

CAPÍTULO DEZ

RECOMENDAÇÕES

Luciane Marinoni, Alexandre Dias Pimenta, Anamaria Dal Molin, Aline da Silva Soares Souto, Carlos José Einicker Lamas, Chirlei Glienke, Clara Baringo Fonseca, Cleverson Rannieri Meira dos Santos, Cristiana Silveira Serejo, Cristina Maria de Souza-Motta, Daniel Silva Basílio, Diego Knop Henriques, Desirrê Petters-Vandresen, Derlene Attili-Angelis, Elisandra de Almeida Chiquito, Fabrício Campos, Fernanda P. Werneck, Fernando Rogério Carvalho, Gisele dos Santos Moraes, Guilherme Siniciato Terra Garbino, Isaac Reis Jorge, João Renato Stehmann, Keila Elizabeth Macfadem Juarez, Leandro Lacerda Giacomini, Maria Aparecida de Jesus, Manuela da Silva, Marcelo Veronesi Fukuda, Ricardo de Souza Rosa, Rodrigo Costa-Araújo, Márcia Motta Maués, Silvana Carvalho Thiengo, Tania Regina dos Santos Silva, Tânia Sueli de Andrade, Taciana Barbosa Cavalcanti, Valquiria Ferreira Dutra, Vania Aparecida Vicente & André Luís de Gasper

INTRODUÇÃO

As coleções biológicas científicas brasileiras têm uma longa e rica história que remonta ao período colonial, com as primeiras coleções criadas no Brasil Império. Desde então, essas coleções vêm sendo expandidas e aprimoradas por cientistas, tornando-se recursos essenciais para a pesquisa científica. Elas desempenham um papel essencial no conhecimento da biodiversidade e na provisão de subsídios para diversas atividades relacionadas às bases fundamentais das ciências biológicas e sua aplicação. São repositórios *ex situ* do patrimônio genético dos biomas brasileiros, que enfrentam ameaças significativas e são vitais para nossa sobrevivência. Essas coleções registram a biodiversidade, do genótipo ao fenótipo, ao longo do tempo e do espaço, e devem ser preservadas perenemente, seguras e gerenciadas de forma profissional e por pessoal capacitado.

Existem pessoas conscientes, tanto na academia como na sociedade civil, que colaboram para a manutenção e a preservação dos biomas brasileiros, tal como prevê a Constituição da República Federativa do Brasil (Art. 225). Contudo, há também os imprudentes e oportunistas que desrespeitam a constituição e o apelo ambiental, aumentando significativamente o risco que já existe de perdermos os benefícios gratuitos oferecidos pelos serviços ecossistêmicos. Infelizmente, a possibili-

dade de termos um planeta inóspito torna-se cada dia mais real. As coleções biológicas, como centros de conhecimento e da conservação de recursos genéticos importantes para a manutenção da vida, podem contribuir decisivamente para mitigar esse futuro sombrio.

As coleções biológicas científicas brasileiras têm sido utilizadas para diversos fins, tais como: reconhecer o potencial de espécies como produtoras de substâncias para o desenvolvimento de fármacos inovadores, cosméticos, alimentos ou produtos agrícolas; monitorar a saúde do ambiente, de populações de espécies ameaçadas, e abrigar exemplares testemunho de espécies extintas na natureza; monitorar a expansão de espécies exóticas invasoras; para avaliar o impacto das mudanças climáticas, entre inúmeros outros. Assim, as coleções biológicas nacionais são importantes não apenas para a geração de conhecimento científico, mas para o bem estar de toda a sociedade brasileira. Elas contribuem, ainda, para a geração de empregos e formação de estudantes em diferentes níveis.

Assim, fica claro que os dados contidos nas coleções biológicas são insubstituíveis e incomensuráveis e que a preservação deste patrimônio inestimável deve ser incentivada e fomentada, principalmente pelo governo brasileiro, em todos os níveis de administração, seja municipal, estadual ou federal. Especialmente no que tange às coleções biológicas científicas, a responsabilidade dos nossos governos ficou evidente após a constatação do presente diagnóstico de que a grande maioria delas está nas instituições públicas do país, principalmente nas universidades.

Ainda, apesar da crescente demanda e utilização dos dados das coleções biológicas científicas em diversos campos, como no combate à COVID-19, e dos trágicos acidentes no Instituto Butantan (2010), Museu Nacional (2018) e Museu de História Natural da UFMG (2020), ainda são poucas as iniciativas no Brasil que as discutem de forma abrangente, abordando suas nuances, características e peculiaridades nas áreas da botânica, microbiologia e zoologia.

A única iniciativa semelhante, coordenada pelo governo federal, aconteceu em 2006 quando houve a construção do documento “Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade” (Peixoto *et al.* 2006). O projeto, encomendado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (na época), como um planejamento para o alcance das metas da Convenção em Diversidade Biológica, foi coordenado pelo Centro de Referências em Informação Ambiental (CRIA), juntamente com a Sociedade Botânica do Brasil, Sociedade Brasileira de Microbiologia e a Sociedade Brasileira de Zoologia. Neste documento há recomendações de ações e atividades para curto (cinco anos), médio (10 anos) e longo (15 anos) prazos.

Embora não seja o objetivo aqui avaliar a eficiência de tal projeto, é possível citar alguns dos programas derivados dele e que têm gerado resultados significativos: Programa de Capacitação em Taxonomia – PROTAX, Programa Reflora, Programa Refauna, os catálogos e lista da Fauna, Flora e Funga do Brasil, Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBR, entre outros. Também merecem destaque os únicos três editais para coleções em 20 anos: Edital CT-BIOTEC/MCT/CNPq No 021/2005, Chamada MCTI/CNPq 45/2012, Chamada MCTI/CNPq/FNDCT 67/2013. Esses

editais foram muito bem-vindos pela comunidade científica e representaram uma esperança para aqueles que cuidam das coleções. No entanto, face às inúmeras demandas e desafios de manutenção de uma coleção biológica, não é preciso dizer que foram insuficientes.

Publicações que fornecem diretrizes para as coleções biológicas científicas têm sido realizadas, mas de forma esporádica, abordando grupos taxonômicos específicos ou instituições que são depositárias de coleções biológicas científicas no Brasil. Dentre as mais recentes, estão Peixoto & Maia (2013), de Vivo *et al.* (2014); Bezerra *et al.* (2016); Bezerra *et al.* (2017); da Silva *et al.* (2020); Gasper *et al.* (2020); Brandão *et al.* (2021); Percequillo *et al.* (2022).

Nessa mesma linha, seria particularmente produtivo se as sociedades científicas produzissem manuais dentro de seu grupo taxonômico específico. A *American Society of Mammalogists* (ASM *Systematic Collections Committee* 2004), por exemplo, tem como um de seus objetivos manter uma lista desses padrões além de gerenciar um sistema de credenciamento para coleções de mamíferos. No Brasil, têm havido avanços importantes nesse sentido para as coleções zoológicas, como a iniciativa da Sociedade Brasileira de Mastozoologia em criar o Comitê de Coleções Mastozoológicas (CCM-S-BMz), cujos objetivos incluem a publicação de material sobre boas práticas curatoriais e a condição das coleções brasileiras (Chiquito *et al.* 2021). Da mesma forma, a Sociedade Brasileira de Microbiologia publicou, em 2006, um guia com “Recomendações para Operação e Gerenciamento de Coleções de Culturas de Microrganismos” (disponível em <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/sbmgerenciamentocolecoesculturas.pdf>) com o objetivo de padronizar os procedimentos curatoriais. No ano seguinte, em 2007, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicou as “Diretrizes da OCDE de Boas Práticas para Centros de Recursos Biológicos” disponibilizada em sua versão brasileira em 2012 (disponível em https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/DOQ-Cgcre-34_00_traducao_guia%20de%20boas%20praticas%20CRB_OECD.pdf), com o objetivo de fornecer a base para boas práticas na gestão de Centros de Recursos Biológicos que mantêm materiais biológicos replicáveis, incluindo micro-organismos.

Ainda, a Rede Brasileira de Herbários, parte da Sociedade Botânica do Brasil, tem publicado em sua página da internet (<https://www.botanica.org.br/a-rede-brasileira-de-herbarios/>) manuais, guias de boas práticas, dentre outras recomendações e, adicionalmente, o Herbário Virtual da Flora e dos Fungos publicou o “Manual de procedimentos para herbários” que fornece instruções relacionadas à coleta, herborização, registro e inclusão de exemplares em coleções, e à organização e manutenção de herbários (Peixoto & Maia 2013).

Marinoni *et al.* (2024) publicaram um manual com orientações sobre boas práticas em coleções biológicas científicas. Esta publicação foi produto da interação entre vários pesquisadores brasileiros, proporcionada pelo projeto do diagnóstico tratado neste livro, e da cooperação entre as sociedades científicas: Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), Sociedade Botânica do Brasil (SBB), Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM), Sociedade Brasileira de Virologia (SBV) e sociedades constituintes do Fórum de Sociedades da área de Zoologia. As recomendações do manual foram

destinadas principalmente aos responsáveis pela manutenção e curadoria das coleções biológicas científicas (daqui pra frente denominados curadores) em suas respectivas instituições.

Neste capítulo serão apresentadas recomendações, específicas para cada um dos temas tratados no diagnóstico e discutidos nos capítulos anteriores, que poderão embasar políticas públicas e planos governamentais para serem levados aos poderes legislativo e executivo do Brasil como uma demanda única das coleções biológicas científicas. Tais recomendações foram discutidas com base na análise crítica do diagnóstico, nos desafios compartilhados e nas prioridades apresentadas pelos curadores (ver Capítulo 9). O que se coloca neste livro não é novidade e é consenso há muito entre os curadores. Como dito por Sanjad & Costa (2021: 10): “Na prática, os atuais desafios das coleções biológicas brasileiras são semelhantes a um mantra, repetido há quase vinte anos pela comunidade científica.” Pela primeira vez, porém, todas as constatações e demandas dos curadores são justificadas com dados técnicos, de forma uníssona e representativa.

Na apresentação das presentes recomendações iremos nos reportar principalmente aos gestores das instituições e aos responsáveis pelas instâncias governamentais às quais as coleções estão subordinadas, de acordo com os tópicos relativos aos capítulos do livro: gestão, governança e qualidade dos acervos; infraestrutura física; infraestrutura de pessoal; digitalização e acesso.

GESTÃO, GOVERNANÇA E QUALIDADE DOS ACERVOS

Em Marinoni *et al.* (2024) foram apresentadas as recomendações às coleções biológicas científicas dentro de cada um dos temas: (i) institucionalização das coleções, (ii) planejamento integrado das atividades e (iii) gerenciamento da qualidade das informações relativas aos exemplares dos acervos. Em cada um deles, a ideia principal foi passar aos curadores das coleções indicações de como adicionar a coleção ao organograma institucional e prover o reconhecimento dos acervos com sustentabilidade. Para tanto, a gestão e a governança de uma coleção biológica científica devem contemplar o planejamento, a implementação e a supervisão de políticas e procedimentos que regulem as atividades voltadas aos acervos, que idealmente devem ser realizadas por profissionais treinados. Abaixo listamos as recomendações ao Estado Brasileiro e à sociedade civil, representada pelos gestores das instituições onde as coleções biológicas científicas brasileiras estão alocadas e pelas sociedades científicas (indicados a cada recomendação) que, se realizadas, darão às coleções biológicas científicas do Brasil condições de se manter da forma ideal: *ad perpetuam*.

Recomendações

- Criar uma base legal com planos de ação para as coleções biológicas científicas. Para tanto, sugere-se o estabelecimento de uma política de estado que pode ser criada como um projeto de lei.
- Implementar um programa de fomento abrangente, estável e de longo prazo às coleções biológicas científicas, considerando o resultado do diagnóstico que mostra que 40,1% das 232 co-

leções botânicas, 23,8% das 168 coleções microbiológicas e 50,3% das 342 coleções zoológicas estão situadas em universidades públicas federais; 22,0%, 26,2% e 18,7% em universidades públicas estaduais; e 15,9%, 23,8% e 12,5% em instituições públicas diretamente ligadas aos ministérios federais. O programa pode ser instaurado pelas Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados – FAPs, em nível estadual, ou pelos Ministério da Educação – MEC, Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA, Ministério da Saúde – MS e Ministério da Agricultura e Agropecuária – MAPA.

- Considerando que a maioria das coleções biológicas científicas brasileiras está alocada nas instituições de ensino superior (IES) – zoologia com 77,8% das coleções em IES públicas e privadas, botânica com 71,5% e microbiologia com 55,3%, sugere-se uma ampla discussão da situação e o encontro de soluções junto ao MEC, que pode provocar e envolver os demais entes da federação.
- Desenvolver uma estratégia que reconheça e valorize a importância dos profissionais responsáveis pela gestão e manutenção dos acervos, especialmente considerando que muitas vezes desempenham essa função como uma tarefa adicional, sem receber o reconhecimento devido (de gratificação ou similar). Instalar uma REDE DE COOPERAÇÃO horizontal entre os responsáveis pelo gerenciamento e manutenção das coleções biológicas brasileiras. Esta iniciativa pode ser realizada pelas sociedades científicas.
- Promover o reconhecimento da coleção biológica científica dentro das instituições sede, seja pela institucionalização de um regimento interno e inclusão no organograma da instituição, seja com a criação de políticas para o trâmite de material biológico e disponibilização de dados, considerando que a maioria das coleções biológicas brasileiras está alocada nas universidades públicas e em instituições de pesquisa que não têm como missão principal a manutenção dos acervos.
- As instituições onde as coleções estão alocadas e demais agências de fomento devem estabelecer políticas de longo prazo voltadas para a manutenção e a ampliação das coleções, inclusive em áreas pouco amostradas do território nacional.
- As sociedades científicas devem se encarregar de discutir e estabelecer diretrizes e padrões curatoriais que servirão de modelo para as instituições brasileiras que possuem coleções. Isso deve ser feito para cada uma das áreas especificamente como botânica, microbiologia e zoologia. Para as coleções microbiológicas há recomendações da World Federation of Culture Collections e da Sociedade Brasileira de Microbiologia (Sette et al, 2006). Para a botânica a publicação de Rabeler *et al.* (2019) e para a zoologia as iniciativas da American Society of Mammalogists (ASM Systematic Collections Committee 2004) já inspiraram a Sociedade Brasileira de Mastozoologia em se criar o Comitê de Coleções Mastozoológicas (CCM-SBMz) cujos objetivos incluem a publicação de material sobre boas práticas curatoriais e a condição das coleções brasileiras (Chiquito *et al.* 2021).

- Incentivar a prestação de serviços pelas coleções biológicas dando condições à sua sustentabilidade. Nesse sentido, é necessário que as instituições facilitem o recebimento de recursos externos, diminuindo a burocratização do processo, principalmente levando-se em consideração a alocação da maioria das coleções em universidades públicas onde a burocracia vem aumentando ano a ano, impossibilitando o recebimento de recursos financeiros de outras instituições.
- As sociedades científicas e o poder público devem incentivar o planejamento integrado (seja local, regional ou nacional) das atividades das coleções biológicas como meio de contribuir para a melhoria nas atividades relacionadas à conservação física e digital; promoção do crescimento dos acervos; elaboração de estratégias visando a fixação de recursos humanos; ampliação da difusão de acervos; elaboração de projetos para captação de recursos externos; desenvolvimento de políticas institucionais visando o fortalecimento das coleções; entre outros. Das coleções botânicas, 60,0% não têm planejamento, principalmente na Região Norte. Das coleções microbiológicas 65,1% afirmaram não possuir planejamento das atividades na coleção. Somente nas Regiões Sudeste e Sul há coleções com planejamento para os próximos cinco anos (três e quatro coleções, respectivamente), nas demais regiões o percentual de coleções que não tem planejamento ou tem planejamento anual fica em mais de 90%. No caso das coleções zoológicas, o cenário é ainda mais preocupante, já que 76,5% não possuem qualquer planejamento.

INFRAESTRUTURA FÍSICA

O estudo e a utilização sustentável da biodiversidade, hoje mundialmente reconhecida, encontram nas coleções biológicas suas bases operacionais e uma vasta fonte de documentação. Por este motivo, um dos grandes desafios estratégicos brasileiros no campo da biodiversidade é promover a segurança do patrimônio nacional *ex situ*. De modo geral, os principais desafios das coleções biológicas científicas brasileiras estão relacionados à escassez de recursos para a adequada manutenção física e incremento significativo do acervo, falta de equipamentos modernos com a adequada manutenção, falta de instrumentos que permitam a disponibilização dos dados à sociedade e falta de uma política nacional consolidada de utilização de acervos.

Apesar de implícito no termo acervo, vale ressaltar que as coleções biológicas científicas abrigam e gerenciam um patrimônio científico-tecnológico do país, de valor incomensurável, e que condições adequadas de infraestrutura são fundamentais para que estas coleções sejam mantidas em bom estado de preservação e garantam o fluxo contínuo das informações depositadas. Contudo, o presente diagnóstico indica que os espaços dedicados à maioria dos acervos são inadequados, havendo a necessidade de aquisição e manutenção de equipamentos de informática, de climatização, de captura e processamento de imagens, de armazenagem, bem como de laboratório. A questão da falta de segurança contra furtos e incêndios é alarmante, como observado através da maioria das respostas compu-

tadas. Orientações gerais sobre políticas de segurança em acervos estão disponíveis (e.g. MAST 2006, Ono & Moreira 2011) e deve ser encorajada sua adaptação para a situação de coleções biológicas.

Apesar de coleções biológicas científicas não serem museus de visitação ao público, pois usualmente tem seu início com intuito de pesquisa e ensino, muitas das regras museológicas poderiam ser aproveitadas. Neste sentido, o guia publicado pelo Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM, 2020), prevê que “um projeto para museu deve prever mais do que espaços adequados para conservar e expor seus acervos, deve pensar além do compromisso histórico de salvaguarda, deve comunicar, discutir e propor meios de sua apropriação por diversos públicos”. Tais documentos devem levar em conta o plano museológico, diagnósticos (incluindo mapeamento de necessidades de espaços e dimensionamento por setor, além de mapeamento de danos e análise do estado de conservação, quando o edifício não é novo), programas e projetos. O guia indica, ainda, a anexação no projeto executivo de um conjunto de projetos complementares que, entre outros tópicos, devem orientar instalações estruturais, hidrossanitárias, elétricas, mecânicas, ventilação, exaustão e climatização, e sistemas de prevenção de incêndios. Vários destes itens foram indicados no presente diagnóstico como itens cruciais para a maior parte das coleções brasileiras, porém em condições inadequadas ou insuficientes.

A listagem de todas as especificações aplicáveis está além do objetivo do presente capítulo, porém, é desejável a compilação periódica dessas normativas e diretrizes e formulação de consensos para as coleções biológicas científicas brasileiras, especialmente dado o desafio em relação ao reconhecimento da existência das coleções como unidades com necessidades infraestruturais características por parte de muitas instituições, o que contribui para o grau de insegurança informados no presente diagnóstico.

Em Marinoni *et al.* (2024), foram apresentadas recomendações e sugestões aos curadores tendo como base os documentos publicados pelo Instituto Brasileiro de Museus – IBRAM, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e pela International Society for Biological and Environmental Repositories – ISBER (IBRAM 2020; ABNT 2001, 2020, Campbell *et al.* 2018).

Recomendações

- O poder público, seja ao nível municipal, estadual ou federal, deve inserir em uma nova legislação a obrigatoriedade das instituições que abrigam coleções biológicas científicas de mantê-las de forma adequada, melhorando o acondicionamento dos espécimes, criando níveis de segurança com instalação de sistemas internos de segurança, além de renovar os equipamentos permanentes para acondicionar, proteger e propiciar o estudo do acervo da coleção. Poucas coleções possuem uma sala em situação ideal (sala especial com equipamento adequado para o controle de umidade e temperatura). Em média, menos de 1/3 das coleções possuem espaço adequado (coleções botânicas 27,9%; microbiológicas 23,8%; zoológicas 24,5%).

- Criar linhas de fomento específicas e exclusivas para a modernização e segurança da estrutura física das coleções biológicas científicas brasileiras. As condições mínimas para a manutenção e continuidade de uma coleção biológica devem ser inseridas em uma política ou plano nacionais que envolvam o conhecimento e a conservação do patrimônio genético brasileiro. As linhas de fomento podem ser via governo federal (Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, por exemplo) ou estadual (FAPs).
- As instituições que abrigam coleções devem criar planos de contingência e planos de proteção patrimonial para seus acervos, além de inseri-los no orçamento institucional. Ao analisar a segurança das coleções contra roubo, percebe-se que a grande maioria possui sistema para a instituição, mas não de forma individualizada para cada coleção: 67,0% das coleções de microbiologia, 55,4% das coleções de zoologia e 49,3% das coleções de botânica. Em contraste, somente 2,6% das coleções botânicas, 1,2% das coleções microbiológicas e 2,6% das zoológicas estão em situação ideal.
- As instituições devem programar manutenção preventiva e corretiva de equipamentos para evitar incêndios, especialmente considerando que a maioria das coleções não possui proteção adequada.
- As instituições devem estimular, e se necessário prover recursos, para que ocorra a permuta de material (espécimes), quando duplicado, entre acervos com grupos taxonômicos similares. Tal ação serve como uma medida de contingência e resguardo dos dados e registros da biodiversidade.
- Definir instrumentos, para gestores e técnicos, que garantam a preservação do patrimônio dos acervos, prevendo possibilidades de eventos que causem danos ou perdas do patrimônio, como um plano de gestão de riscos, visando inclusive regulamentar adequadamente edifícios que abrigam, todo ou em parte, coleções científicas. Embora não haja uma norma específica para este tipo de acervo, há diretrizes gerais para o patrimônio musealizado brasileiro, incluindo gestão de riscos (e.g. IBRAM 2021) e cartilhas sintetizando essas informações (e.g. IBRAM 2017), assim como orientações regionais, tais como instruções técnicas dos corpos de bombeiros de cada um dos estados das respectivas instituições. Há, também, orientações estabelecidas por associações internacionais para alguns tipos de coleções, como, por exemplo, coleções de culturas microbianas (p.ex. WFCC 2010), propostas de consenso locais e políticas de preservação já definidas para algumas instituições (p.ex. Fiocruz 2018), as quais representam importante material de referência.
- Garantir equipamentos e capacitação para a aplicação e desenvolvimento de novas tecnologias em taxonomia, permitindo a modernidade das coleções biológicas científicas. Essa ação pode ser viabilizada por meio do lançamento específico de editais por agências de fomento estaduais e federais, além do apoio direto das instituições responsáveis pelas coleções.

INFRAESTRUTURA DE PESSOAL

A escassez de recursos humanos especializados, seja na curadoria, gestão, digitalização e/ou manutenção das bases de dados, constitui um sério desafio a ser vencido pelas atuais coleções. Esta situação ameaça o cumprimento adequado aos propósitos de desenvolvimento científico, tecnológico e socioeconômico do país.

Um desafio latente a ser superado para que se possa obter o máximo de eficiência das coleções, é romper a barreira do reconhecimento institucional da função de curador. Para tanto, é essencial uma diretriz nacional, que pode ser definida em uma política nacional, que sugira a regulamentação da inserção de coleções biológicas científicas e funções curatoriais nos organogramas das diferentes instituições. Sugere-se também que o cargo de curador seja criado e conste na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). O “cargo” de curador não existe oficialmente no Brasil para o gerenciamento de coleções biológicas científicas em nenhuma das instituições que as abrigam (vide a Classificação Brasileira de Ocupações). Porém, há sim a “função” de curador, que pode ser institucionalizada em alguns casos através de portaria ou ação similar, sendo exercida como atividade adicional àquelas relacionadas ao cargo ocupado (professor, pesquisador, tecnologista, na imensa maioria dos casos).

Como observado, a maioria das coleções não possui profissionais capacitados, sendo, no geral, mantidas por bolsistas e voluntários. A atuação de bolsistas é salutar, uma vez que estes são formados e assim capacitados em gestão de coleção. Contudo, eles não devem ser os responsáveis pelos processos desenvolvidos nas coleções, pois são temporários. É necessário prever a contratação de pessoal dedicado às atividades de conservação do acervo, e/ou garantir treinamento para aqueles que já fazem parte do quadro fixo da instituição. É necessário, ainda, que iniciativas de reciclagem continuadas sejam efetivadas, para a manutenção de uma equipe capacitada. A coordenação de um curador-pesquisador, reconhecido pela Instituição, deve envolver a formação de bolsistas e voluntários com competência para atender as demandas da academia e da sociedade. Tal objetivo busca garantir que a coleção perdure e esteja sempre pronta para cumprir seu papel.

Há de se destacar que o Brasil conta com recursos humanos altamente qualificados em taxonomia e sistemática dos diferentes grupos de organismos depositados nas coleções, bem como em tecnologias atuais de estudo e manutenção dos acervos. Porém, considerando-se a megabiodiversidade e a enorme extensão territorial do País, observa-se ainda grandes lacunas a serem preenchidas por novos especialistas.

No âmbito da escassez de pessoal, uma grande problemática está relacionada à política de contratação por CLT, que pode gerar alta rotatividade. Além disso, há uma necessidade urgente de abertura de vagas através de concursos públicos para desprecarizar as equipes, especialmente considerando que as coleções estão predominantemente em instituições públicas e universidades. A atividade remunerada por meio de bolsas é frequentemente temporária e demanda contínua capacitação das equipes, o que dificulta a manutenção de um corpo técnico qualificado e estável.

Recomendações

- Tornar o PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM TAXONOMIA – PROTAX – um programa permanente é uma proposta estratégica importante. Os resultados do diagnóstico demonstram que as coleções tiveram crescimento nos momentos históricos quando houve o investimento em formação de profissionais que estudam a biodiversidade – momentos coincidentes com os editais lançados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e CNPq, com participação importante da CAPES. É essencial considerar grupos taxonômicos prioritários ou estratégicos (por exemplo, grupos em que não haja especialistas formados e/ou grupos taxonômicos que possuem pouca representatividade nas coleções biológicas). Essa abordagem permitirá direcionar recursos de maneira eficiente, fortalecendo áreas críticas da taxonomia e garantindo a sustentabilidade e expansão das coleções biológicas no Brasil.
- Criar programas, alinhados ou dentro do PROTAX, para apoio a visitas científicas de curta duração a museus e instituições nacionais e estrangeiras, com o objetivo de aquisição de conhecimento taxonômico em grupos carentes de especialistas nas coleções biológicas brasileiras.
- Incentivar a realização e promoção de cursos técnicos em coleta, curadoria e certificação de material microbiológico, assim como de informática aplicada à biologia. Estas atividades podem ser realizadas pelas instituições, financiadas pelos órgãos de fomento estaduais ou mesmo federais.
- Dar início a um programa nacional de contratação de pessoal, incluindo vagas de concurso, visando o pleno funcionamento das coleções biológicas científicas e a melhoria de sua qualidade. Deve haver a contratação de taxonomistas, técnicos de laboratório ou cargo similar e técnicos de TI. De acordo com o diagnóstico, 4,7% (11) das coleções botânicas, 2,4% (4) das microbiológicas e 3,3% (17) das coleções zoológicas não possuem responsáveis com vínculo formal pela sua gestão. Na maioria das coleções (mais de 65% de cada uma das áreas) não há um profissional dedicado à digitalização do acervo e informações associadas. Quando há, geralmente esse profissional não é da área de TI. Este programa deve ser discutido em nível federal pelos ministérios que possuem coleções biológicas científicas sob sua custódia (Ministério da Educação – MEC, Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA, Ministério da Saúde – MS, e Ministério da Agricultura e Agropecuária – MAPA).

DIGITALIZAÇÃO

Neste momento da história, em que o conhecimento científico tem sido gerado com tanta velocidade e em grande volume, é recomendável que as instituições estabeleçam políticas para a gestão dos dados que serão compartilhados. Para que isso se cumpra, é importante pensar em uma forma organizada de armazenamento, de acesso aos dados utilizados nas pesquisas e como publicar informações científicas que considerem a ética e a integridade em investigações, com proteção de dados pes-

soais e sensíveis. Como exemplos, podemos citar as publicações da Fiocruz (Fiocruz 2020) e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/sisp/guia-do-gestor/documentos/guia-de-pdtic-do-sisp-2-1>). Em resumo, é necessário planejar como as informações ficarão armazenadas incluindo os dados brutos, como disponibilizá-las em aplicações na web, indicar formas de gerar bases de dados de acesso on-line e de compartilhamento interno e externo, e como acontecerá o gerenciamento e a política dos dados, prevendo responsabilidades, preservação e segurança dos mesmos.

Recomendações

- Incentivar iniciativas em rede que visem: a informatização das informações do material biológico das coleções biológicas científicas; a disponibilização de dados e metadados; a cooperação entre responsáveis por coleções para troca de experiências; o auxílio mútuo na condução e manutenção das coleções. Estas iniciativas podem ser incentivadas pelas sociedades científicas e instituições que mantêm as coleções, e fomentadas pelo poder público estadual ou federal.
- Fornecer condições à continuidade de iniciativas como o INCT Herbário Virtual da Flora e dos Fungos, REFLORA e REFAUNA. Os dois primeiros impulsionaram o uso de programas específicos para o gerenciamento de dados de coleções botânicas. Esse fomento levou as coleções botânicas a elevados patamares de digitalização (especialmente pelo uso dos programas Brahms e Jabot), tanto da transcrição das etiquetas e posterior publicação em portais abertos, quanto no processo de obtenção de imagens dos exemplares.
- Continuar a fornecer subsídios financeiros para a manutenção do Brasil no *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Hoje, o nó do GBIF no Brasil é o SiBBr, suportado pelo MCTI.
- Aumentar as melhorias de infraestrutura física e de pessoal no Sistema de Informações da Biodiversidade Brasileira – SiBBr, a fim de melhorar ou implementar novas ferramentas e protocolos que solidifique a plataforma como ponto focal de informações sobre a biodiversidade e ecossistemas, visando inclusive sua interoperabilidade com outros sistemas e plataformas de banco de dados.
- Dar continuidade e/ou dar início a programas nacionais de apoio à gestão e digitalização das coleções como o “Gerenciamento e uso de informações para ampliar a capacidade brasileira em conservar e utilizar a Biodiversidade” coordenado pelo MCTI e operacionalizado pelo SiBBr entre 2010-2015. Utilizar os dados apresentados pelas coleções biológicas para determinar quais são estratégicas que devem ser contempladas prioritariamente.
- Promover cursos em nível nacional sobre processos e programas de digitalização e gerenciamento de coleções como Specify, Jabot, microSICol, dentre outros. Várias iniciativas e projetos podem realizar tais cursos. Recentemente, dentro do Projeto CESP/GBIF, com o apoio do SiBBr a Sociedade Brasileira de Zoologia promoveu um curso a curadores de várias instituições do Brasil sobre o Specify (<https://sibbr.gov.br/page/cesp/cesp-2021.html>).

ACESSO

Uma coleção biológica científica começa a cumprir sua missão a partir do momento em que os exemplares e as informações associadas ao seu acervo são disponibilizados para acesso e utilização. Este é o papel da ciência.

O acesso à informação associada ao acervo pode se dar pelo exame direto dos espécimes e seus dados relacionados ou por informações digitalizadas (dados, imagens e documentos), sejam elas fornecidas pela curadoria por via de consulta ou por estarem disponibilizadas publicamente. Para garantir o funcionamento ideal, a coleção deve contar com reconhecimento institucional, recursos financeiros suficientes, infraestrutura física e de pessoal adequadas, programas e plataformas com ferramentas de ponta que devem estar disponíveis de forma facilitada. O material do acervo deve ser qualificado, ou seja, identificado por especialistas que dão confiabilidade à coleção.

Infelizmente, somente uma ínfima parte das coleções biológicas científicas brasileiras se encontra nessas condições. Na maioria esmagadora, em todos os quesitos citados acima, há muito ainda o que se fazer para atingir uma situação ideal e para que as coleções possam cumprir com sua missão perante a sociedade. Dessa forma, é premente que as recomendações apresentadas anteriormente e as abaixo listadas sejam implementadas.

Recomendações

- As instituições devem investir na modernização, ampliação e melhoria da estrutura física e equipamentos disponibilizados na coleção no que concerne à digitalização das informações dos acervos para ampla publicização.
- As instituições devem dispor de recursos humanos capacitados em tecnologia da informação que auxiliem na infraestrutura tecnológica para promover um gerenciamento adequado de banco de dados de acervos, incluindo a disponibilidade pública dos mesmos.
- Incentivar a disponibilização online, em *website*, do catálogo de materiais biológicos disponíveis aos usuários, incluindo o histórico, constituição, equipe, visitação, serviços ofertados, política de fornecimento e de depósito, cooperações realizadas, entre outros.
- Incentivar a disponibilização de dados dos espécimes dos acervos de forma aberta (por meio do SiBBR, por exemplo), com a organização e publicação de editais específicos para fomento a essa atividade. Observa-se uma forte assimetria entre as três áreas biológicas: enquanto três quartos das coleções botânicas disponibilizam dados (73,5%), menos da metade das coleções microbiológicas (42,2%) e zoológicas (40,1%) adotam essa prática. O incentivo pode vir das próprias instituições, das redes de cooperação das coleções biológicas brasileiras ou ainda por meio de editais financiados pelo MCTI.
- Viabilizar e auxiliar a adequação das informações disponibilizadas conforme políticas institucionais de dados seguindo a legislação nacional vigente (atualmente Lei de Acesso

à Informação – Lei 12.527 de 18 de novembro de 2011), protegendo e reconhecendo a propriedade dos dados, direitos autorais, mecanismos de uso e citações da informação associada.

LITERATURA CITADA

- ABNT [Associação Brasileira de Normas Técnicas] (2001) NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR_9077_Sa%C3%ADdas_de_emerg%C3%Aancia_em_edif%C3%ADcios-2001.pdf
- ABNT [Associação Brasileira de Normas Técnicas] (2020) NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/pfdc/institucional/grupos-de-trabalho/inclusao-pessoas-deficiencia/atuacao/legislacao/docs/norma-anvisa-NBR-9050.pdf/view>
- Bezerra JDP, Nogueira EBS, Barros Correia ACR, Souza SC, Penna LAO, Maciel MHC, Silva LRC, Gomes BS, Magalhães OM, Neves RP, Souza-Motta CM (2016) Micoteca URM da UFPE: uma fonte de recursos biológicos do Brasil. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica* 13: 47–56.
- Bezerra JDP, Maciel MHC, Bezerra JL, Magalhães OMC, Souza-Motta CM (2017) The contribution of Augusto Chaves Batista (1916–1967) to Mycology in Brazil. *Gaia Scientia* 11(2): 250–273. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n2.27916>
- Brandão CRE, Ramos KS, Ulysséa MA, Santos AD dos, Andrade TO (2021) Princípios para a curadoria técnica do acervo entomológico do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. *Anais do Museu Paulista* 29: e31. <https://doi.org/10.1590/1982-02672021v29e31>
- BRASIL (2013) Decreto nº 8.124, de 17 de outubro de 2013; regulamenta o Estatuto de Museus. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8124.htm
- BRASIL (2009) Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009; institui o Estatuto de Museus. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11904.htm
- BRASIL (2018) Lei 13.589, de 4 de janeiro de 2018; dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13589.htm
- Campbell LD, Astrin JJ, DeSouza Y, Giri J, Patel AA, Rawley-Payne M, Rush A, Sieffert N (2018) The 2018 revision of the ISBER best practices: summary of changes and the editorial team’s development process. *Biopreservation and Biobanking* 16(1): 3–6. <https://www.isber.org/page/BP5Download>
- Chiquito EA, Caccavo A, Santos CFS, Semedo TBE, Pinto ALC, Astúa D, Bezerra AMR, Silva CRS, Guerra EB, Gonçalves PR, Althoff SL, Trigo TC, Percequillo AR (2021) Mammal Collections in Brazil: Overview and Database. *Brazilian Journal of Mammalogy* 90: 1–11. <https://doi.org/10.32673/bjm.vie90.05>

- Cohen R, Duarte C, Brasileiro A (2012) *Acessibilidade a Museus*. Brasília, Ministério da Cultura, Instituto Brasileiro de Museus, Cadernos Museológicos, vol. 2, 190 p.
- Da Silva M, Chame M, Moratelli R (2020) Fiocruz Biological Collections: strengthening Brazil's biodiversity knowledge and scientific applications opportunities. *Biodiversity Data Journal* 8: e53607. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53607>
- De Vivo M, Silveira LF, Nascimento FO (2014) Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos Museus na estrutura universitária brasileira. *Arquivos de Zoologia* 45(10): 105114. <https://www.revistas.usp.br/azmz/article/view/88076>
- Fiocruz [Fundação Oswaldo Cruz] (2018) Política de preservação dos acervos científicos e culturais da Fiocruz/Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, Fiocruz/COC, 68 p. Disponível em: <http://umac.icom.museum/wp-content/uploads/2018/11/Fiocruz2018.pdf>
- Fiocruz [Fundação Oswaldo Cruz] (2020) Política de gestão, compartilhamento e abertura de dados para pesquisa: princípios e diretrizes. Presidência. Vice-presidência de Ensino, Informação e Comunicação, Rio de Janeiro, 19 p.
- Gasper AL, Stehmann JR, Roque N, Bigio NC, Sartori ALB, Gritz GS (2020) Brazilian herbaria: an overview. *Acta Botanica Brasilica* 34(2): 352–359.
- IBRAM [Instituto Brasileiro de Museus] (2017) Gestão de Riscos ao Patrimônio Musealizado Brasileiro. Brasília, IBRAM, 48 p. Disponível em: <https://www.ibermuseos.org/wp-content/uploads/2017/09/cartilha-gestao-riscos-pt.pdf>
- IBRAM [Instituto Brasileiro de Museus] (2020) Guia para projetos de arquitetura de museus. Brasília, Ibram, Coordenação de Espaços Museais e Arquitetura, 48 p. Disponível em: <https://www.museus.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Guia-para-projetos-de-arquitetura-de-museus.pdf>
- IBRAM [Instituto Brasileiro de Museus] (2021) Resolução Normativa Nº 3 de 28 de julho de 2021: Formalização do Programa de Gestão de Riscos ao Patrimônio Musealizado Brasileiro. *Diário Oficial da União*, Nº 144, seção 1, p. 89–91, 2 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.museus.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Resolucao-Normativa-n3-de-28-de-julho-de-2021-DOU.pdf>
- MAST [Museu de Astronomia e Ciências Afins; Museu Villa-Lobos] (2006) Política de Segurança para Arquivos, Bibliotecas e Museus. Rio de Janeiro, MAST, 122 p. Disponível em: <https://antigo.museus.gov.br/politica-de-seguranca-para-arquivos-bibliotecas-e-museus-3/>
- Marinoni L, Chiquito EA, Glienke C, Fonseca CB, Juarez KEM, Basílio DS, Henriques DK, Petters Vandresen DAL, Morais GS, Jorge I, Pimenta AD, Dal Molin A, Souto ASS, Santos CRM, Serejo CS, Souza Motta CM, Attili-Angelis D, Werneck FP, Carvalho FR, Garbino GST, Stehmann JR, Giacomini LL, Jesus MA, Silva M, Fukuda MV, Rosa RS, Costa Araújo R, Maués MM, Thiengo SC, Silva TRS, Andrade T, Cavalcanti TB, Dutra VF, Vicente VA, Gasper AL (2024) Introdução e orientações às boas práticas para as Coleções Biológicas Científicas Brasileiras. Curitiba, Sociedade Brasileira de Zoologia, Série Zoologia: guias e manuais, ISBN 978-65-87590-03-5, 83 p. <https://doi.org/10.7476/9786587590042>

- Ono R, Moreira KB (2011) *Segurança em Museus*. Brasília, Ministério da Cultura, Instituto Brasileiro de Museus, Cadernos Museológicos, vol. 1, 166 p. Disponível em: <https://www.museus.gov.br/wp-content/uploads/2012/08/Seguranca-em-Museus.pdf>
- Peixoto AL, Maia LC (2013) *Manual de Procedimentos para Herbários*. Recife, Editora Universitária UFPE.
- Percequillo AR, Barbosa MFC, Bockmann FA, Bogoni JA, Esquicero ALH, Lamas C, Moraes GJ, Pinto-da-Rocha R, Silveira LF (2022) Natural history museums and zoological collections of São Paulo State. *Biota Neotropica* 22(spe): e20221426. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1426>
- Rabeler RK, Svoboda HT, Thiers BM, Prather LA, Macklin JA, Lagomarsino LP, Majure LC, Ferguson CJ (2019) Herbarium Practices and Ethics, III. *Systematic Botany* 44: 7–13. <https://doi.org/10.1600/036364419X697840>
- Sanjad N, Costa S (2021) Comentário III: Reflexões sobre a gestão de coleções biológicas. *Anais do Museu Paulista, Nova Série*, 29: e34. <https://doi.org/10.1590/1982-02672021v29e34>
- Sette LD, Cupolillo E, Tigano MS, Vazoller RF, Canhos VP (2006) *Recomendações para operação e gerenciamento de Coleções de Culturas de Microrganismos*. Sociedade Brasileira de Microbiologia, 15 p. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/sbmgerenciamentocolecoesculturas.pdf>
- WFCC [World Federation for Culture Collections] (2010) *Guidelines for the establishment and operation of Collections of Cultures of Microorganisms*. Bruxelas, WFCC, 3ª ed. Disponível em: <https://perma.cc/JJ9N-MCD3>