

CAPÍTULO 19

COLECÇÕES DE MUSEU E DE HERBÁRIO PARA A INVESTIGAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM ANGOLA

Rui Figueira^{1,2} e Fernanda Lages³

RESUMO A importância das colecções de museus e herbários é especialmente grande nos países ricos em biodiversidade, como Angola, assim como os desafios que se colocam a uma gestão eficaz e sustentada de tais instalações. A interface que Angola representa entre climas tropicais húmidos e regiões semidesérticas e desérticas cria condições para diversos *habitats* com muitas espécies raras e endémicas. As colecções de museus e herbários constituem alicerces essenciais para os estudos científicos, fornecendo referências para identificar os componentes dessa diversidade, além de servirem como repositórios de material para futuros estudos. Nesta síntese, resumimos a história e a situação actual das colecções dos museus e herbários angolanos e da informação sobre os espécimes de Angola em colecções estrangeiras. Por fim, apresentamos exemplos dos usos das colecções de museu e herbário, bem como um roteiro para o reforço do papel das colecções na geração de conhecimento sobre a biodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE Bioinformática · Catalogue of Life · Colecções de história natural · Conservação · Expedições · GBIF · Listas de espécies

1 CIBIO-InBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Universidade do Porto, Vairão, Portugal

2 CEABN-InBIO, Centro de Ecologia Aplicada “Professor Baeta Neves”, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

3 ISCED-Huíla, Instituto Superior de Ciências da Educação, Lubango, Angola

Introdução

As colecções de história natural (CHN) são os tijolos básicos da construção para a descoberta e compreensão da diversidade da vida. Actualmente, encontram-se disponíveis os nomes científicos de cerca de dois dos oito milhões de espécies que se estima viverem na Terra (Mora *et al.*, 2011). Nas colecções de museus e herbários, os investigadores tentam compilar e organizar a representação mais completa da diversidade biológica. Isto deve-se (mas não só) ao facto de algumas pessoas terem uma:

«... angústia metafísica, talvez por não conseguirem suportar a ideia do caos como regedor único do Universo, por isso (...) vão tentando pôr alguma ordem no mundo...»

como conjecturado pelo vencedor do Prémio Nobel da Literatura José Saramago no seu livro *Todos os Nomes* (Saramago, 2000), mas também à necessidade de ter amostras de referência para identificar espécies, saber como e onde vivem, conhecer as suas interacções bióticas e abióticas, as suas ligações com as comunidades e ecossistemas e, finalmente, todos os tópicos que definem a história natural (Tewksbury *et al.*, 2014).

Estas necessidades são preenchidas por espécimes que servem como comprovativos da ocorrência de uma espécie, colectados num *habitat* específico e em determinadas circunstâncias de tempo, espaço, características e métodos de amostragem. Globalmente, estima-se que as colecções biológicas contenham três mil milhões de espécimes preservados (Brooke, 2000; Wheeler *et al.*, 2012). Os exemplares mantidos em colecções biológicas incluem as amostras de material com base nas quais são descritas novas espécies – os espécimes-tipo –, mas também amostras adicionais que representam a variedade e variabilidade que um biólogo tem de reconhecer para se tornar um bom praticante da identificação de espécies. As colecções são essenciais às investigações taxonómicas e sistemáticas, mas também aos estudos de ecologia, evolução, biogeografia, conservação, efeitos das mudanças climáticas e outros domínios, como será discutido mais adiante neste capítulo.

A construção de um inventário da biodiversidade de Angola, sob a forma de uma lista nacional, começa com um registo inicial das espécies presentes em colecções biológicas em Angola e no exterior. Com 15 ecorregiões (Olson *et al.*, 2001; Burgess *et al.*, 2004; Huntley, 2019), Angola é um dos

países mais biodiversos do mundo, pelo que as colecções biológicas devem ou deveriam reflectir essa diversidade. O número de espécies endémicas é reconhecidamente elevado em vários grupos, por exemplo, nas aves (Mills & Melo, 2013; Dean *et al.*, 2019) e plantas (Figueiredo *et al.*, 2009a; Goyder & Gonçalves, 2019). Todavia, apesar desta riqueza, a escarpa de Angola não pôde ser reconhecida como um dos *hotspots* da biodiversidade mundial em virtude da falta de informação sobre a sua diversidade de espécies (Myers *et al.*, 2000). Isto pode ser uma consequência da sub-representação da diversidade biológica de Angola nas colecções de história natural. Esta situação resulta, pelo menos em parte, de uma combinação de factores, como as restrições às explorações de campo impostas pela situação de guerra no país ao longo de várias décadas e o acesso limitado às colecções de história natural do país, como as do Museu do Dundo.

No entanto, é possível corrigir esta situação. A pressão sofrida pelas colecções biológicas tem sido muito elevada nas últimas duas décadas em virtude de cortes no seu apoio orçamental. Por exemplo, nos EUA, 100 herbários fecharam desde 1997 (Deng, 2015). Paradoxalmente, o uso destas colecções aumentou a um ritmo exponencial no mesmo período (Pyke & Ehrlich, 2010; Lavoie, 2013). Este aumento pode estar relacionado com o facto de os progressos registados na informática e infra-estrutura cibernética permitirem actualmente comprimir o tempo e o espaço, facilitando o acesso virtual a espécimes, dados e literatura. Um investigador da biodiversidade angolana, trabalhando no país ou no exterior, pode agora aceder *online* a centenas de milhares de registos de biodiversidade. Estes bancos de dados incluem imagens dos exemplares existentes em colecções alojadas em outras partes do mundo e descrições de espécies em publicações periódicas antigas ou inacessíveis. Paralelamente, as ferramentas moleculares têm assistido recentemente a grandes avanços, com a chegada de ferramentas de sequenciamento de ponta que prometem superar as limitações da fragmentação do ADN causada por certos métodos de preservação usados nas colecções (Yeates *et al.*, 2016). Isto facilitará a anexação de sequências genéticas aos espécimes e permitirá que os levantamentos de campo sobre a biodiversidade obtenham resultados mais rápidos. Um grupo de especialistas defende uma visão optimista segundo a qual sugerem que é possível descrever 10 milhões de espécies em 50 anos, descrevendo virtualmente todas as espécies que actualmente continuam por descobrir (Wheeler *et*

al., 2012). Estes autores concluem que este objectivo pode ser alcançado por meio de parcerias interdisciplinares que utilizem e desenvolvam tecnologias baseadas na Internet.

Este pano de fundo cria um ambiente favorável para o aumento e desenvolvimento do papel das colecções de museu e herbário no apoio ao progresso do conhecimento da biodiversidade a nível mundial, mas também em Angola. Neste capítulo, faremos uma breve revisão da situação e do conhecimento actual da biodiversidade angolana com base nessas colecções, da sua importância para a investigação da biodiversidade, e daremos algumas indicações sobre a forma como a informática e a infra-estrutura cibernética da biodiversidade poderiam facilitar o seu uso na geração de conhecimento sobre a biodiversidade.

Colecções dos museus e herbários de Angola

Agora, é possível o acesso via Internet à informação sobre as espécies de Angola representadas em colecções de museus e herbários de todo o mundo. Isto tem sido facilitado por redes e infra-estruturas globais resultantes de várias iniciativas, baseadas em padrões, protocolos, ferramentas, manuais e procedimentos de controlo de qualidade da biodiversidade que, sendo interoperáveis, criam um observatório digital global da biodiversidade. A mais visível será provavelmente o Global Biodiversity Information Facility (GBIF), criado em 2001, por meio da qual mais de mil instituições partilham, em 2018, mais de mil milhões de registos, incluindo 145 milhões de registos baseados em exemplares preservados em colecções. Estes registos encontram-se acessíveis de forma livre e aberta a todos aqueles que utilizem um programa de navegação na Internet, em www.gbif.org. Todavia, ainda estamos longe de ter todos os espécimes de colecções catalogados em bases de dados. Na Europa, por exemplo, apenas 10% das amostras de CHN estão catalogados digitalmente. Mas estes inventários constituem uma boa base para determinar quais as expedições e estudos que contribuíram com exemplares dos diferentes grupos biológicos para as colecções dos museus e herbários.

A maioria da biodiversidade mundial encontra-se nos trópicos, mas são as CHN da Europa e da América do Norte que possuem as maiores colecções de material dos trópicos, não as dos países de origem (Peterson *et al.*, 2016). Por razões históricas, muitas das melhores colecções de países africanos não se encontram no seu país de origem, mas nos antigos países

colonizadores, ou noutros que efectuaram expedições de campo em África. Este é o caso de Angola, onde a maior representação da biodiversidade angolana se regista em CHN portuguesas ou noutras, europeias ou norte-americanas. Por este motivo, o repatriamento da informação que pode ser conseguido graças ao GBIF, onde os dados são mobilizados e tornados acessíveis ao país de origem, representa um importante triunfo no auxílio à investigação e conservação da biodiversidade em Angola.

A representação da biodiversidade angolana nas CHN varia consoante os grupos taxonómicos, regiões e períodos de tempo, e depende da história das expedições e estudos realizados no país ao longo dos últimos 150 anos. Com o intuito de apresentar uma visão geral dos espécimes de museu e de herbário colhidos em Angola, compilámos um conjunto de dados com informações de várias fontes. Usámos o conjunto de dados completo disponível via GBIF a 25 de Maio de 2018 (GBIF.org 2018), o qual continha 149 701 registos para todos os grupos. Estes dados foram combinados com outras fontes para grupos específicos, uma informação que ainda não foi publicada pelo GBIF. Estes conjuntos de dados incluem a base de dados das colecções de aves do Herbário e Museu de Ornitologia e Mamalogia do Lubango (Lages, 2016, comunicação pessoal) que conta 34 471 registos, e do Herbário da Universidade de Coimbra (Santos & Sales, 2018), com 7864 registos de herbário. Ambos os recursos serão publicados em breve via GBIF. Finalmente, acedemos à RAINBIO (Gilles *et al.*, 2016), que possui 1844 registos de herbário relativos a Angola. No conjunto de dados agregado, a possível duplicação de registos entre a RAINBIO e o GBIF foi verificada e eliminada; procedeu-se também a uma verificação cuidadosa da informação sobre as províncias, que foi padronizada ou completada sempre que possível. O conjunto total de dados agregados para esta análise contém 193 839 registos, dos quais 158 185 contêm informações sobre a província e 154 631 contam com informação sobre o ano de amostragem (Tabela 19.1). Trata-se de registos publicados por mais de 200 instituições de 28 países (Fig. 19.1) e devem ser considerados uma visão parcial da totalidade dos acervos de exemplares angolanos em colecções de todo o mundo.

Os espécimes mais antigos de Angola conhecidos em museus datam do final do século XVII e início do século XVIII. Pertencem a plantas incluídas na colecção de herbário do Museu de História Natural de Londres e incluem 36 espécimes colhidos na região de Luanda por Mason em 1669 (Romeiras,

Tabela 19.1 Registos de dados sobre espécimes de Angola em colecções, disponíveis em recursos *online*, Maio de 2018

Fonte	Referência	Tipo de Colecção	N.º de registos	N.º de tipos
GBIF ¹	GBIF.org (2018)	Herbário	85 360	8877
		Fungos	601	283
		Mamíferos	4641	39
		Aves	58 821	187
		Herpetológica	7269	269
		Peixes	9227	569
		Artrópodes	11 480	1518
		Invertebrados	5425	657
		Microorganismos	220	10
		Não classificada	1046	
		TOTAL	148 573	12 409
ISCED ²	Lages (2016, com. pessoal)	Aves	34 471	
Coimbra ³	Santos & Sales (2018)	Herbário	7864	634
RAINBIO	Gilles <i>et al.</i> (2016)	Herbário	1884	Não disponível

¹ Global Biodiversity Information Facility

² Museu de Ornitologia e Mamalogia, ISCED-Huíla, Lubango

³ Herbário da Universidade de Coimbra

Número de registos por país categorizado por tipo de colecção

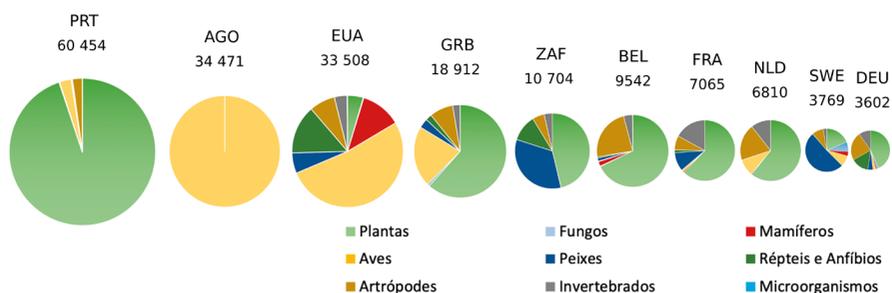


Fig. 19.1 País anfitrião dos espécimes de Angola presentes em colecções disponíveis em recursos *online*, Maio de 2018. A dimensão do sector corresponde ao número de registos publicados por cada país, diminuindo em base logarítmica. PRT: Portugal, AGO: Angola; EUA: Estados Unidos, GRB: Reino Unido, ZAF: África do Sul, BEL: Bélgica, FRA: França, NLD: Holanda, SWE: Suécia, DEU: Alemanha

1999; Goyder & Gonçalves 2019), seguidos por amostras recolhidas por John Kirckwood em Cabinda. Os primeiros registos relativos a Angola disponíveis no GBIF são de 1758, de mexilhões da colecção de malacologia do Museu Nacional da Concha de Bailey-Matthews, nos EUA, que inclui 70 espécimes colhidos até ao final do século XVIII.

O perfil cronológico dos exemplares colhidos em Angola (Fig. 19.2) revela apenas três registos de mexilhões anteriores a 1800, apresentados como pequenos picos. Os primeiros registos do século XIX também criaram um pequeno pico em 1804, baseado no material colectado durante as «Viagens Philosophicas». Estas expedições foram organizadas por Portugal para explorar os antigos territórios ultramarinos portugueses do Brasil, Goa, Cabo Verde, Moçambique e Angola. O naturalista Joaquim José da Silva foi o responsável pela amostragem de plantas e animais de Angola e permaneceu no país entre 1783 e 1808. Os materiais colhidos foram enviados para Lisboa. No entanto, durante a invasão francesa de Portugal, estes espécimes foram removidos por Saint-Hillaire em 1808 e levados para o Museu Nacional de História Natural (MNHN) de Paris (Barbosa du Bocage, 1862; em Alves *et al.*, 2014).

No perfil temporal (Fig. 19.2), o primeiro valor significativamente alto é visível no início da segunda metade do século XIX, quando o botânico austríaco Friedrich Welwitsch foi encarregado pelo Governo português de explorar a flora de Angola. Na expedição denominada «Iter Angolense», este botânico recolheu mais de 10 000 exemplares (Albuquerque *et al.*, 2009), entre 1853 e 1860, dos quais mais de 1000 foram usados para descrever novas espécies. Welwitsch preparou vários conjuntos de duplicados e enviou-os para diversos herbários, mas os mais completos encontram-se em Lisboa, no Herbário LISU (Universidade de Lisboa), e no Herbário BM, em Londres. No total, mais de 20 000 duplicados foram enviados para os principais herbários da Europa (Albuquerque & Correia, 2010). Welwitsch amostrou não apenas plantas vasculares, mas também criptogâmicas, incluindo 350 exemplares de líquenes com 50 espécimes-tipo, bem como mamíferos. Entre as espécies que descobriu, a mais conhecida e digna de nota é a *Welwitschia mirabilis* do deserto do Namibe, Sudoeste de Angola. O género foi nomeado em honra do Welwitsch por Sir Joseph Hooker e é a espécie vegetal mais icónica de Angola.

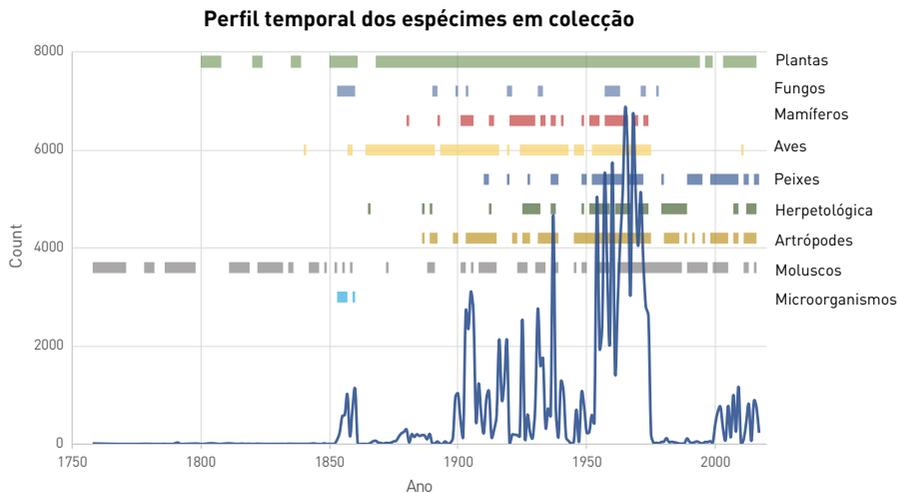


Fig. 19.2 Perfil temporal dos espécimes colhidos em Angola. As barras horizontais, legendadas no eixo direito, indicam a presença de espécimes desse tipo de colecção no período correspondente

Outras expedições contribuíram para diversificar, em termos de grupos biológicos, a adição de espécimes às colecções. Estas últimas encontram-se pormenorizadas noutros capítulos deste volume (Baptista *et al.*, 2019; Beja *et al.*, 2019; Branch *et al.*, 2019; Dean *et al.*, 2019; Kipping *et al.*, 2019; Mendes *et al.*, 2019; Skelton, 2019). As instituições para as quais os colectores estrangeiros enviaram material são listadas no Apêndice 19.1. O naturalista português José Anchieta colheu plantas e animais de vários grupos (aves, répteis e anfíbios, mamíferos, peixes) entre 1850 e 1897 (Albuquerque & Correia, 2010; Mills *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2014; Ceríaco, 2014). Outros grandes colectores neste período são o botânico alemão Hugo Baum, com exemplares depositados no Herbário de Berlim, cuja expedição foi estudada por Figueiredo *et al.* (2009a, b). Os exploradores portugueses Hermenegildo Capelo e Roberto Ivens contribuíram com espécimes vegetais para o herbário LISU, o botânico alemão Alexandre von Mechow para o Herbário de Berlim, o naturalista americano William H. Brown, com aves, mamíferos e peixes para as colecções do NMNH, Instituto Smithsonian. Vários colectores de aves também promoveram expedições, como Axel W. Eriksson (Museu de Vänersborg, Suécia), os ornitólogos franceses Albert Lucan e Louis Petit (NHM, Londres) e P. van Kellen (Naturalis, Holanda). Estes naturalistas também recolheram espécimes de grupos biológicos que não do seu principal campo de interesse, como borboletas, abelhas, hemípteros, etc.

Durante o século xx, foi observado um aumento contínuo do número de espécimes adicionados às colecções até 1957, que se manteve elevado até sofrer uma queda em 1975. Após este ano, com o início da guerra civil que durou 27 anos, foram muito poucos os exemplares adicionados. Finalmente, após o ano 2000, com o fim da guerra civil (em 2002), regista-se uma recuperação no depósito de exemplares em colecções, mas não com os níveis observados antes de 1975. No entanto, para o período recente, temos de considerar o tempo decorrido entre o fim das expedições, o depósito dos espécimes e a criação de dados acessíveis por meio de bases de dados. Actualmente, o intervalo de tempo médio entre a recolha e identificação dos espécimes colhidos é de 21 anos (Fontaine *et al.*, 2012). Simultaneamente, uma mudança na ética de amostragem e um rígido controlo na emissão de licenças pelas autoridades nacionais também poderiam explicar as taxas de amostragem mais baixas por expedição (Prathapan *et al.*, 2018).

No século xx, uma série de grandes expedições a Angola aumentou o conhecimento sobre a flora e a fauna do país. Em termos de plantas, as maiores recolhas foram as do botânico John Gossweiler, efectuadas em todas as províncias, com um total de 14 600 números entre os anos 1900 e 1950. O conjunto mais completo deste colector encontra-se depositado no herbário LISC da Universidade de Lisboa, mas muitos espécimes duplicados foram enviados para outros, nomeadamente COI, BM, LISU, P, K, LUA. Todas as siglas de herbários seguem o *Index Herbariorum* (Thiers, 2018). O segundo colector mais prolífico foi J. M. Brito Teixeira, um colaborador de Gossweiler que colectou cerca de 13 000 números em todas as províncias entre 1949 e 1969. Várias expedições botânicas foram organizadas em Portugal, com um principal interesse pela botânica, agronomia ou silvicultura, enquanto outras foram promovidas por instituições então recém-estabelecidas em Angola. O Instituto de Investigação Científica de Angola (IICA) foi criado em 1958, com colecções zoológicas e de herbário sediadas no Lubango. Outro instituto de pesquisa foi o Instituto de Investigação Agronómica, fundado em 1961, com sede no Huambo. Frequentemente, funcionários de organismos de Portugal e de Angola trabalhavam em conjunto nas expedições de campo, porque, formalmente, os novos institutos em Angola eram dependentes das instituições portuguesas equivalentes. Como tal, amostras duplicadas eram enviadas para os herbários de Angola (LUBA ou LUAI).

Os principais colectores foram Luís Carrisso (baseado no COI), Francisco de Ascensão Mendonça (LISC), Francisco de Sousa (LISC), Eduardo Mendes (LISC), Romeu Santos (LUBA), Óscar Azancot de Menezes, Carlos Henriques, Luís Grandvaux-Barbosa (LISC) e o botânico britânico Arthur W. Exell (BM). Um conjunto considerável de espécimes sem indicação do colector foi recolhido no âmbito da Missão de Estudos Florestais de Angola (MEFA), entre 1957 e 1960. Os últimos grandes colectores de plantas no século xx, entre 1970 e 1974, foram António R. F. Raimundo, Gilberto Cardoso de Matos, Paul Bamps, Roger Dechamps e Eurico S. Martins. Uma lista pormenorizada de colectores, incluindo o intervalo de tempo das colecções e províncias, está disponível em Figueiredo & Smith (2008).

Em relação às colecções de animais, as maiores a serem criadas ou as que registaram maior crescimento no século xx são de aves. Neste caso, a colecção ornitológica do Museu e Herbário do Lubango é de longe a maior e mais representativa de Angola, com cerca de 40 000 exemplares, sendo provavelmente uma das maiores colecções de aves sediadas em África. Os espécimes mais antigos da colecção são de 1948, mas a amostragem relevante começou em 1958, ano da criação do IICA. A colecção foi estabelecida por António da Rosa Pinto, tendo muitos funcionários do IICA contribuído significativamente para a mesma: pelo menos 13 pessoas adicionaram, cada uma delas, mais de 500 espécimes. A colecção contém exemplares de todo o país, mas 75% são das províncias ocidentais e meridionais, com 25% da Huíla, onde a colecção tem a sua base (Lubango).

Dean *et al.* (2019,) apresentam pormenores sobre os colectores ornitológicos de Angola. No que respeita à primeira metade do século, cerca de 13 000 registos de espécimes podem ser encontrados no GBIF, com o AMNH, NHMUK, CM, FMNH e GNM como principais instituições com publicações. Os maiores colectores são W. J. Ansorge, R. Boulton, H Lynes, C. H. Pemberton e as principais províncias com registos são Cuanza-Norte, Bengo, Malanje, Benguela, Namibe e Bié. Entre 1950 e 1974, além dos funcionários do IICA, os maiores colectores foram Gerd Heinrich e T. Archer, que recolheram cerca de 900 exemplares presentes nas colecções YPM e USNM.

A história da colheita de mamíferos em Angola é apresentada por Beja *et al.* (2019). No século xx, o ano de 1925 apresenta um número excepcionalmente elevado, com registos de cerca de 1400 espécimes. Isto corresponde à Expedição Arthur Vernay a Angola, cujos espécimes se encontram na

colecção do AMNH. Os anos que se seguem em termos de valores elevados são 1932 e 1933, correspondendo à Expedição Phipps-Bradley, com exemplares também na colecção do AMNH. Em 1936, K. H. Prior efectuou colheitas em Benguela, cujos exemplares se encontram na colecção do MVZ. Em 1954 e 1955, G. H. Heinrich fez colheitas em várias províncias, cujos materiais estão no FMNH. Considerando as colecções com o maior número de registos disponíveis via GBIF, em geral, a ordem com maior número de exemplares é a Rodentia.

O número de registos de mamíferos é de um modo geral reduzido no conjunto de dados compilado. Uma razão para tal pode ser o facto de a digitalização de colecções de mamíferos em bases de dados não estar completa. Isto significa que os valores referidos podem não ser representativos do total dos acervos de mamíferos de Angola. Por exemplo, a colecção do Lubango não foi tida em conta nesta análise porque o processo de digitalização ainda está em curso, em termos de verificação da qualidade dos dados e da importação para um sistema de gestão de dados. Pelo mesmo motivo, é possível que, em outros tipos de colecções, o número de registos de amostras disponíveis *online* também não seja representativo do verdadeiro esforço de amostragem envolvido nas mesmas. Por exemplo, no conjunto de dados utilizado neste capítulo, não se incluem registos de colecções de peixes ou borboletas sediadas em instituições portuguesas, embora várias expedições zoológicas tenham sido organizadas pelo Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) em Angola desde 1950. É o caso das expedições ictiológicas aos lagos Cameia e Dilolo, de Fernando Frade e Teixeira Pinto, em 1958. Outro exemplo de uma colecção que ainda tem de ser mobilizada (embora já estudada) é a ordem dos Lepidoptera da colecção entomológica do IICT. Esta colecção foi extensivamente estudada na preparação do livro *Butterflies of Angola* (Mendes *et al.*, 2013), com mais de 15 000 espécimes revistos. No entanto, os registos dos mesmos ainda não estão acessíveis.

Numa questão relacionada com a acessibilidade das colecções, deve ser referido que o Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) foi integrado na Universidade de Lisboa em Julho de 2015, como uma unidade especial. Todavia, isto não virá a alterar a possibilidade de acesso às colecções, excepto durante o período em que as mesmas estiverem a ser deslocadas. Esta nova unidade partilha o director com o Museu Nacional de História Natural e Ciência da Universidade de Lisboa, mas todas as

colecções zoológicas e de herbário do IICT serão mantidas como colecções distintas. Isto é relevante para o estudo da biodiversidade de Angola porque estas colecções são importantes, não só porque albergam muitos espécimes-tipo, mas também porque algumas são as mais representativas da biodiversidade de Angola em termos mundiais. Por exemplo, o herbário LISC do IICT conta com cerca de 70 000 espécimes – o maior número para Angola em todo o mundo – porque combinou exemplares duplicados de várias expedições, enquanto em Angola estes se encontram em herbários separados (LUBA, LUAI, LUA).

O atlas baseado nos espécimes de borboletas de Angola realçou a importância do acesso a colecções valiosas mas de propriedade privada. Neste exemplo, foram consultadas quatro colecções particulares.

Os exemplares colhidos em Angola não têm uma distribuição uniforme em todo o país, como frequentemente se observa em colecções de história natural (Lavoie, 2013; ver também Dean *et al.*, 2019; Mendes *et al.*, 2019; Beja *et al.*, 2019, este volume). O viés reflecte-se tanto na cobertura espacial das colecções, como na representatividade dos grupos em termos nacionais (Fig. 19.3). Algumas regiões de Angola estão claramente sub-representadas nas colecções, como é o caso das províncias do Zaire e do Uíge, no Noroeste, e da maioria das províncias orientais, incluindo a Lunda-Norte, a Lunda-Sul, o Moxico e o Cuando Cubango. Segundo Crawford-Cabral (2010), existe um triângulo que se estende desde o Bié para nordeste até à Lunda-Sul e para sudeste até ao rio Cuando, onde se regista uma séria ausência de conhecimento sobre a fauna. Isto inclui as interessantes áreas do Alto Zambeze. A província da Huíla destaca-se por ter quase o dobro do número de espécimes em comparação com a segunda província, o Namibe – possivelmente como resultado do estabelecimento, na Huíla, das colecções e da equipa de investigação do IICA, cujo impacto é igualmente notado nas províncias vizinhas.

Na maioria das províncias, as colecções vegetais suplantam os outros táxones, mas em quatro – Benguela, Cuanza-Sul, Malanje, Namibe – o número de aves excede o das plantas. O número de mamíferos existentes nas colecções tem alguma expressão no Bié, Benguela, Cuanza-Sul, Huíla e Malanje. Quanto às colecções de peixes, estas estão mais presentes nas áreas do rio Zambeze, no Moxico e nas Lundas. Nesta última região, encontramos uma importante representação de artrópodes em colecções, que

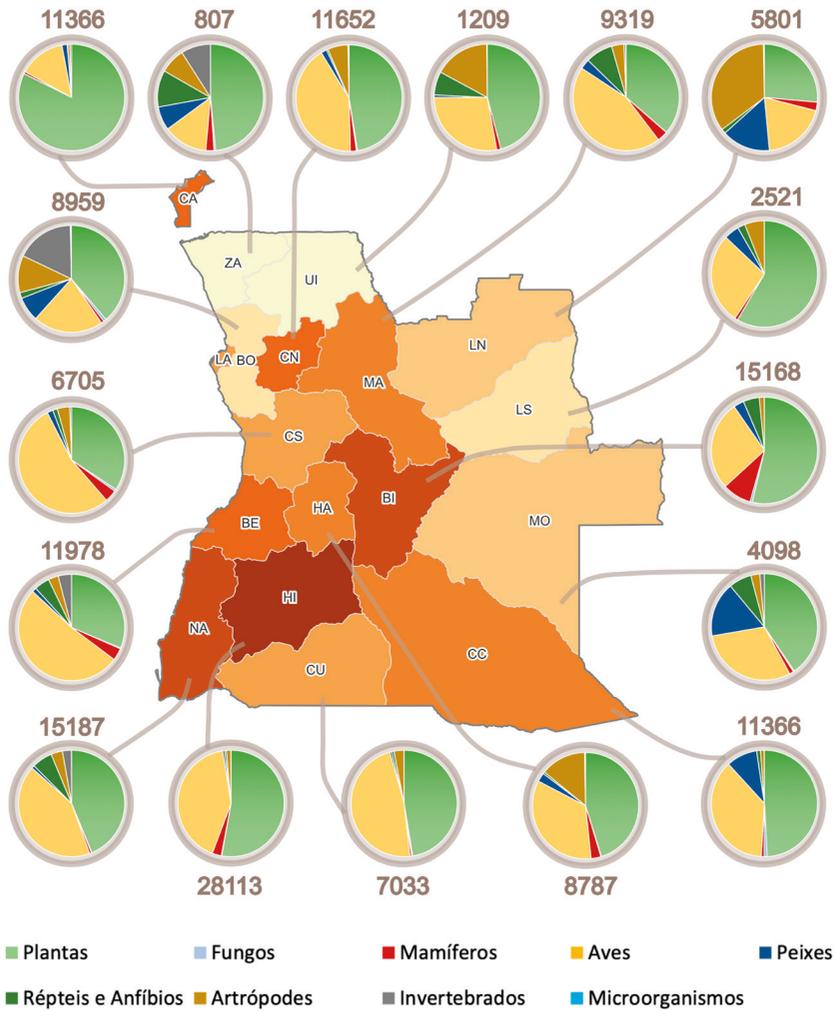


Fig. 19.3 Número de registos por província, com as cores mais escuras correspondendo a números maiores. Cada gráfico apresenta a divisão por tipo de coleção e o número de registos da província. Os registos de Luanda e Bengo foram agregados num gráfico. Nomes das províncias: Bo – Bengo, BE – Benguela, BI – Bié, CA – Cabinda, CC – Cuando Cubango, CN – Cuanza-Norte, CS – Cuanza-Sul, Cu – Cunene, HA – Huambo, HI – Huíla, LA – Luanda, LN – Lunda-Norte, LS – Lunda-Sul, MA – Malanje, MO – Moxico, NA – Namibe, UI – Uíge, ZA – Zaire

pode ser um resultado da actividade do Museu do Dundo, criado em 1942. Este museu incluiu o Laboratório de Biologia, onde A. Barros de Machado e E. Luna de Carvalho estabeleceram numerosas ligações internacionais com especialistas, incluindo a permuta de espécimes com outras coleções.

Estado actual das colecções de história natural em Angola

Em Angola, a paisagem das colecções de museu e herbário é consideravelmente diversificada em termos de governação institucional. Ainda que sejam, todas elas, entidades públicas, as instituições depositárias dependem de diferentes ministérios, o que implica diferentes prioridades e programas de financiamento. Como resultado, tem sido difícil elaborar uma estratégia comum para o desenvolvimento e uso das CHN em Angola. Actualmente, as diferentes instituições possuem diferentes capacidades e dimensões. A maioria ainda está inactiva ou a iniciar as suas actividades, dedicando-se essencialmente à realização de inventários e à digitalização e sistematização de informações sobre as espécies.

As actividades de investigação também são recentes e têm contado com projectos de colaboração internacional como a Rede de Diversidade Botânica da África Austral (SABONET), o Programa de Aquisição de Competências para Avaliação da Biodiversidade em Angola, a Iniciativa Africana de Plantas (African Plant Initiative – API), o Centro de Serviços Científicos para a Alteração Climática e Gestão Adaptativa da Terra na África Austral (SASSCAL), o Future Okavango (TFO) e o Projecto da Vida Selvagem do Okavango da National Geographic, entre outros. Estas oportunidades de financiamento permitiram o apoio da cooperação com instituições internacionais relevantes (Reais Jardins Botânicos, Kew, e Instituto Nacional Sul-Africano da Biodiversidade – SANBI), possibilitando a reabilitação de algumas colecções do país e a formação de pessoal qualificado para a sua gestão, expansão e valorização. Neste contexto, Angola tem beneficiado desde 2013 das iniciativas de formação do GBIF, por meio do seu nó português, para a informatização e publicação de dados sobre a biodiversidade.

Outro programa de cooperação também contribuiu recentemente para o avanço da mobilização e melhoramento da capacidade de dados em Angola. No âmbito do programa Biodiversity Information for Development (BID), gerido pelo GBIF com fundos da Comissão Europeia, Angola dispõe agora de um projecto nacional, liderado pelo SASSCAL, que teve início em 2016. Para além das actividades de mobilização de dados, algumas das quais com base em colecções, o projecto permitirá a Angola participar em *cursos* de formação, promovidos pelo GBIF e por outros parceiros, dedicados à publicação, qualidade e utilização de dados sobre a biodiversidade.

Colecções activas

No âmbito deste capítulo, consideramos colecções activas aquelas que estão a apoiar ou a desenvolver actividades de investigação, contribuindo para o acréscimo de valor da colecção, por meio da adição de novos espécimes biológicos, ou para a sua valorização via revisão taxonómica, digitalização e utilização por investigadores no local e *online*.

HERBÁRIO LUBA

Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla (ISCED), Lubango

Fundada em 1958 com a criação do Instituto de Pesquisa Científica de Angola (IICA), a colecção alberga actualmente 15 902 exemplares de plantas pertencentes a 202 famílias e 3520 espécies. Os principais colectores foram G. Barbosa, A. de Menezes, R. Santos, R. Correia e J. M. Daniel. Após a independência, aproximadamente metade da colecção foi transferida para Luanda, tornando-se parte do herbário LUAI. Actualmente, está a ser preparada a base de dados da colecção e 200 exemplares estão disponíveis em alta resolução por meio do repositório Global Plants em <http://plants.jstor.org>.

HERBÁRIO LUAI

Universidade Agostinho Neto, Luanda

O Herbário de Luanda incorporou parte do Herbário LUBA, que foi parcialmente transferido para Luanda para ser depositado no Centro Nacional de Investigação Científica da Universidade Agostinho Neto (Martins & Martins, 2002). O LUAI alberga actualmente cerca de 35 000 exemplares botânicos que representam aproximadamente 5000 espécies. Os principais colectores foram A. de Menezes, M. Batalha, J. M. Daniel, M. Lopes, R. Santos, B. Sousa e F. Sousa. Entre 1995 e 2007, este herbário teve a seu cargo 45 000 amostras botânicas do Herbário LUBA. Actualmente, possui a infra-estrutura digital necessária para a constituição de bases de dados, mas o ritmo de catalogação tem sido lento.

HERBÁRIO LUA

Instituto de Investigação Agrária (IIA), Ministério da Agricultura, Huambo

O LUA foi o primeiro herbário criado em Angola, na província do Huambo, em 1941 (Martins & Martins, 2002). A sua colecção inclui cerca de 40 000 espécimes. As principais contribuições devem-se a G. Barbosa, J. Gossweiler, C. de Matos, O. A. Leistner, E. J. Mendes, F. A. Mendonça, R. Monteiro e F. Murta. Está a ser preparado um projecto de digitalização, no âmbito do Projecto Nacional do programa BID.

COLECÇÕES DE AVES E DE MAMÍFEROS

Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla (ISCED), Lubango

Estas colecções foram criadas como uma secção do IICA, instalado no Lubango no final da década de 1950. O primeiro registo data de 1958, tendo sido incorporados aproximadamente 40 000 exemplares até 1975. A colecção de aves é composta por 34 471 peles, além de ovos, ninhos e embriões, distribuídos por 26 ordens, 84 famílias e 305 géneros. Merece destaque a contribuição de António Rosa Pinto, que representa 21% dos exemplares da colecção recolhidos entre 1958 e 1972 em todo o país (ver mapa em Dean *et al.* 2019,). A colecção de mamíferos consiste em 4299 peles de 157 espécies distribuídas por 11 ordens, 56 famílias e 103 géneros, bem como um número não registado de esqueletos e crânios. A sua cobertura cronológica corresponde a 1960-1978, e os principais colectores foram J. Crawford Cabral, A. P. Simões, C. Simões e E. Epalanga. A colecção completa de aves e o grupo dos quirópteros – inserido nos mamíferos, com cerca de 300 exemplares – encontram-se em base de dados e serão publicados por meio do GBIF.

COLECÇÃO HERPETOLÓGICA

Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla (ISCED), Lubango

Esta é a primeira colecção herpetológica criada depois de 1975, como resultado de um estudo incluído no projecto SASSCAL, sob a responsabilidade de Ninda Baptista. Alberga 1081 espécimes de répteis e anfíbios (aproximadamente 30-70%, respectivamente) conservados em álcool, bem como girinos, ovos e amostras de tecidos. Dois colectores, Ninda Baptista e Pedro Vaz Pinto, têm feito importantes contribuições para esta colecção.

COLECÇÃO ENTOMOLÓGICA

Instituto de Investigação Agrária (IIA), Ministério da Agricultura, Huambo

Tendo como base os livros de registo, a colecção contém 44 884 espécimes. Existe também um programa de digitalização para esta colecção, com os Odonata (1006 registos) já digitalizados e publicados via GBIF (Cassinda *et al.*, 2018), ao que se seguirão outras ordens.

COLECÇÃO DE COBRAS

Centro de Investigação e Informação de Medicamentos e Toxicologia (CIMETOX), Malanje

Recentemente, foi criada uma colecção de cobras em Malanje, no Centro de Investigação e Informação de Medicamentos e Toxicologia da Faculdade de Medicina de Malanje (Oliveira *et al.*, 2016). O número de amostras não se encontra disponível nesta fase.

Colecções inactivas

COLECÇÃO ZOOLOGICA DO DUNDO

Museu do Dundo, Ministério da Cultura, Dundo

Embora a criação do Museu do Dundo remonte a 1942, a colecção zoológica teve início em 1936 (Machado, 1952). Este museu é mais conhecido pela sua valiosa colecção etnográfica, pelo que, por ocasião do restauro desta no início deste século, as colecções biológicas não foram abrangidas e algumas correm risco de deterioração. De acordo com E. C. Afonso, curador da Secção Biológica na década de 1980, o museu possui cerca de 50 000 espécimes de mamíferos, peixes, répteis, anfíbios e insectos, contando estes últimos com o maior acervo – cerca de 30 000 exemplares. Tendo em conta o seu valor, esperamos que esta colecção possa ser estudada e restaurada no futuro. Originalmente, o museu também tinha um herbário (DIA), que já não existe.

MUSEU NACIONAL DE HISTÓRIA NATURAL

Ministério da Cultura, Luanda

O museu foi criado em 1938 e mudou-se para a sua localização actual em 1956. Alberga espécimes montados de mamíferos, peixes, pássaros, répteis e insectos. No entanto, não foi possível determinar se existe uma colecção

activa, o número de espécimes e o seu valor para a investigação científica. Não existe uma colecção de insectos. Este museu é actualmente responsável pela gestão do Museu do Dundo.

Utilização actual e potencial das colecções biológicas

As colecções de museu e herbário constituem exemplos em que o todo é maior do que a soma das partes. Cada exemplar, enquanto comprovativo de uma espécie encontrada na Natureza, é portador de dados biológicos (nos seus genes, tecidos, características, bioquímica) e metadados (na sua etiqueta ou notas de campo anexas) que nos prestam informações contextuais sobre a sua localização, data, *habitat* e ecologia. Mas, a partir de um conjunto de exemplares que constituem uma colecção, é possível fazer comparações, agrupando-os e separando-os segundo as suas características, o que, em última instância, leva à descrição ou identificação de uma espécie. A possibilidade de estabelecer e analisar comparações entre exemplares é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento do que a espécie é e, como tal, da nossa compreensão da biodiversidade. Dispor de uma colecção é algo de grande valor. Assim sendo, temos de resistir ao destino previsto para as colecções na anterior citação de Saramago, que, na continuação do texto, diz:

«... por um pouco de tempo ainda o conseguem (pôr alguma ordem no mundo), mas só enquanto puderem defender a sua colecção, porque quando chega o dia de ela se dispersar, e sempre chega esse dia, ou seja por morte ou seja por fadiga do coleccionador, tudo volta ao princípio, tudo torna a confundir-se.»

Perderíamos demasiado se deixássemos que tudo voltasse ao caos – não podemos permitir que tal aconteça.

Sem dúvida, manter uma colecção tem o seu custo. Foram publicados diversos relatórios sobre o encerramento de colecções em virtude de restrições orçamentais, seja fechando as portas, restringindo ou desviando funcionários para outras tarefas, ou agregando colecções em grandes instalações (Gropp, 2003; Deng, 2015; Kemp, 2015). Por exemplo, no ano 2014, em Itália, estimava-se que um terço dos espécimes biológicos se teria perdido por falta de preservação ou má prática (Nature Editorial, 2014), enquanto que nos EUA 100 herbários tinham sido encerrados desde 1997

(Deng, 2015). O abandono de uma colecção acarreta a perda dos investimentos em expedições de campo, dos custos da subsequente preservação de exemplares ao longo de décadas ou séculos, para não referir que muitas espécies poderão já não ser encontradas nos locais de colheita originais, como consequência da perda de *habitat* ou de restrições à amostragem por motivos éticos ou de conservação. Como valor indicativo, as companhias de seguros norueguesas avaliam os exemplares de herbário em 21 euros cada (Hannu Saarenmaa, 2017, comunicação pessoal). Aqui, iremos centrar-nos nos usos dados às colecções e no papel das mesmas enquanto suporte à investigação científica, conservação da biodiversidade, segurança alimentar e outros benefícios sociais e económicos. Diversas análises já discutiram estes usos, fornecendo exemplos (Brooke, 2000; Suarez & Tsutsui, 2004; Tewksbury *et al.*, 2014; Rocha *et al.*, 2014), sendo de salientar que, com o desenvolvimento de métodos laboratoriais, tecnologias e outras ferramentas ainda por inventar, não podemos sequer prever as potenciais aplicações das colecções no futuro.

Preservação e documentação da biodiversidade

A aplicação mais fundamental das colecções de museu e herbário consiste no apoio à taxonomia e à sistemática, servindo como referências para a descrição, identificação e nomenclatura das espécies. Um dos papéis mais importantes das colecções é o de preservar os exemplares físicos que servirão como amostras para a descrição científica formal de uma nova espécie para a Ciência. Esses exemplares, geralmente mais do que um, recebem o nome de tipos. Um deles é geralmente designado como o holótipo pelo autor da espécie – aquele que é escolhido como sendo mais representativo das características da espécie –, mas os duplicados também podem ser mencionados na publicação da espécie e distribuídos entre outras colecções. Esta distribuição é importante por razões de segurança, para garantir que, se o holótipo se perder em virtude de uma infeliz eventualidade, outros exemplares que foram usados na descrição inicial da espécie são preservados. Em 2017, um pacote com exemplares enviados pelo Museu Nacional de História Natural de Paris para o Herbário de Queensland, na Austrália, incluindo alguns espécimes-tipo, foi incinerado pelos funcionários da alfândega australiana (Stokstad, 2017).

Os tipos são, como tal, exemplares especiais, pelo que a sua gestão é objecto de um extremo cuidado. É normal os programas de digitalização priorizarem-nos, para assegurar a sua preservação digital e um acesso alternativo aos exemplares via Internet. No caso dos espécimes-tipo vegetais, a Global Plants Initiative desenvolveu esta tarefa com o apoio da Fundação Andrew W. Mellon. O repositório Global Plants (<http://plants.jstor.org>) agrega e permite o acesso a mais de dois milhões de imagens de tipos em alta resolução, incluindo 3461 imagens de exemplares colhidos em Angola. O número total de tipos de Angola, de todos os grupos, publicados via GBIF e Global Plants é de 6983 (Tabela 19.2).

Tabela 19.2 Número de espécimes-tipo de Angola em CNH a nível mundial. As fontes dos dados são a Global Plants (<http://plants.jstor.org>) para os exemplares de plantas e o GBIF (GBIF.org 2018) para outros tipos de colecção

Tipo de colecção	Holótipos	Outros tipos	Total por colecção
Plantas	1236	2225	3461
Fungos	24	259	283
Mamíferos	25	14	39
Aves	108	79	187
Peixes	82	487	569
Herpetológica	40	229	269
Artrópodes	300	1218	1518
Invertebrados	146	511	657
Microorganismos		10	10
Total	1961	5022	6983

As colecções de museu e herbário servem para preservar não apenas tipos e outros exemplares já identificados, como também organismos ainda por identificar. Com efeito, muitos exemplares ficam por identificar durante vários anos, seja pela incapacidade de serem objecto de um processamento imediato após a sua recolha, ou porque a sua identificação representa desafios taxonómicos, por vezes ao nível da descrição de uma nova espécie para a Ciência. Nas plantas, apenas 16% das espécies recém-colectadas são descritas nos primeiros cinco anos após a sua recolha, e aproximadamente 25% das novas espécies são descritas usando exemplares mais de 50 anos

após a colheita (Bebber *et al.*, 2010), sendo provável que a situação seja idêntica no que respeita aos animais (Kemp, 2015).

As colecções são a principal fonte para a documentação da diversidade não apenas entre as espécies, mas também no seio das espécies. A maioria dos exemplares existentes em colecções não são tipos, mas sim exemplares regulares recolhidos numa determinada data e local, por um ou mais colectores, e representando uma espécie. Esses exemplares e as suas informações associadas representam aquilo a que chamamos dados primários de biodiversidade, servindo de suporte para diferentes tipos de estudos e aplicações. O conjunto de exemplares de uma espécie, de uma ou mais colecções, permite identificar o intervalo de variação natural das diversas características que são analisadas no processo de definição da espécie em questão. Muitas vezes, as etiquetas anexadas aos exemplares, ou os livros de registo associados às colecções, incluem informações sobre características que são registadas no momento da colheita ou quando a amostra é adicionada à colecção (por exemplo, tamanho, peso, comprimento, estágio de maturidade, cor da flor no caso das plantas, presença de frutos, etc.). Adicionalmente, é registado o *habitat*, as interações com outras espécies (por exemplo, parasita de, epífita de), o seu uso pelas populações locais na medicina tradicional, na alimentação e na construção (principalmente plantas).

A maioria dos estudos taxonómicos requer o acesso a mais do que uma colecção, de modo a permitir uma análise abrangente da variabilidade da espécie de interesse. Descobrir quais as colecções que possuem exemplares importantes para o estudo pode ser difícil, mas os actuais projectos de digitalização em curso em muitas colecções facilitam imenso a tarefa. É o caso de algumas colecções sediadas em Angola no Museu e Herbário do Lubango, das colecções entomológicas do Instituto de Investigação Agronómica, no Huambo, e do Herbário do Centro de Botânica da Universidade Agostinho Neto, em Luanda. As duas primeiras iniciativas estão a preparar a publicação das suas bases de dados por meio do GBIF, para permitir um acesso global e aberto aos dados, o que é possível embora Angola ainda não seja um membro da organização. Por meio do GBIF, os investigadores podem ter acesso às informações registadas, incluindo a maioria dos pormenores incluídos na etiqueta da amostra e, se disponível, uma imagem da mesma, uma gravação de som ou um vídeo anexado ao registo da amostra. Existem actualmente cerca de 49 000 exemplares de Angola com imagens anexadas.

Outras plataformas digitais de megaciência também apoiam o desenvolvimento de capacidade nos estudos taxonómicos (Triebel *et al.*, 2012). Estas incluem o Catalogue of Life (Catálogo da Vida), uma lista de espécies global para todos os grupos, que integra mais de 168 listas internacionais ou bases de dados taxonómicos específicos (Catalogue of Life, 2018); a Biodiversity Heritage Library (Biblioteca do Património da Biodiversidade) (2018), que permite o acesso digital à literatura sobre este património, incluindo muitas publicações com descrições originais das espécies e funções automáticas para procurar nomes científicos; a Encyclopedia of Life (Enciclopédia da Vida) (2018), que é também um portal integrativo para informações sobre descrição, classificação, distribuição e mapas multimédia de espécies; o Barcode of Life (Código de Barras da Vida) (Ratnasingham & Hebert, 2007), que permite o acesso a dados de sequência de códigos de barras; a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (2018), que promove avaliações globais e regionais do estatuto de conservação das espécies; e a já referida Global Plants Initiative. Todas estas iniciativas utilizam padrões, protocolos e ferramentas comuns no que respeita aos dados informáticos sobre biodiversidade que garantem a interoperabilidade entre plataformas sob um enquadramento geral (Hobern *et al.*, 2012). Isto significa que, quando os investigadores e as instituições contribuem para ou utilizam uma destas iniciativas, estão a aceder a um conjunto global e transversal de recursos que abrangem diversas dimensões da biodiversidade que, embora globais, fornecem dados pormenorizados aplicáveis ao nível local ou regional.

Estas combinações de dados são instrumentais para preparar, por exemplo, uma lista de espécies nacional, como a lista nacional de plantas vasculares (Figueiredo & Smith, 2008; Figueiredo *et al.*, 2009a, b). Esta tarefa requer não apenas a compilação de informações sobre as espécies e sua distribuição, mas também de sinónimos, ajudando por vezes a solucionar problemas taxonómicos, a área de distribuição de uma espécie, e a fazer frente à escassez de informações. O acesso via Internet a estas e outras plataformas similares é fundamental, bem como um factor importante na redução dos custos totais da investigação sobre a biodiversidade (Smith & Figueiredo, 2010).

É provável que, com a adição de novos métodos para a identificação da biodiversidade, se registre um aumento da importância das colecções na preservação do material de referência relativo à mesma. O código de

barras é um dos métodos usados para determinar sequências de ADN específicas de cada espécie (Gross, 2012) e pode acelerar a identificação de novas espécies. Estas sequências são armazenadas em repositórios de bancos de genes, enquanto os exemplares físicos relacionados, a origem das sequências, são armazenados como comprovativos nas colecções. Por vezes, o código de barras permite apurar que exemplares já representados numa colecção pertencem a espécies diferentes, pelo que se torna necessária uma nova organização das colecções. Actualmente, os museus estão a adoptar novos fluxos de trabalho com processamento de exemplares duplicados na taxonomia tradicional e molecular (Gross, 2012), seguindo uma forma nova e articulada de produzir conhecimento de história natural (Strasser, 2011).

Detectar alterações na distribuição das espécies e no ambiente

Compreender a distribuição das espécies é geralmente um problema multidimensional que envolve informações sobre ocorrências e migrações das mesmas, características climáticas e disponibilidade de recursos como comida e água. Os dados primários de biodiversidade das colecções são muitas vezes o único recurso de dados para a documentação da presença de espécies, seja por causa da perda de *habitats* resultante de alterações no uso do solo ou em virtude da extinção local de uma espécie. Estes dados primários, quando combinados com dados ambientais, podem ser usados para estabelecer modelos da distribuição de espécies com ferramentas numéricas que identificam os factores ambientais mais intimamente associados à ocorrência de uma espécie. Isto, por sua vez, é convertido num modelo de distribuição de espécies, expresso sob a forma de um mapa espacial da probabilidade de ocorrência. Embora sujeitos a problemas associados ao viés das amostras (Beck *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2018), estes modelos podem ser uma abordagem melhorada da análise de lacunas (Peterson & Kluza, 2003), ou podem contribuir para planear o esforço de amostragem em locais com um elevado potencial de ocorrência, mas que ainda não foram investigados.

Os dados de distribuição dos museus constituem um frequente apoio nas avaliações do impacto das alterações climáticas na distribuição das espécies. Ao comparar dois modelos, um para a distribuição actual e outro para uma distribuição futura hipotética, é possível identificar mudanças, incluindo a expansão ou redução da área de distribuição. A distribuição

actual pode ser modelada a partir de dados de colheita, usando um período de correspondência para os dados climáticos. Uma projecção para um estado futuro pode ser efectuada usando os mesmos dados de distribuição, mas com dados de cenários climáticos futuros. Usando esta abordagem, Warren *et al.* (2013) descobriram que metade das espécies vegetais e um terço das espécies animais podem perder metade da sua distribuição climática adequada até 2080. Outro exemplo com ligações à saúde humana é fornecido por Capinha *et al.* (2014), utilizando como espécie-alvo o mosquito *Aedes aegypti*, um vector da dengue. Estes autores utilizaram dados de colheita combinados com outras fontes de dados para determinar as condições macroclimáticas actualmente ocupadas por este mosquito e as alterações na sua distribuição no futuro próximo (2010-2039), com base em modelos de possíveis cenários climáticos.

Na avaliação de invasões biológicas, a utilização das CHN também é essencial. O registo histórico de uma espécie exótica tem de ser determinado para que a sua distribuição nativa seja identificada, bem como os seus requisitos ambientais e de *habitat*, ciclo de vida, interacções bióticas e abióticas. Frequentemente, os dados e informações sobre estes parâmetros estão apenas disponíveis em colecções de museu ou herbário. Estes dados permitirão não só avaliar o risco de invasão de uma espécie, como também prever a sua disseminação em novas regiões, o que pode ser efectuado com projecções de modelos de distribuição de espécies, como, por exemplo, o caracol-gigante-africano (Sarma *et al.*, 2015) ou um resultado da alteração climática na lantana (Taylor & Kumar, 2014). Mesmo que as colecções não tivessem registos históricos disponíveis para apoiar um estudo, elas são essenciais como repositório de novos registos de áreas investigadas para avaliações futuras (Rejmánek *et al.*, 2017). As colecções também são importantes para a avaliação dos impactos em áreas de invasão, na determinação das espécies afectadas pelas espécies exóticas.

Conservação da biodiversidade

A Lista Vermelha da IUCN tornou-se um padrão para a monitorização do estatuto de conservação de uma espécie. Vários dos critérios para determinar a categoria de ameaça da IUCN podem ser obtidos em colecções de história natural, como características da história de vida, biologia e extensão geográfica. Williams & Crouch (2017) investigaram se os registos

de herbário poderiam ser suficientes para uma estimativa precisa da distribuição geográfica das plantas na África do Sul, seguindo os critérios da Lista Vermelha da IUCN. Concluíram que os resultados melhoram quando as informações dos herbários nacionais são complementadas por conjuntos de dados de herbários locais ou regionais. Para Cabo Verde, os dados de herbário também foram utilizados nas avaliações da Lista Vermelha da flora endémica (Romeiras *et al.*, 2016). No entanto, o papel das colecções nas avaliações da Lista Vermelha começa a partir da identificação correcta de cada exemplar num levantamento, e antes da aplicação de qualquer critério, com base numa taxonomia comum para o grupo de espécies sob escrutínio (por exemplo, Grubb *et al.*, 2003).

Outro contributo das CHN para a conservação da biodiversidade pode ser encontrado nos programas de reintrodução. Quando uma população local de uma espécie está extinta ou em risco, é possível proceder à reintrodução de novos indivíduos para aumentar os níveis populacionais. No entanto, o perfil genético da população local deve ser determinado, a fim de garantir que os novos indivíduos reintroduzidos sejam o mais próximos possível da população original e, como tal, bem-adaptados às condições ambientais do novo local. Se as populações locais estiverem extintas, as colecções de museu ou herbário podem ser o único recurso para determinar o perfil genético das populações originais, caso se encontrem preservados nas CHN espécimes da população original. As colecções também são fundamentais para a determinação de outros aspectos do planeamento de translocação, incluindo requisitos de clima e *habitat* (IUCN/SSC, 2013).

Um serviço prestado pelas CHN também está relacionado com o comércio de animais e plantas selvagens, no âmbito da CITES. Frequentemente, exemplares de espécies selvagens são apreendidos por funcionários aduaneiros e a identificação da espécie é necessária para comparação com as listas nos anexos da convenção. É frequente as autoridades aduaneiras recorrerem aos taxonomistas das CHN para a identificação das espécies, sendo eles a fonte mais provável.

As colecções de museu e herbário também podem ser usadas para verificar se a rede de áreas de conservação é eficaz na garantia da protecção de espécies ameaçadas. Romeiras *et al.* (2014) utilizaram dados de colheita para fazer uma análise biogeográfica de 18 árvores madeireiras de elevado valor provenientes de Angola. Os autores concluíram que estas espécies podiam

ser agrupadas em quatro regiões, as quais tinham uma fraca correspondência com as ecorregiões actualmente reconhecidas do WWF (Fundo Mundial para a Natureza). Sugeriram que os planos de conservação baseados nas ecorregiões do WWF poderão constituir uma base inadequada para a conservação destas árvores, oito espécies das quais foram identificadas como sendo de conservação prioritária em virtude da sua distribuição muito restrita em Angola.

Apoio a uma produção alimentar sustentável

Como acontece com a definição adoptada pela Convenção sobre a Diversidade Biológica, a definição de agro-biodiversidade da FAO destaca três níveis de diversidade: a de recursos genéticos (variedades, raças); a de espécies utilizadas para alimentos, forragem, fibras, combustíveis e produtos farmacêuticos; e a de espécies não colhidas que apoiam a produção e a diversidade no meio mais vasto que apoia os ecossistemas agrícolas (FAO, 1999). Os sistemas sustentáveis de produção alimentar exigem uma atenção a todas estas dimensões, o que reforça o papel das CHN. Por exemplo, a conservação de parentes selvagens – espécies selvagens intimamente relacionadas com as cultivadas – é importante para garantir fontes de diversidade genética úteis para o desenvolvimento de culturas mais produtivas e resistentes (Castañeda-Álvarez *et al.*, 2016). Prioritária na conservação destas parentes selvagens é, como tal, a sua correcta identificação, baseada em dados de herbário, entre outras fontes (Castañeda-Álvarez *et al.*, 2016).

As colecções de história natural também são importantes em muitos outros aspectos dos agro-sistemas. É o caso da identificação de plantas daninhas e do controlo das pragas causadas por insectos e fungos. As colecções fornecem os recursos para a identificação destes organismos problemáticos, dados para a sua primeira detecção numa determinada área e informações sobre o histórico de vida e distribuição necessárias para determinar as potenciais áreas de ocorrência com recurso a abordagens de modelagem bioclimática e outras. A elevada biodiversidade dos agro-sistemas pode, em alguns casos, contribuir para aumentar a produtividade, promovendo serviços ecossistémicos, por exemplo, por meio da regulação biológica da fertilidade do solo (Duru *et al.*, 2015), na qual as CHN são importantes para orientar acções destinadas a aumentar a biodiversidade desses sistemas, fornecendo informações sobre as espécies, originais ou potenciais, nativas da região.

Dois outros tipos de recursos de apoio à alimentação e silvicultura também estão associados aos herbários. Um deles são as colecções de germaplasma ou bancos de sementes. Estas colecções de sementes são fundamentais para a preservação das espécies vegetais, ao manter sementes vivas e viáveis para uso futuro. Existem mais de 1300 bancos de sementes em todo o mundo (Rajasekharan, 2015), tanto para culturas como para espécies selvagens. Estes incluem o Global Seed Vault, em Svalbard, Noruega, que detém sementes de mais de 5000 espécies de plantas, e o Millennium Seed Bank, em Kew e em Wakehurst Place, no Reino Unido, que possui sementes de 10% das espécies selvagens do mundo. Em Angola, a Universidade Agostinho Neto alberga o único banco de sementes do país como parte do centro de recursos genéticos vegetais. O outro tipo de colecção é a xiloteca, composto por amostras de madeira, por vezes contando com várias peças com diferentes secções anatómicas da madeira da mesma espécie. Estas amostras são usadas, às vezes complementadas por tecnologias de genética molecular, na identificação de produtos de actividades ilegais no comércio madeireiro (Yu *et al.*, 2017).

Ligar a biodiversidade à sociedade através da educação

A biodiversidade encontra-se presente, ainda que raramente notada, no quotidiano do ser humano. Os museus de história natural são importantes para apresentar provas disso mesmo à população. Por meio de exposições, é possível explicar ou demonstrar, em termos simples, o valor da biodiversidade. Em expositores atraentes, pode ser apresentado o valor directo da biodiversidade nos alimentos, medicamentos, combustíveis, fibras, borracha, óleos e materiais de construção, mas também os valores indirectos através da regulação climática, reciclagem de nutrientes, purificação da água e do ar, polinização, e aspectos culturais, religiosos e estéticos. As pessoas têm de ser informadas por meio de expositores apropriados das CHN para, assim, poderem relacionar estes valores da biodiversidade com a sua vida diária. Estes tópicos também podem ser explorados mais profundamente para explicar conceitos biológicos aos estudantes.

Os exemplares de colecções facilitam a explicação de tópicos complexos aos visitantes. Por exemplo, conceitos como ciclos de vida, evolução, adaptação ao ambiente, interacção de espécies e muitos outros, são mais bem explicados tendo exemplares como suporte. Mas estes também podem ser

usados para prestar informação sobre a ciência subjacente. As causas da diversidade, como os genes se expressam em formas e cores, os papéis dos organismos microscópicos capazes de deslocar ou destruir corpos mil vezes maiores, o trabalho de um taxonomista, de um geneticista ou bioinformático na compreensão das filogenias, o papel dos organismos como bioindicadores de alterações ambientais, são exemplos do que pode interessar o visitante de uma CHN. Todas estas abordagens podem ser complementadas por formatos digitais, por meio de páginas da Internet que apresentem uma cobertura mais aprofundada dos tópicos exibidos nas exposições. Por meio da Internet, também é possível usar meios virtuais para colocar espécies nos seus *habitats* e ambientes, ou informar o visitante sobre as espécies do seu próprio bairro. Outros compromissos com o público também são possíveis, transformando o visitante em colaborador. Por exemplo, alguns museus implementaram actividades de *crowdsourcing* para criar o banco de dados de etiquetas de espécimes – uma tarefa morosa na digitalização das colecções (Les Herbonautes, 2018; Notes from Nature, 2018; DIGIVOL, 2018).

Outro exemplo é a participação da ciência cidadã, por meio da qual as plataformas de cidadãos podem apresentar registos, apoiados por imagens e outras informações, da ocorrência de espécies, normalmente referindo uma data e um local (através de coordenadas GPS) anexados. Muitos projectos deste tipo surgiram nos últimos anos, sendo os mais visíveis em termos globais o eBird (2018) para observações de aves e o iNaturalist.org (2018) para qualquer tipo de organismo. Embora sujeitas a erros, estas iniciativas têm o enorme mérito de expandir a rede de observadores voluntários e estão a melhorar os seus mecanismos internos de controlo de qualidade (usando algoritmos de análise de imagens, por exemplo), para sugerir ou corrigir identificações. Os registos com imagens anexadas tornam-se assim acessíveis aos investigadores, permitindo a validação dos mesmos.

Os museus podem ser janelas que permitem ligar a ciência da biodiversidade à sociedade. Não só podem contribuir para educar as pessoas sobre conceitos de conservação e sustentabilidade da biodiversidade, como também para atrair novos estudantes e praticantes para tópicos relacionados. Podem igualmente ser vibrantes pólos regionais para actividades de investigação e história natural, interligados com uma comunidade global de cientistas e naturalistas por meio de plataformas digitais. Em alguns casos, a sua importância também foi reconhecida ao nível económico: o

Museu de História Natural de Londres tem entrada gratuita para visitantes, um benefício obtido após a demonstração da vantagem económica de atrair turistas estrangeiros a Londres.

Roteiro das colecções de museus e herbários de Angola

O objectivo do desenvolvimento de conhecimentos sobre a biodiversidade de Angola deve estar intimamente ligado ao reforço do papel das colecções de história natural como uma referência dos recursos da biodiversidade. Esta ligação deve ser bidireccional, para garantir que, primeiro, as colecções de história natural são usadas em estudos sobre a biodiversidade angolana, e, segundo, que os espécimes que documentam novas informações de distribuição são incluídos nas colecções para referência futura. De modo a garantir que as CHN de Angola estão preparadas para desempenhar este papel, propomos o seguinte roteiro para as colecções angolanas de museus e herbários.

Compilar um inventário das colecções de Angola

Um inventário das colecções com espécimes de Angola, seja em instituições angolanas ou no estrangeiro, é importante para produzir um índice dos recursos disponíveis e apoiar uma análise de lacunas no que respeita à cobertura da biodiversidade dessas colecções. Isso pode ser feito por meio de uma descrição de metadados dos acervos dessas colecções, referindo os principais grupos taxonómicos, período de tempo, área geográfica coberta, principais métodos de preservação, número total (estimado) de exemplares e número de espécies na base de dados. Uma avaliação das necessidades de informação (Asese & Schiwinger, 2018) forneceria elementos para a priorização futura das actividades de mobilização de dados.

Identificar especialistas taxonómicos e promover o trabalho em rede

Uma rede de especialistas é essencial para apoiar as actividades das CHN, a fim de evitar, por exemplo, os grandes intervalos de tempo entre amostragem e identificação de espécimes. Estes poderão ser taxonomistas que trabalham nas colecções, mas são cada vez mais numerosos os ecologistas, biólogos moleculares e especialistas de outras áreas que levam a cabo actividades taxonómicas (Kemp, 2015). Esta rede de contactos deve ser desenvolvida de forma a abranger muitos grupos biológicos e estar fortemente

vinculada a actividades de cooperação na área da formação, programas de estudo e projectos voltados para a biodiversidade. Um caminho para promover a criação desta rede é a participação efectiva de Angola nas principais redes internacionais, como é o caso do GBIF, ou na comunidade internacional Biodiversity Information Standards (TDWG), que lidera e promove desenvolvimentos no campo da informática da biodiversidade em todo o mundo.

Promover actividades de repatriamento de dados

Os espécimes nacionais que se encontram em colecções no exterior contêm informações importantes que devem estar disponíveis para o estudo e gestão da biodiversidade em Angola. O repatriamento de dados pode ser promovido por uma combinação de iniciativas capazes de facilitar e acelerar o acesso. Por exemplo, no final da década de 1990, o México usou fundos governamentais para apoiar visitas de ornitólogos mexicanos às maiores colecções de aves nos Estados Unidos e na Europa, com o intuito de catalogar os espécimes de aves mexicanas numa base de dados (Peterson *et al.*, 2016). Uma abordagem semelhante poderia ser seguida no apoio aos estudantes ou investigadores de Angola que visitassem as instituições que albergam colecções angolanas. Além disso, muitas colecções têm projectos de criação de base de dados; como tal, a coordenação com essas actividades poderia facilitar a priorização da mobilização de dados. O enquadramento para estas actividades de mobilização de informação pode ser promovido pela participação dos países e instituições no GBIF.

Incluir actividades de CHN nos currículos universitários

Durante o último quartel do século xx, verificou-se uma diminuição na importância da história natural em muitos currículos de universidades de todo o mundo. Poucos ou nenhuns créditos foram atribuídos à taxonomia tradicional, em comparação com disciplinas de ecologia, biologia celular e molecular, evolução e biotecnologia. No entanto, as colecções de história natural podem agora abranger estes novos métodos, mantendo assim o seu carácter fundamental na compreensão da biodiversidade mundial. Podemos ver as CHN como entidades vibrantes que combinam a preservação biomolecular e de espécimes, bem como a infra-estrutura informática da biodiversidade, estando preparadas para responder aos desafios que se

põem à sociedade, como as alterações climáticas, a perda de biodiversidade e a segurança alimentar. Como tal, a história natural pode ser atraente para professores e estudantes universitários e pós-graduandos, desde que as suas actividades possam ser devidamente compensadas. Uma maneira de o conseguir passa por recompensar a publicação de dados nas avaliações de carreira dos investigadores e conceder um reconhecimento apropriado por meio de referências identificáveis ao uso de colecções em publicações científicas (Rouhan *et al.*, 2017).

Alinhar as CHN com as agendas de biodiversidade nacionais e internacionais

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, aprovada pelas Nações Unidas, inclui diversos objectivos nos quais a biodiversidade e os ecossistemas assumem um papel central. O Objectivo 15 (Biodiversidade, Florestas, Desertificação) é especificamente direccionado para travar a perda de biodiversidade, mas a biodiversidade também é relevante para outros Objectivos, como o Objectivo 2 (Fome e Segurança Alimentar), Objectivo 12 (Consumo e Produção Sustentáveis), Objectivo 13 (Alteração Climática) e Objectivo 14 (Oceanos), se considerarmos os serviços ecossistémicos ou a agro-biodiversidade. Angola terá a oportunidade de participar nesta agenda com acções que cumpram os requisitos internacionais, que por sua vez se traduzam em prioridades nacionais. As instituições com CHN em Angola devem estar preparadas para responder às necessidades que a implementação desta agenda requer, nomeadamente no fornecimento da informação e do conhecimento especializado essenciais no apoio a projectos e relatórios.

Conclusões

As colecções de museu e herbário estão a recuperar o seu papel fundamental no estudo da biodiversidade, com a rápida evolução recentemente observada na biologia molecular e na informática da biodiversidade. Estas novas ferramentas contribuem para acelerar e acrescentar níveis de análise aos activos da biodiversidade representados nas colecções, não apenas para os materiais amostrados em projectos correntes, como também para os espécimes colhidos ao longo da história de cada colecção. Muitos exemplares permaneceram ocultos em colecções durante décadas antes de serem descobertos como novas espécies para a Ciência. Como tal, as colecções

representam um activo importante, preservando a biodiversidade conhecida (e desconhecida) de uma região ou de um país, especialmente se elas se conjugarem com estas novas abordagens de análise e permitirem o acesso a informações sobre a biodiversidade.

Regista-se presentemente uma sub-representação da biodiversidade de Angola nas CHN. A vastidão do país e a diversidade das suas ecorregiões e *habitats* significa que esta é uma tarefa exigente mas essencial para apoiar o conhecimento e a conservação da biodiversidade no país. É difícil determinar um valor para o número total de espécimes em colecções de Angola a nível mundial. Todavia, com base nos dados disponíveis graças ao GBIF, é possível obter aproximações. O número actual de registos disponíveis *online* por meio desta plataforma é de cerca de 150 000, o que representa a mesma ordem de grandeza de outros países da África Austral (excepto a África do Sul, com 2,9 milhões, e a República Democrática do Congo, com 800 000). É provável que a situação melhore num futuro próximo, com o início da participação das instituições angolanas no GBIF (e a possível participação do país), mas a importância destes números terá de ser traduzida num acesso efectivo, uma vez efectuada uma avaliação da adequação ao uso, bem como uma análise das lacunas da cobertura taxonómica e espacial e dos enviesamentos dos dados.

Existem três herbários e quatro colecções zoológicas sediados em Angola, mas nem todos se encontram actualmente activos no apoio à investigação ou a outras actividades relacionadas com a biodiversidade. Os três herbários possuem ou têm planos para criar uma base de dados das suas colecções e a instituição depositária de dois deles (ISCED e IIA) já está registada como editora de dados de biodiversidade por meio do GBIF, indicando que estes conjuntos de dados estarão disponíveis com acesso aberto no futuro. Em termos de colecções zoológicas, as do ISCED e do IIA também estão a desenvolver actividades de criação de base de dados nas suas colecções, nomeadamente de aves e mamíferos, no primeiro caso, e entomológica, no segundo, com perspectivas de publicação *online* via GBIF muito em breve. Todavia, algumas outras colecções importantes permanecem escondidas ou pouco acessíveis aos investigadores, como as do Museu do Dundo e as do Museu Nacional de História Natural. Poucas informações estão disponíveis quanto à situação actual e acessibilidade destas colecções, embora esteja disponível uma extensa literatura sobre a actividade do Museu do Dundo,

numa publicação feita por esta instituição nas décadas de 1950 e 1960, com referências a espécimes presentes na colecção (Machado, 1995).

A disponibilidade de dados *online* é fundamental para levar os investigadores e especialistas nacionais e internacionais a usar as colecções existentes no país. Isto é importante para promover a colaboração internacional e aumentar a capacidade de utilização destas colecções como forma de melhorar o conhecimento da biodiversidade angolana, em tópicos relacionados com a ecologia, evolução e conservação. Estas colaborações são também relevantes para promover a mobilização de dados e a melhoria da qualidade das colecções sediadas em Angola e no estrangeiro, o que é agora sustentado por um enquadramento de plataformas digitais internacionais. Mas as colecções existentes em Angola têm de estar preparadas para apoiar novas actividades de investigação em campo, tendo em conta que a biodiversidade de partes do país ainda é relativamente desconhecida e requer levantamentos de campo, como descrito noutros capítulos deste volume. Além disso, para fazer frente aos grandes desafios ambientais, como a perda de biodiversidade, as alterações climáticas e as espécies exóticas invasoras, é urgentemente necessário fornecer mais informações e conhecimento sobre a biodiversidade, e as colecções são certamente a forma mais acessível de começar.

As colecções de história natural também são importantes para ligar a biodiversidade à sociedade. Muitos aspectos da importância da biodiversidade na vida quotidiana podem ser apresentados com recurso a expositores atractivos que despertem a curiosidade natural do ser humano para as características da estrutura e funcionamento da mesma, resultando em impactos importantes na educação e consciencialização das comunidades. A promoção de exposições e actividades também pode contribuir para atrair mais jovens investigadores para o trabalho nas CHN. A educação é um dos papéis mais importantes das colecções, em associação com outros objectivos de preservação, documentação e conservação da biodiversidade. Assim sendo, as colecções de história natural representam infra-estruturas estratégicas para um país: razão suficiente para contradizer o destino previsto por Saramago, de que todas voltariam ao caos.

Referências

- Albuquerque, S., Brummitt, R. K., Figueiredo, E. (2009). Typification of names based on the Angolan collections of Friedrich Welwitsch. *Taxon* **58**: 641-646
- Albuquerque, S., Correia, A. (2010). The Welwitsch Collections – Iter Angolense (1853-1860) at LISU. In: X. Van Der Burgt, J. Van Der Maesen & J-M. Onana (eds.) *Systematics and Conservation of African Plants*. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 787-790
- Alves, M. J., Bastos-Silveira, C., Cartaxana, A. *et al.* (2014). As Coleções Zoológicas do Museu Nacional de História Natural e da Ciência. In: M. J. Alves, A. Cartaxana, A. M. Correia *et al.* (eds.) *Professor Carlos Almaça (1934-2010) – Estado da Arte em Áreas Científicas do Seu Interesse*. Museus da Universidade de Lisboa, Lisboa, pp. 289-301
- Asase, A., Schwinger, G. O. (2018). Assessment of biodiversity data holdings and user data needs for Ghana. *Biodiversity Informatics* **13**: 27-37
- Baptista, N., Conradie, W., Vaz Pinto, P. *et al.* (2019). Os anfíbios de Angola: estudos iniciais e estado actual do conhecimento. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto
- Bebber, D. P., Carine, M. A., Wood, J. R. I. *et al.* (2010). Herbaria Are a Major Frontier for Species Discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**: 22169-22171
- Beck, J, Böller, M, Erhardt, A. *et al.* (2014). Spatial bias in the GBIF database and its effect on modeling species' geographic distributions. *Ecological Informatics* **19**: 10-15
- Beja, P, Vaz Pinto, P, Veríssimo, L. *et al.* (2019). Os mamíferos de Angola. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto
- Biodiversity Heritage Library (2018). URL <https://www.biodiversitylibrary.org/> (consultado em 6.12.18)
- Branch, W. R., Vaz Pinto, P., Baptista, N. *et al.* (2019). Os répteis em Angola: história, diversidade, endemismo e hotspots. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto
- Brooke, M. L. (2000) Why museums matter. *Trends in Ecology & Evolution* **15**: 136-137
- Burgess, N., Hales, J. D., Underwood, E. *et al.* (2004) *Terrestrial Ecoregions of Africa and Madagascar – a Conservation Assessment*. Island Press, Washington DC, 499 pp.
- Cabral, J. C. (2010). João Crawford Cabral (depoimento, 2009). IICT, Lisboa, 16 pp.
- Capinha, C., Rocha, J., Sousa, C. A. (2014). Macroclimate determines the global range limit of *Aedes aegypti*. *EcoHealth* **11**(3): 420-428
- Cassinda, S., Fernandes Elizalde, S., Bassimba, D. (2018). Coleção Entomológica IIA. Instituto de Investigação Agronómica - IIA. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/bhqdhq> consultado via GBIF.org em 2018-06-18
- Castañeda-Álvarez, N. P., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A. *et al.* (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* **2**: 16022
- Catalogue of Life (2018). URL <http://www.catalogueoflife.org/> (consultado em 6.12.18)
- Ceríaco, L. M. P. (2014). O “Arquivo Histórico Museu Bocage” e a História da História Natural em Portugal. In: M. J. Alves, A. Cartaxana, A. M. Correia *et al.* (eds.) *Professor Carlos Almaça (1934-2010) – Estado da Arte em Áreas Científicas do Seu Interesse*. Museus da Universidade de Lisboa, Lisboa, pp. 329-358

Dean, W. R. J., Melo, M., Mills, M. S. L. (2019). A avifauna de Angola: riqueza, endemismo e raridade. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto

Deng, B. (2015). Plant collections left in the cold by cuts. *Nature* **523**: 16-16

DIGIVOL (2018). URL <https://digivol.ala.org.au/> (consultado em 6.15.18)

Duru, M., Therond, O., Martin, G. et al. (2015). How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **35**: 1259-1281

eBird (2018). URL <https://ebird.org/home> (consultado em 6.15.18)

Encyclopedia of Life (2018). URL <http://eol.org/> (consultado em 6.12.18)

FAO (1999). Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference, Background Paper 1. FAO, Maastricht

Figueiredo, E., Smith, G. F. (eds.) (2008). Plants of Angola / Plantas de Angola. *Strelitzia* **22**: 1-279

Figueiredo, E., Smith, G. F., Cesar J. (2009a). The flora of Angola: first record of diversity and endemism. *Taxon* **58**: 233-236

Figueiredo, E., Soares, M., Seibert, G. et al. (2009b). The botany of the Cunene-Zambezi Expedition with notes on Hugo Baum (1867-1950). *Bothalia* **39**: 185-211

Fontaine, B., Perrard, A., Bouchet, P. (2012). 21 years of shelf life between discovery and description of new species. *Current Biology* **22**: R943-R944

GBIF.org (25 May 2018). GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.urk4kx>

Gilles, D., Zaiss, R., Blach-Overgaard, A. et al. (2016). RAINBIO: a mega-database of tropical African vascular plants distributions. *PhytoKeys* **74**: 1-18

Gomes, V. H. F., Ijff, S. D., Raes, N. et al. (2018). Species Distribution Modelling: Contrasting presence-only models with plot abundance data. *Scientific Reports* **8**: 1003

Goyder, D. J., Gonçalves, F. M. P. (2019). A flora de Angola: coletores, riqueza e endemismo. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto

Gropp, R. E. (2003). Are university natural science collections going extinct? *BioScience* **53**: 550-550

Gross, M. (2012). Barcoding biodiversity. *Current Biology* **22**: R73-R76

Grubb, P., Butynski, T. M., Oates, J. F. et al. (2003). Assessment of the Diversity of African Primates. *International Journal of Primatology* **24**: 1301-1357

Hobern, D., Apostolico, A., Arnaud, E. et al. (2012). Global Biodiversity Informatics Outlook: Delivering biodiversity knowledge in the information age. Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen. Available at: <https://www.gbif.org/document/80859>

Huntley, B. J. (2019). Angola, um perfil: fisiografia, clima e padrões de biodiversidade. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciência, Porto

iNaturalist.org (2018). URL <https://www.inaturalist.org/> (consultado em 6.15.18)

IUCN/SSC (2013). Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. IUCN Species Survival Commission, Gland

Kemp, C. (2015). Museums: the endangered dead. *Nature* **518**: 292-294

- Kipping, J., Clausnitzer, V., Fernandes Elizalde, S. R. F. *et al.* (2019). As libélulas e libelinhas de Angola: uma síntese actualizada. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciencia, Porto
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever changing world: herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **15**: 68-76
- Les herbonautes (2018). URL <http://lesherbonautes.mnhn.fr/> (consultado em 6.15.18)
- Machado, A. B. (1952). Generalidades acerca da Lunda e da sua exploração biológica. *Companhia de Diamantes de Angola, Publicações Culturais* **12**: 1-111
- Machado, A. B. (1995). Notícia sumária sobre a acção cultural da Companhia de Diamantes de Angola. In: *Diamang – Estudo do património cultural da ex-Companhia dos Diamantes de Angola*. Publicações do Centro de Estudos Africanos, Museu Antropológico da Universidade de Coimbra, Coimbra, pp. 11-24
- Martins, E., Martins, T. (2002). Herbários de Angola: que futuro? *Garcia da Orta, Sér. Bot.* **16(1-2)**: 1-4
- Mendes, L. F., Bivar-de-Sousa, A., Figueira, R. (2013). *Butterflies of Angola. Lepidoptera. Papilionoidea. I. Hesperidae, Papilionidae*. IICT and CIBIO, Lisboa e Porto
- Mendes, L., Bivar-de-Sousa, A., Williams, M. (2019). As borboletas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) de Angola. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciencia, Porto
- Mills, M., Melo, M. (2013). *The Checklist of the Birds of Angola 2013*. Associação Angolana para Aves e Natureza, Luanda, Angola
- Mills M, Franke U, Joseph G, Maiato F, Milton S, Monadjem A, Oschadleus D, Dean W (2010) Cataloguing the Lubango Bird Skin Collection: towards an atlas of Angolan bird distributions. *Bull ABC* **17**:43–53
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S. *et al.* (2011). How many species are there on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol* **9**: e1001127
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**:853–858
- Nature Editorial (2014). Save the museums. *Nature* **515**: 311-312
- Notes from Nature (2018). URL <https://www.notesfromnature.org/> (consultado em 6.15.18)
- Oliveira, P. S. D., Rocha, M. T., Castro, A. G. *et al.* (2016). New records of Gaboon viper (*Bitis gabonica*) in Angola. *The Herpetological Bulletin* **136**: 42-43
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D. *et al.* (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience* **51**: 933-938
- Peterson, A. T., Kluza, D. A. (2003). New distributional modelling approaches for gap analysis. *Animal Conservation* **6**: 47-54
- Peterson, A. T., Navarro-Sigüenza, A. G., Gordillo-Martínez, A. (2016). The development of ornithology in Mexico and the importance of access to scientific information. *Archives of Natural History* **43**: 294-304
- Prathapan, K. D., Pethiyagoda, R., Bawa, K. S. *et al.* (2018). When the cure kills – CBD limits biodiversity research. *Science* **360**: 1405-1406
- Pyke, G. H., Ehrlich, P. R. (2010). Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews* **85**: 247-266
- Rajasekharan, P. E. (2015). *Gene Banking for Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources*, in: *Plant Biology and Biotechnology*. Springer, New Delhi, pp. 445-459

- Ratnasingham, S., Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes* **7**: 355-364
- Rejmánek, M., Huntley, B. J., Roux, J. J. L. *et al.* (2017). A rapid survey of the invasive plant species in western Angola. *African Journal of Ecology* **55**: 56-69
- Rocha, L. A., Aleixo, A., Allen, G. *et al.* (2014). Specimen collection: an essential tool. *Science* **344**: 814-815
- Romeiras, M. (1999). Subsídio para o conhecimento dos colectores botânicos em Angola. *Revista de Ciências Agrárias* **22**: 73-83
- Romeiras, M. M., Catarino, S., Gomes, I. *et al.* (2016). IUCN Red List assessment of the Cape Verde endemic flora: towards a global strategy for plant conservation in Macaronesia. *Botanical Journal of the Linnean Society* **180**: 413-425
- Romeiras, M. M., Figueira, R., Duarte, M.C. *et al.* (2014). Documenting biogeographical patterns of African timber species using herbarium records: a conservation perspective based on native trees from Angola. *PLoS ONE* **9**: e103403
- Rouhan, G., Dorr, L. J., Gautier, L. *et al.* (2017). The time has come for Natural History Collections to claim co-authorship of research articles. *Taxon* **66**: 1014-1016
- Santos, J., Sales, F. (eds.) (2018). Catalogue of the Herbarium of the University of Coimbra (COI). Department of Life Sciences, Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra. <http://coicatalogue.uc.pt>. Consultado a 5 de Maio, 2018
- Saramago, J. (2000). *All the Names*. The Harvill Press, London
- Sarma, R. R., Munsli, M., Ananthram, A. N. (2015). Effect of climate change on invasion risk of giant African snail (*Achatina fulica* Férussac, 1821: Achatinidae) in India. *PLoS ONE* **10**: e0143724
- Skelton, P. H. (2019). Os peixes de água doce de Angola. In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) *Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna*. Arte e Ciencia, Porto
- Smith, G. F., Figueiredo, E. (2010). E-taxonomy: an affordable tool to fill the biodiversity knowledge gap. *Biodiversity and Conservation* **19**: 829-836
- Stokstad, E. (2017). Botanists fear research slowdown after priceless specimens destroyed at Australian border. *Science News* 11-05-2017. doi:10.1126/science.aal1175 (consultado em 6.13.18)
- Strasser, B. J. (2011). The experimenter's museum: GenBank, natural history, and the moral economies of biomedicine. *Isis* **102**: 60-96
- Suarez, A. V., Tsutsui, N. D. (2004). The value of museum collections for research and society. *BioScience* **54**: 66-74
- Taylor, S., Kumar, L. (2014). Impacts of climate change on invasive *Lantana camara* L. distribution in South Africa. *African Journal of Environmental Science and Technology* **8**: 391-400
- Tewksbury, J. J., Anderson, J. G. T., Bakker, J. D. *et al.* (2014). Natural history's place in science and society. *BioScience* **64**: 300-310
- The IUCN Red List of Threatened Species (2018). URL <http://www.iucnredlist.org/> (consultado em 6.12.18)
- Thiers, B. (2018). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Triebel, D., Hagedorn, G., Rambold, G. (2012). An appraisal of megascience platforms for biodiversity information. *MycKeys* **5**: 45-63
- Warren, R., VanDerWal, J., Price, J. *et al.* (2013). Quantifying the benefit of early climate change mitigation in avoiding biodiversity loss. *Nature Climate Change* **3**: 678-682

Wheeler, Q. D., Knapp, S., Stevenson, D. W. *et al.* (2012). Mapping the biosphere: exploring species to understand the origin, organization and sustainability of biodiversity. *Systematics and Biodiversity* **10**: 1-20

Williams, V. L., Crouch, N. R. (2017). Locating sufficient plant distribution data for accurate estimation of geographic range: the relative value of herbaria and other sources. *South African Journal of Botany* **109**: 116-127

Yeates, D. K., Zwick, A., Mikheyev, A. S. (2016). Museums are biobanks: unlocking the genetic potential of the three billion specimens in the world's biological collections. *Current Opinion in Insect Science* **18**: 83-88

Yu, M., Jiao, L., Guo, J. *et al.* (2017). DNA barcoding of vouchered xylarium wood specimens of nine endangered *Dalbergia* species. *Planta* **246**: 1165-1176

Apêndice 19.1**Coleções de história natural que contêm espécimes de Angola**

Sigla	Instituição
AMNH	American Museum of Natural History/ Museu Americano de História Natural (EUA)
ARC	Agricultural Research Council, Plant Protection Research Institute / Conselho de Investigação Agrícola, Instituto de Investigação para a Protecção Vegetal (África do Sul)
B	Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin – Dahlem / Jardim Botânico e Museu Botânico de Berlim – Dahlem (Alemanha)
BMSM	Bailey-Matthews National Shell Museum / Museu Nacional da Concha de Bailey-Matthews (EUA)
BR	Plantentuin Meise / Jardim Botânico de Meise (Bélgica)
CAS	California Academy of Sciences / Academia das Ciências da Califórnia (EUA)
CM	Carnegie Museums / Museus Carnegie (EUA)
COI	Herbário da Universidade de Coimbra (Portugal)
E	Royal Botanic Garden Edinburgh / Real Jardim Botânico de Edimburgo (Reino Unido)
FCEyN, UBA	ArOBIS Centro Nacional Patagónico (Argentina)
FishBase	FishBase
FMNH	Field Museum / Museu Field (EUA)
GNM	Göteborgs Naturhistoriska Museum / Museu de História Natural de Gotemburgo (Suécia)
Ifremer	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer / Instituto Francês de Investigação para a Exploração do Mar (França)
IICT	Instituto de Investigação Científica Tropical da Universidade de Lisboa (Portugal)
ISCED	Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla (Angola)
K	Royal Botanic Gardens, Kew / Reais Jardins Botânicos, Kew (Reino Unido)
KU	University of Kansas Biodiversity Institute / Instituto da Biodiversidade da Universidade do Kansas (EUA)
LEGON-GC	University of Ghana – Ghana Herbarium / Universidade do Gana – Herbário do Gana (Gana)
MACN	Museo Argentino de Ciencias Naturales / Museu Argentino de Ciências Naturais (Argentina)
MHNG	Muséum d'Histoire Naturelle de la Ville de Genève / Museu de História Natural de Genebra (Suíça)

Sigla	Instituição
MNCN	Museo Nacional de Ciencias Naturales / Museu Nacional de Ciências Naturais (Espanha)
MNHN	Museum National d'Histoire Naturelle / Museu Nacional de História Natural (França)
MUHNAC	Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa (Portugal)
MVZ	Museum of Vertebrate Zoology / Museu de Zoologia dos Vertebrados (EUA)
NHMUK	Natural History Museum / Museu de História Natural (Reino Unido)
RBINS	Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen / Real Instituto Belga de Ciências Naturais (Bélgica)
RMCA	Koninklijk Museum voor Midden-Afrika / Real Museu para a África Central (Bélgica)
S	Naturhistoriska riksmuseet / Museu Nacional de História Natural (Suécia)
SAIAB	South African Institute for Aquatic Biodiversity / Instituto Sul-Africano para a Biodiversidade Aquática (África do Sul)
SANBI	South African National Biodiversity Institute / Instituto Nacional Sul-Africano da Biodiversidade (África do Sul)
SMF	Naturmuseum Senckenberg / Museu de História Natural Senckenberg (Alemanha)
SNSB-M	Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns / Coleções de História Natural da Baviera (Alemanha)
TM	Ditsong National Museum of Natural History Collection / Coleção de História Natural do Museu Nacional Ditsong (África do Sul)
UPS	Uppsala Evolutionsmuseet / Museu da Evolução de Uppsala (Suécia)
USNM	National Museum of Natural History, Smithsonian Institution / Museu Nacional de História Natural, Instituto Smithsonian (EUA)
VM	Vänernsberg Museum / Museu de Vänernsberg (Suécia)
YPM	Yale University Peabody Museum / Museu Peabody da Universidade de Yale (EUA)
ZMB	Crustaceensammlung, Senckenberg / Coleção de Crustáceos, Senckenberg (Alemanha)
ZMUC	Zoologisk Museum, Statens Naturhistoriske Museum / Museu Zoológico, Museu Nacional de História Natural (Dinamarca)