem a grande força, em escala global, de mudança, na biodiversidade (Luck, 2007), no clima do planeta e também na depleção da camada de ozônio. Rapley, cientista climático da University College London e ex-diretor do Science Museum de Londres, declarou a *The Guardian*: “*O Antropoceno marca um novo período no qual as atividades coletivas humanas dominam a maquinaria planetária. Como o planeta é nosso sistema de suporte à vida - somos essencialmente a tripulação de uma espaçonave de tamanho maior e a interferência em seu funcionamento nesse nível e nessa escala é altamente significativa. Se você ou eu fôssemos tripulantes em uma espaçonave menor, seria impensável interferir nos sistemas que nos fornecem ar, água, forragem e controle climático. Mas a mudança para o Antropoceno nos diz que estamos brincando com fogo, um modo potencialmente imprudente de comportamento do qual estamos propensos a nos arrepender, a menos que a situação seja controlada*” (Carrington, 2016).

Alguns pesquisadores discordam de que o Holoceno tenha chegado ao fim e afirmam que a inclusão do Antropoceno na tabela cronoestratigráfica teria uma razão mais política para denunciar o impacto ambiental da humanidade do que científica e essa discussão ainda deve durar alguns anos (Finney & Edwards, 2016). Segundo Barbosa (2017), a inclusão do Antropoceno como nova época não se justifica, pois, apesar do homem ter danificado inúmeros ambientes e alguns ecossistemas da Terra, de maneira irreversível, os parâmetros utilizados para a determinação de uma nova época é completamente diferente das avaliações baseadas na escala temporal da vida humana. O debate sobre se o Antropoceno deveria ser considerado como uma unidade geológica formal de tempo continua, pois para se definir uma unidade geológica há que se demonstrar marcadores globais de localização de um evento em material estratigráfico, como rocha, sedimentos ou geleiras, conhecidos como

Estratotipo Global de Limite (*Global Stratotype Section and Point – GSSP*) (Steffen et al., 2015). No entanto, no último Congresso Internacional de Geologia (2017), realizado na África do Sul, especialistas do mundo inteiro determinaram que o planeta Terra vive, desde 1950, uma nova época geológica: o Antropoceno (Starostin et al., 2017).

Visões pessimista e otimista da nova época permeiam o pensamento científico. Por um lado, ela é referida como o período de crise planetária, com acontecimentos inimagináveis que estão por vir (Costa, 2014) e por outro, que o Antropoceno pode ser bom e grandioso, uma vez que os seres humanos podem proteger a natureza usando a tecnologia para diminuir os impactos antropogênicos do mundo natural, visto que a prosperidade humana e um planeta ecologicamente vibrante não são apenas possíveis, mas também inseparáveis (Asafu-Adjaye et al., 2015). Segundo Chateauraynaud (2018), há indivíduos, grupos, cidades ou regiões trabalhando para solucionar os efeitos maléficos da “arrogância tecnoindustrial” buscando e inventando alternativas e novas possibilidades e, dessa forma, provar que os profetas do catastrofismo estão errados. Em sua visão “o futuro permanece aberto”.

O papel das coleções biológicas atualmente
Ao longo da história, o papel das coleções biológicas foi se modificando na medida em que o homem aprimorava o processo de catalogação e ordenação de novas espécies estudadas. No entanto, segundo Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro (2016), esse era um processo estático e hierárquico, pois não havia a preocupação de perpetuação das mesmas em coleções. Esses mesmos autores relatam que com a descrição da conservação alcoólica, e a possibilidade de manter os espécimes em vidros transparentes teve início as coleções zoológicas que começaram a fazer parte de grandes museus.

No fim do século XIX e início do século XX, as coleções deixaram de ser vistas como um arquivo do passado e passaram a ser consideradas como informações biológicas armazenadas para estudos sobre a evolução das espécies (Cure & Dutra, 1991). A partir do

final do século XX e início do século XXI, houve uma mudança de paradigma com relação ao papel das coleções biológicas, impulsionada pela Convenção da Diversidade Biológica e a Systematics Agenda 2000, que as colocou em posição central e ativa no que diz respeito a quantificação, qualificação, mapeamento e estudo do potencial de uso da biodiversidade (Buckup, 2014; Forzza et al., 2017).

No século XXI, a compreensão e dimensão das coleções biológicas alcançaram patamares nunca antes vistos. Elas adquiriram um papel de documentar a diversidade do mundo natural, servir de espaços para a formação e educação científica de crianças e jovens, permitir a reconstrução de padrões e processos naturais, e fornecer informações para a solução dos efeitos das alterações climáticas. Ou melhor, as coleções passaram a ser consideradas centros pró-ativos na pesquisa, educação e na conservação da biodiversidade (Canhos et al., 2006a; Canhos et al., 2006b; Veiga et al., 2008; Pyke & Erlich, 2010; Alexandra et al., 2014; Marioni & Peixoto, 2016; Schindel & Cook, 2018). Ademais, elas possuem potencial para estudos de processos evolutivos, pois segundo Holmes et al. (2016): *“A maioria dos estudos de biologia evolucionária é retrospectiva: nós olhamos o presente e tentamos fazer inferências sobre o passado. Por exemplo, a distribuição de uma característica entre espécies pode ser usada para inferir a origem e a evolução dessa característica no passado”*.

Assim sendo, as coleções biológicas são e serão extremamente úteis no estudo das mudanças que estão ocorrendo no Antropoceno, fornecendo indicadores sensíveis para o entendimento de doenças emergentes, contaminações, clima, dentre outros (Hens et al., 2009; Johnson et al., 2011; Lang et al., 2018; Meineke et al., 2018). Ou seja, as coleções podem fornecer pistas para cientistas determinarem quando e de onde uma peste, patógeno ou vetor foi introduzido em um determinado ambiente (Suarez & Tsutsui, 2004). Para Schmitt et al. (2018), uma característica do Antropoceno é o avanço na emergência de doenças infecciosas, o que se

configura como uma ameaça às populações. Para os autores, tecidos congelados de vertebrados preservados em coleções biológicas podem ter papel central na descoberta de patógenos desconhecidos no passado. Eles concluem que um espécime preservado em uma coleção representa um *snapshot* multidimensional do ambiente em um tempo e lugar específico no passado precioso para o futuro.

Adicionalmente, plantas preservadas em herbários, e/ou qualquer material biológico com dados eficientemente digitalizados, e com a possibilidade de ter seu DNA sequenciado, faz das coleções biológicas uma fonte inestimável de recursos para o entendimento de informações ecológicas e evolutivas de diferentes espécies para a obtenção de respostas às mudanças ambientais globais (Bridge et al., 2001; Lavoie, 2013; Lang et al., 2018).

Outro papel fundamental das coleções biológicas nessa nova época, Antropoceno, é o seu uso em programas de recuperação e reintrodução de espécies ameaçadas (Kamenski et al., 2016). Um exemplo a ser citado é o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) que possui um conjunto de coleções biológicas (herbário, plantas vivas do arboreto, coleções em estufa, xiloteca, carpoteca, bancos de sementes e de DNA, cultura de fungos, coleção etnobotânica) que contabiliza cerca de 665 mil espécimes. Dentre eles, o banco de sementes que foi criado para a conservação *ex situ* de sementes de espécies nativas, mas também como recurso natural para uso em caso de reposição de espécies ameaçadas ou extintas. Ainda na coleção do JBRJ, foi criado o banco de DNA com amostras de espécies da flora brasileira utilizadas em pesquisas taxonômicas, de estrutura genética de populações, filogenia e filogeografia, gerando dados úteis na proposição de medidas conservacionistas de espécies e ecossistemas ameaçados (Forzza et al., 2017).

No contexto mundial, uma das maiores coleções biológicas é a *Svalbard Global Seed Vault*, banco de sementes situado na ilha de Svalbard, na Noruega, a cerca de mil

quilômetros do Polo Norte. Em meio ao gelo, estão armazenadas espécies de sementes das principais variedades de alimentos do planeta, totalizando mais de 1 milhão de grãos preservados. Essa coleção foi inaugurada em 2008 com o objetivo de salvaguardar a biodiversidade das espécies de cultivos que servem como alimento para as populações da Terra e assim, evitar a sua extinção em caso de catástrofes, como guerras nucleares, queda de asteroides e mudanças climáticas (Fowler, 2008). Segundo Westengen et al. (2013), a *Seed Vault* não é uma panaceia para a segurança do suprimento de alimento no futuro, mas é uma segurança na conservação de recursos genéticos necessários para o desenvolvimento da agricultura. Em adição ao papel mencionado acima, as coleções, e dentre elas as coleções de história natural, guardam registros de observações, documentos de georreferenciamento, áudios, vídeos e fotografias que permitem estudos de populações, fornecem *insights* sobre as mudanças ocorridas na estrutura de uma determinada comunidade ao longo do tempo, ou seja, servem como repositórios de mudanças evolucionárias (Holmes et al., 2016).

Não podemos deixar de citar os zoológicos, mesmo que não sejam considerados, formalmente, pelo SiBBR como uma coleção biológica. Segundo Wemmer et al. (2001), um zoológico é toda ou qualquer coleção de animais silvestres em cativeiro ou em extinção, que possui animais exóticos ou nativos. Os zoológicos, dentro do Antropoceno, estão desempenhando diversas funções diferentes das de sua origem, o entretenimento. Eles apoiam ativamente a conservação das populações ameaçadas de extinção, desenvolvem pesquisa de caráter científico voltados para a conservação, além de promover a conscientização do público relativo às políticas públicas de conservação visando propiciar um equilíbrio nas relações do homem com a natureza (Brito, 2012). Além disso, conduzem programas de criação e reintrodução na natureza de espécies ameaçadas de extinção (Houston, 2005). Exemplo disso é o bem-sucedido programa de criação do Condor-da-califórnia pelo *San*

Diego Zoo Safari Park e seus colaboradores que diante do declínio para abaixo de 22 indivíduos em 1980, devido em grande parte a ações antropogênicas (caça ilegal, envenenamento por chumbo, perda de habitat), conseguiram desenvolver programas de reprodução e liberação de filhotes no ambiente selvagem, chegando a números estimativos de mais de 400 espécimes vivos na Califórnia (Walters et al., 2010).

Em relação às coleções microbiológicas, que abrigam uma heterogeneidade microbiana viva, sabe-se que a sua função atual é a de aquisição, preservação, identificação, catalogação e distribuição de microrganismos autenticados para dar suporte à pesquisa científica, estudos epidemiológicos, bem como o desenvolvimento de bioprodutos para diagnóstico, vacina e medicamentos, atuando também como provedores de serviços especializados (Da Silva & Sá, 2016). E nesse contexto, ressalta-se que essa diversidade microbiana tem enorme valor para o homem, principalmente, numa época onde as atividades humanas têm um impacto global significativo no clima da Terra e no funcionamento dos seus ecossistemas. Segundo Smith (2003), os microrganismos podem ser úteis na solução de problemas de saúde pública, ambientais, da fome e da pobreza mundial. Os microrganismos são importantes na reciclagem de matéria, melhorando as condições do solo e contribuindo para o crescimento das plantas; estabelecem associações benéficas com várias plantas, colaborando para o crescimento das mesmas; produzem metabólitos que podem ser utilizados como agentes de biocontrole para pragas e patógenos, como também na descontaminação de solo (Çaktu & Türkoglu, 2011). Vale ressaltar aqui o papel dos fungos, na natureza ou mesmo preservado em coleções, como fonte imensurável para a humanidade, por representar uma das melhores ferramentas de biorremediação ambiental, por terem importante papel nos ciclos biogeoquímicos e também por serem amplamente utilizados na alimentação e participarem da maioria dos processos biotecnológicos envolvidos na produção de compostos comerciais (Forzza et al., 2017). Segundo a *American Society for Microbiology*

(ASM, 2008): “Aproximadamente 50% das matérias vegetal e animal (por peso) é degradada pelos fungos e sem eles, plantas mortas não seriam decompostas prontamente e o material morto se acumularia, gradualmente, na natureza, ocasionando uma paralisação no metabolismo das plantas vivas”.

Por outro lado, a complexa estrutura de organização de uma coleção biológica é por si só uma atividade humana que pode impactar o ambiente, desde que não sejam respeitadas regras de segurança e qualidade. Para a manutenção de uma coleção biológica diversas substâncias são utilizadas, como pesticidas, mercúrio, arsênico (Purewal, 2001; Sirois & Sansoucy, 2001), hipoclorito de sódio, querosene, formalina, fenol, creosoto de faia, naftalina, ácido acético, entre outros (Arêa Leão et al., 1945; Pimenta et al., 2017), que não podem ser manipulados e descartados indevidamente sob risco de contaminar o trabalhador e o meio ambiente. No entanto, cada vez mais estão sendo instituídos boas práticas de laboratório (BPL), programas de gerenciamento de resíduos, normas de qualidade (ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017; ABNT NBR ISO 17034:2017; ABNT NBR 9001:2015; NIT-Dicla-061), e conscientização dos profissionais, como passo importante para a melhoria contínua de quesitos envolvendo qualidade, biossegurança e ambiente (QBA) (Aranda, 2014) e, conseqüentemente, reduzindo ao máximo possível os impactos ambientais causados por essa prática.

CONCLUSÃO

Coleções biológicas devem ser consideradas fundamentais para o avanço da ciência por guardar informações valiosas. Estudos sobre evolução, sistemática, taxonomia foram os alicerces para a sua criação e manutenção e, por conseguinte, as áreas da ecologia, biodiversidade, biologia da conservação estão se beneficiando à medida que acessam cada vez mais os seus dados.

Além disso, as coleções são fonte importante de informações de longa data, capazes de proporcionar o rastreamento de mudanças ecológicas e evolucionárias como resposta às ações antropogênicas (Johnson et al., 2011; Andrew et al., 2018; Lang et al., 2018), assim como fonte de reposição e recuperação de novos habitats.

O interesse público por projetos envolvendo banco de recursos biológicos só tem aumentado, corroborando a conscientização do novo papel e relevância das coleções. Essa mudança na maneira de pensar do homem sobre a importância da conservação ambiental deve-se à percepção de que os ambientes naturais degradados pela ação humana e as espécies ameaçadas de extinção poderão ser salvos e que isso é extremamente relevante para a conservação da biodiversidade no planeta que iremos deixar para as futuras gerações (Wemmer et al., 2001).

Deste modo, os milhares de espécimes que hoje são mantidos preservados, vivos ou mortos, que compõem as coleções biológicas ao redor do mundo, são verdadeiros tesouros para o futuro da humanidade.

REFERÊNCIAS

- ABSOLON, B. A.; FIGUEIREDO, F. J.; GALLO, V. O primeiro Gabinete de História Natural do Brasil (“Casa dos Pássaros”) e a contribuição de Francisco Xavier Cardoso Caldeira. **Filosofia e História da Biologia**, v. 13, p. 1-22, 2018.
- ALEXANDRA, C.; MARÇAL, A.; CARVALHO, D.; LOPES, L. F. O papel das coleções de história natural no estudo e conservação de invertebrados. **Ecology**, v.7, p. 15-21, 2014.
- ANDREW, C.; DIEZ, J.; JAMES, T. Y.; KAUSERUD, H. Fungarium specimens: a largely untapped source in global change biology and beyond. **Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences**, v. 374, p. 1-11, 2018.
- ARAI, M. & BRANCO, P. M. Sobre o uso dos termos geocronológicos e cronoestratigráficos. **Terrae Didactica**, v. 14, n. 3, p. 217-224, 2018.
- ARANDA, A. T. Coleções Biológicas: Conceitos básicos, curadoria e gestão, interface com a biodiversidade e saúde pública. In: **Anais do III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica**, Espírito Santo. SIMBIOMA, p. 45-56, 2014. Disponível em: <http://www.sambio.org.br/simbioma/simbioma%20iii/03.pdf>. Acesso em: 9 de abr. 2019.
- ARÊA LEÃO, A. E.; MELLO, T.; MAYOR, V. Acarianos infestadores de culturas de cogumelos: Biologia - Classificação - Métodos de combate. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz (Online)**, v. 42, n. 3, p. 559-608, 1945.
- ASAFU-ADJAYE, J.; BLOMQUIST, L.; BRAND, S.; BROOK, B.; DE FRIES, R.; ELLIS, E.; FOREMAN, C.; KEITH, D.; LEWIS, M.; LYNAS, M.; NORDHAUS, T.; PIELKE JR, R.; PRITZKER, R.; ROY, J.; SAGOFF, M.; SHELLENBERGER, M.; STONE, R.; TEAGUE, P. **An Ecomodernist Manifesto**. 2015. Disponível em: <http://www.ecomodernism.org>. Acesso em: 28 de dez. 2018.
- ASM - American Society for Microbiology. **The Fungal Kingdom: diverse and essential roles in earth's ecosystem**. Washington: ASM Press, 2008.
- ATCC - American Type Culture Collection. 2019. (Online). Disponível em: <https://www.atcc.org/>. Acesso em: 10 de jan. 2019.
- BARBOSA, A. S. Antropoceno: Uma era que não se justifica. **Xapuri Socioambiental 2017**. Disponível em: <https://www.xapuri.info/arqueologia/antropoceno-uma-era-que-nao-se-justifica/>. Acesso em: 22 de dez. 2018.
- BRIDGE, B.; DENNIS, F.; LEADLAY, E.; HOBSON, C.; HOLLAND, F.; PENDRY, T.; SKILTON, J.; SUTHERLAND, L.; WILLISON, J.; JACKSON, D. W. An international review of the ex situ plant collections of the botanic gardens of the world -: reviewing the plant genetic resource collections of botanic gardens worldwide, as a contribution to decision V/26 on Access to Genetic Resources of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity - Part 1: overview and analysis. **Botanic Gardens Conservation News**, v. 3, n. 6, p. 22-33, 2001.
- BRITO, A. G. **O Jardim Zoológico enquanto espaço não formal para promoção do desenvolvimento de etapas do raciocínio científico**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília. 2012.
- BUCKUP, P. A. Coleções biológicas e coleções de DNA e sua aplicação ao estudo da biodiversidade. In: **Anais do III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica**, Espírito Santo. SIMBIOMA, p. 33-44, 2014.
- ÇAKTU, K. & TÜRKOĞLU, A. Microbial Culture Collections: The Essential Resources for Life. **Gazi University Journal of Science**, v. 24, n. 2, p. 175-180, 2011.
- CANHOS, V. P.; VAZOLLER, R. F.; SOUZA, R. D. F. Diretrizes e estratégias para a melhoria das coleções microbiológicas brasileiras, tendo como meta a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos no horizonte de 10 anos. In: PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. V.; MENEZES, M.; MAIA, L. C. **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, p. 215-240, 2006a.
- CANHOS, D. A. L.; SOUZA, S.; CANHOS, V. P. **Coleções biológicas e sistemas de informação**. 2006b. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/referata/arq/12_candinha/Canhos_et_al_Fev_2006_informacao.pdf. Acesso em 11 de set. 2019.
- CARRINGTON, D. The Anthropocene epoch: scientists declare dawn of human-influenced age. **The Guardian** 2016.
- CHATEAURAYNAUD, F. Parem com o discurso catastrofista! **O Correio da UNESCO**, v. 2, p. 26-27, 2018.
- COC - Casa de Oswaldo Cruz. **Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930) (Online)**. Disponível em: <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>. Acesso em: 13 jan. 2019.
- COSTA, A. C. **Guerra e paz no Antropoceno: Uma análise da crise ecológica segundo a obra de Bruno Latour**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) -

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene, Global Change. **Newsletter**, v. 41, p. 17-18, 2000.

CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. **Nature**, v. 23, p. 415, 2002.

CURE, J. R. & DUTRA, R. R. C. 1991. Organização de banco de dados zoológicos. **Revista Brasileira de Zoologia (Online)**, v. 7, n. 4, p. 445-457, 1991.

DA SILVA, M.; SÁ, M. R. Coleções Vivas: as Coleções Microbiológicas da Fundação Oswaldo Cruz. **Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 5, n. 9, p. 157-169, 2016.

FINNEY, S. C. & EDWARDS, L. E. The “Anthropocene” epoch: Scientific decision or political statement? **GSA Today**, v. 26, n. 3, p. 4-10, 2016.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. **Fiocruz é a melhor instituição de pesquisa do Brasil em ranking da Universidade de Leiden, 2014. (Online)**. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/ranking-da-universidade-de-leiden-poe-fiocruz-como-melhor-instituicao-de-pesquisa-do-brasil>. Acesso em: dez. 2018.

FORZZA, R.; CARVALHO JR., A.; ANDRADE, A. C.; FRANCO, L.; ESTEVÃO, L. A.; FONSECA- KRUEL, V.; COELHO, M.; TAMAIO, N.; ZAPPI, D. Coleções biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro à luz das metas da GSPC/CDB: onde estamos em 2020?. **Museologia & Disciplinaridade**, v. 5, n. 9, p. 135-159, 2017.

FOWLER, C. The Svalbard Seed Vault and Crop Security. **BioScience**, v. 58, n. 3, p. 190-191, 2008.

HENS, K.; NYS, H.; CASSIMAN, J.; DIERICKX, K. Biological sample collections from minors for genetic research: a systematic review of guidelines and position papers. **European Journal of Human Genetics**, v. 17, p. 979-992, 2009.

HOLMES, M. W.; HAMMOND, T. T.; WOGAN, G. O. U.; WALSH, R. E.; LABARBERA, K.; WOMMACK, E. A.; MARTINS, F. M.; CRAWFORD, J. C.; MACK, K. L.; BLOCH, L. M.; NACHMAN, M. W. Natural history collections as windows on evolutionary processes. **Molecular Ecology**, v. 25, n. 4, p. 864-881, 2016.

HOUSTON, D. C. Reintroduction programmes for vulture species. In: HOUSTON, D. C.; PIPER, S. E. (eds). **Proceedings of the International Conference on Conservation and Management of Vulture Populations**, Natural History Museum of Crete & WWF Greece, Thessaloniki, Greece, p. 87-97, 2005:

INGENITO, L. F. S. Minicurso: Curadoria de Coleções

Zoológicas. In: **Anais do III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica**, Espírito Santo. SIMBIOMA, p. 57-68, 2014.

IOC - INSTITUTO OSWALDO CRUZ. **Coleções Biológicas (Online)**. 2013. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=198>. Acesso em: jan. 2019.

JOHNSON, K. G.; BROOKS, S. J.; FENBERG, P. B.; GLOVER, A. G.; JAMES, K. E.; LISTER, A. M.; MICHEL, E.; SPENCER, M.; TODD, J. A.; VALSAMI-JONES, E.; YOUNG, J. R.; STEWART, J. R. Climate change and biosphere response: Unlocking the Collections Vault. **BioScience**, v. 61, n. 2, p. 147-153, 2011.

KAMENSKI, P. A.; SAZONOV, A. E.; FEDYANIN, A. A.; SADOVNICHY, V. A. Biological Collections: Chasing the Ideal. **Acta Naturae**, v. 8, n. 2, p. 6-9, 2016.

LANG, P. L. M.; WILLEMS, F. M.; SCHEEPENS, J. F.; BURBANO, H. A.; BOSSDORF, O. Using herbaria to study global environmental change. **New Phytologist**, v. 221, n. 1, p. 110-122, 2018.

LAVOIE, C. Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. **PPEES**, v. 15, n. 1, p. 68-76, 2013.

LEWIS, S. L. & MASLIN, M. A. Defining the Anthropocene. **Nature**, v. 519, p. 171-180, 2015.

LOPES, J. R. Colecionismo e ciclos de vida: uma análise sobre percepção, duração e transitoriedade dos ciclos vitais. **Horizontes Antropológicos**, v. 16, n. 34, p. 377-404, 2010.

LUCK, G. W. A review of the relationships between human population density and biodiversity. **Biological Reviews**, v. 82, n. 4, p. 607-645, 2007.

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

MARSHALL, F. Epistemologias históricas do colecionismo. **Episteme**, v. 20, p. 13-23, 2005.

MEINEKE, E. K.; DAVIES, T. J.; DARU, B. H.; DAVIS, C. C. Biological collections for understanding biodiversity in the Anthropocene. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 374, p. 20170386, 2018.

OLIVEIRA, M. M. M. **A prospecção tecnológica como ferramenta de planejamento estratégico para a construção do futuro do Instituto Oswaldo Cruz**. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Política em C, T & I em Saúde) – Escola Nacional de

Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro. 2009.

PIMENTA, A. L.; VASCONCELOS, T. P. C.; RODRIGUES, M. M.; STEFANO, R. G.; BINOTO, T. G. S.; RODRIGUES, D. L.; SANTOS, J. B. O. A importância da curadoria de coleções zoológicas do subfilo vertebrata para a comunidade científica. **Presença**, v. 2, p. 17-34, 2017.

PUREWAL, V. The identification of four persistent and hazardous residues present on historic plant collections housed within the National Museum and Galleries of Wales. Society for the Preservation of Natural History Collections. **Collect Forum**, v. 16, n. 1-2, p. 77-86.

PYKE, G. H.; EHRLICH, P. R. Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. **Biological Reviews**, v.85, n. 2, p. 247-266, 2010.

RANGEL, M. F. A coleção do Museu de Astronomia e Ciências Afins. In: LOPES, M. M.; HEIZER, A. (org): **Colecionismos, práticas de campo e representações**, Paraíba: Col. Ciênc. & Soc. Campina Grande: EDUEPB, p. 149-156, 2011.

RAPLEY, C. Climate change and the Antarctic: What next? **SCAR Lecture**, v. 11, p. 1-7, 2007.

SÁ, D. M.; SÁ, M. R.; LIMA, N. T. O Museu Nacional e seu papel na história das ciências e da saúde no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 12, p. e00192818, 2018.

SARMENTO-SOARES, L. M. & MARTINS-PINHEIRO, R. F. Coleções zoológicas, biodiversidade e o novo instituto nacional da Mata Atlântica. In: **Anais do V Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica**, Espírito Santo. SIMBIOMA, 2016, p. 49-61.

SCHINDEL, D. E.; COOK, J. A. The next generation of natural history collections. **PLoS Biology**, v. 16, n. 7, p. e2006125, 2018.

SCHMITT, C. J.; COOK, J. A.; ZAMUDIO, K. R.; EDWARDS, S. V. Museum specimens of terrestrial vertebrates are sensitive indicators of environmental change in the Anthropocene. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 374, p. 20170387, 2018.

SIBBR. SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. 2012. Disponível em: <http://www.sibbr.gov.br/areas/?area=colecões>. Acesso em: 12 de nov. 2018.

SIROIS, P. J.; SANSOUCY, G. Analysis of museum objects for hazardous pesticide residues: a guide to techniques. **Society for the Preservation of Natural History Collections**. *Collect. Forum*. v. 17, n. 1-2, p. 49-66, 2001.

SMITH D. Culture collections over the world. **International Microbiology**, v. 6, p. 95-100, 2003.

STAROSTIN, V. I.; PERCHUK, A. L.; BOBROV, A. V. The 35th session of the international geological congress, Cape Town, 2016. **Moscow University Geology Bulletin**, v. 72, n. 4, p. 231-234, 2017.

STEFFEN, W.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. R. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. **Ambio**, v. 36, n. 8, p. 614-621, 2008.

STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 369, n. 1938, p. 2010.0327, 2011.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S.; FETZER, I.; BENNETT, E.; BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; VRIES, W.; WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYERS, B.; SORLIN, S. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, 2015.

SUAREZ, A. V. & TSUTSUI, N. D. The value of museum collections for research and society. **BioScience**, v. 54, n. 1, p. 66-74, 2004.

URUBURU, F. History and services of culture collections. **International Microbiology**, v. 6, p. 101-103, 2003.

VEIGA, R. F. A; BARBOSA, W.; ABRAMIDES, P. L. G. **Diretório das Coleções Biológicas: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**, p. 1-125, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Renato_Veiga/publication/249643828_Diretorio_das_Colecoes_Biologicas_Agencia_Paulista_de_Tecnologia_dos_Agronegocios/inks/00b7d51e585d02c491000000.pdf. Acesso em: 11 de set. 2019.

WALTERS, J. R.; DERRICKSON, S. R.; MICHAEL FRY, D.; HAIG, S. M.; MARZLUFF, J. M.; WUNDERLE, J. M. Status of the California condor (*Gymnogyps californianus*) and efforts to achieve its recovery. **The Auk: Ornithological Advances**, v. 127, n. 4, p. 969-1001, 2010.

WFBI. **Westerdijk Fungal Biodiversity Institute**. 2018. (Online). Disponível em: <http://www.westerdijkinstitute.nl/>. Acesso em: 3 de fev. 2019.

WEMMER, C.; TEARE, J. A.; PIOKETT, C. **Manual do Biólogo de Zoológico para Países em Desenvolvimento**. São Carlos: Sociedade de Zoológicos do Brasil – SZB, 2001.

WESTENGEN, O. T.; JEPSON, S.; GUARINO, L.

Global ex-Situ crop diversity conservation and the Svalbard Global Seed Vault: Assessing the Current Status. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, p. e64146, 2013.

ZALASIEWICZ, J. O fardo insuportável da tecnosfera. **O Correio da UNESCO**, v. 2, p. 15-17, 2018.

ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C. N.; SUL, J. A. I.; CORCORAN, P. L.; BARNOSKY, A. D.; CEARRETA, A.; EDGEWORTH, M.; GALUSZKA, A.; JEANDEL, C.; LEINFELDER, R.; McNEILL, J. R.; STEFFEN, W.; SUMMERHAYES, C.; WAGREICH, M.; WILLIAMS, M.; WOLFE, A. P.; YONAN, Y. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. **Anthropocene**, v. 13, p. 4-17, 2016.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; HAYWOOD, A.; ELLIS, M. The Anthropocene: a new epoch of geological time? **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 369, p. 2010.0339, 2011.