

Biodiversidade no Brasil

João Renato Stehmann, Marcos Sobral

Introdução	1
Quantas espécies existem no planeta?	2
Quantas espécies existem no Brasil?	3
Lacunas de conhecimento – o exemplo das angiospermas	5
Espécies ameaçadas de extinção	6
Pontos-chave deste capítulo	7
Referências	8

Introdução

Biodiversidade é entendida como a “[...] variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo, ainda, a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas”.¹ O termo foi cunhado por Walter G. Rosen quando organizou o Fórum Nacional sobre Biodiversidade, ocorrido nos Estados Unidos em 1986. Seu uso consolidou-se anos mais tarde com a publicação do livro *Biodiversity*, que continha os resultados do evento.² Um segundo volume denominado *Biodiversity II* foi publicado em seguida, ampliando as abordagens sobre o tema.³ A partir da utilização por diferentes áreas da ciência, a expressão adquiriu complexidade e múltiplas dimensões.⁴

A grande preocupação da época decorria das discussões sobre extinções causadas pelo homem e da necessidade de se documentar a vida na Terra, ainda incompletamente conhecida. Extinções são processos naturais, e o planeta já vivenciou pelo menos cinco eventos de grande magnitude – o último no final do Cretáceo, há cerca de 65 milhões de anos, extinguindo, entre outros grupos, os dinossauros. Centenas de milhares de espécies já foram extintas e hoje são conhecidas apenas por meio de registros fósseis. Contudo, estimativas indicam que a perda de espécies resultante de ações humanas é, atualmente, de 100 a 1.000 vezes maior do que a natural, já tendo causado a extinção (silenciosa) de milhares delas.⁵

Alguns cientistas acreditam que um sexto evento de extinção esteja em curso no período denominado informalmente como Antropoceno, que corresponde ao período relacionado às atividades da nossa espécie, *Homo sapiens*. Essa perda de Biodiversidade implica não somente o empobrecimento genético, levando, em última consequência, à extinção de espécies, mas também apresenta uma dimensão muito maior, afetando direta ou indiretamente a economia, a saúde e o bem-estar do ser humano.⁶

Nesse contexto, um marco importante foi a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como

Eco-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992. No evento, foi aprovada a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), ratificada por 168 países, propondo regras para assegurar a conservação da Biodiversidade, seu uso sustentável e a justa repartição dos benefícios provenientes do uso econômico dos recursos genéticos, respeitada a soberania de cada nação sobre o patrimônio existente em seu território.¹ Esse marco foi importante devido à questão da Biodiversidade ter entrado, a partir dele, na agenda oficial dos países signatários, responsáveis pela gestão do patrimônio natural biológico presente em seus territórios. Metas são propostas a cada década na tentativa de assegurar o cumprimento da convenção e avançar efetivamente nas estratégias de conservação e uso sustentável da Biodiversidade. O inventário das espécies ocorrentes no planeta é uma das metas assumidas na década passada e uma questão primordial ainda não respondida.

Quantas espécies existem no planeta?

O primeiro problema a ser resolvido para se responder à pergunta de quantas espécies há no planeta está na classificação dos organismos a ser utilizada. Atualmente, as classificações se norteiam pelas análises filogenéticas, hierarquizando os *taxa* de acordo com seu parentesco. Ainda não há, contudo, uma árvore filogenética completa que inclua todos os organismos conhecidos, consolidando uma classificação estável.⁷ Apesar de não haver um consenso, utiliza-se aqui a proposta de reconhecimento de dois super-reinos: os procariontes e os eucariontes. O primeiro grupo abriga os reinos Archaea e Bacteria, ao passo que o segundo, os reinos Protozoa, Chromista, Plantae, Animalia e Fungi.⁸

Para se ter uma dimensão do problema de documentar a Biodiversidade, é necessário pensar que hoje se conhece de forma elementar (espécies descritas e catalogadas com base

na morfologia e batizadas pela nomenclatura lineana) aproximadamente 1,5 milhão de espécies de um total de cerca de 11 milhões estimadas. Esse montante significa apenas 13% do conjunto de espécies com as quais compartilhamos a vida no planeta. As maiores lacunas entre os eucariontes (Eukaryota) encontram-se associadas aos fungos e aos animais, cujo número de espécies a ser descrito é ainda muito grande. Já em relação aos procariontes (Prokaryota), as estimativas atuais são totalmente inconsistentes, tendo em vista o grande número de *taxa* não descrito,⁹ além das incertezas quanto à validade da aplicabilidade do conceito de espécie utilizado para eucariontes no estudo do mundo microbiológico.¹⁰ Assim, discute-se a seguir a diversidade centrada apenas nos fungos (Fungi), animais (Animalia) e plantas (Plantae), principais representantes dos eucariontes.

Os fungos são tradicionalmente estudados pelos micologistas e englobam diversas linhagens, algumas tratadas como pertencentes a reinos distintos. Os cogumelos, representantes dos Basidiomycota, são os mais bem estudados, enquanto os endofíticos e os fungos liquenizados (Ascomycota) são menos conhecidos (estes últimos associados a algas ou cianobactérias). As estimativas de riqueza para fungos são muito díspares, variando de cerca de 600 mil até mais de 5 milhões de espécies.¹¹

Para os animais, estimativas conservadoras indicam a possível existência de quase 10 milhões de espécies, das quais apenas cerca de 10% já estariam catalogadas.¹² A maior riqueza é encontrada nos artrópodes (Arthropoda), com quase 900 mil espécies descritas. Algumas projeções estimam que o grupo possa ter entre 2,4 e 20 milhões de espécies, o que indicaria que se conhece, na melhor das hipóteses, apenas cerca de 37% das espécies.^{13,14} Dentro dele, destacam-se os insetos, que são extremamente diversificados, sobretudo nas florestas das regiões tropicais. Os cordados (Chordata), que incluem, entre outros, os peixes, répteis, anfíbios, aves

e mamíferos, têm uma riqueza global catalogada de 62 mil espécies, podendo ser considerados um dos grupos mais bem estudados. Os peixes abarcam metade da diversidade do grupo, com mais de 31 mil espécies descritas, seguidos das aves, com 10 mil espécies. Ainda em relação aos cordados, projeções indicam que se conhece apenas um terço da riqueza dos anfíbios, grupo que precisa ser mais bem investigado.¹⁵

Para plantas (excluindo algas), há um catálogo global que registra mais de um milhão de nomes e cerca de 350 mil espécies aceitas, sendo a maior riqueza encontrada nas angiospermas (304.000), seguida das briófitas (20.000), pteridófitas (13.000) e gimnospermas (1.000).¹⁶ Parte da lista não foi ainda conferida por taxonomistas, podendo haver diversos sinônimos passíveis de serem excluídos.

As briófitas são plantas avasculares (i.e., sem tecidos vasculares condutores de líquidos e nutrientes) que costumam crescer em locais úmidos e originadas provavelmente há mais de 400 milhões de anos, representando o grupo-irmão do restante das plantas terrestres, do qual é provável que as linhagens de plantas vasculares derivaram. Três linhagens de briófitas são reconhecidas: os musgos, as hepáticas e os antóceros, sendo os primeiros os mais ricos, com cerca de 12,7 mil espécies.¹⁷ Os demais grupos de plantas terrestres, as pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, diferem das briófitas pela presença de tecidos vasculares em sua estrutura, sendo chamados coletivamente de plantas vasculares. As pteridófitas têm duas linhagens distintas: as licófitas e as monilófitas, estas últimas correspondendo em grande parte às samambaias, o grupo mais diversificado, com cerca de 12 mil espécies. As pteridófitas não produzem sementes, o que as distingue primariamente das gimnospermas e angiospermas.

As gimnospermas tiveram seu apogeu no passado, mas muitos grupos foram extintos e são conhecidos somente a partir de registros

fósseis. Restaram três ou quatro linhagens, sendo o grupo das coníferas, que inclui os pinheiros e os ciprestes, o mais diversificado, abarcando cerca de 600 espécies. As angiospermas têm como caracteres únicos flores e frutos, inovações evolutivas que ajudaram a garantir o sucesso do grupo. Duas linhagens, as eudicotiledôneas e as monocotiledôneas, são as mais diversificadas e dominam a cobertura vegetal terrestre. Em termos de riqueza, são destaques as famílias Asteraceae (23.000 espécies), Orchidaceae (19.500 espécies), Fabaceae (18.000 espécies) e Poaceae (9.700 espécies). O último grupo, também conhecido como gramíneas, é extremamente importante na alimentação humana, pois está presente em 70% da superfície cultivada do planeta e fornece metade das calorias consumidas.¹⁸

Entender como a Biodiversidade se distribui no planeta tem sido o objeto de estudo da área da ciência chamada de Biogeografia. Sabe-se que a riqueza não se distribui uniformemente como consequência de padrões e processos evolutivos dos seres vivos e de cada região. Também se sabe que a Biodiversidade terrestre é mais bem documentada do que a marinha, que espécies maiores são mais bem conhecidas do que as menores e que muitas das espécies novas descritas em geral possuem distribuição restrita (endêmicas), “nascendo” já em risco de extinção.¹⁴

Quantas espécies existem no Brasil?

O Brasil é considerado um país megadiverso, com uma biota estimada entre 170 e 210 mil espécies, o que corresponde a cerca de 13% da riqueza mundial.¹⁹ Esses números devem ser analisados com cautela, tendo em vista a dimensão do território nacional (mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados), a complexidade dos ecossistemas e a desigual documentação científica existente, concentrada nas Regiões Sudeste e Sul.

Com relação aos fungos ocorrentes no Brasil, foram catalogados até o momento 1.246 gêneros e 5.719 espécies, distribuídos em 13 filos e 102 ordens, grandeza que está longe da real diversidade existente e que foi estimada em 13 a 14 mil espécies.^{19,20} Os grupos mais representativos foram os Basidiomycota e os Ascomycota, com 2.741 e 1.881 espécies, respectivamente. Recentemente foram descritas 75 novas espécies de fungos liquenizados (Ascomycota) somente para o estado de Rondônia, mostrando a lacuna de conhecimento que representa a Amazônia.²¹

O Catálogo taxonômico da flora do Brasil, uma iniciativa para reunir informações sobre a biota animal ocorrente no país e que contou com a participação de mais de 500 pesquisadores, registrou 116 mil espécies de animais, com a maior riqueza encontrada nos artrópodes (com quase 94 mil espécies) e cordados (com mais de 9 mil espécies). Entre os grupos de destaque, podem-se mencionar os peixes ósseos (cerca de 4.400), os moluscos (com quase 3.100 espécies), as aves (quase 3.000), os anelídeos (com cerca de 1.600 espécies) e os anfíbios (pouco mais de 1.000 espécies).²² Em termos gerais, os dados coincidem com as estimativas prévias de riqueza realizadas para a fauna brasileira.¹⁷

As plantas estão entre os grupos mais bem estudados no Brasil, graças aos esforços iniciados na última década para o seu inventário que culminaram na produção de listagens bastante completas.²³⁻²⁷ Reco-

nhece-se a ocorrência de 34.916 espécies, sendo 19.187 (55%) endêmicas do Brasil (Quadro 1.1).²⁴⁻²⁶ Além disso, foram registradas 4.747 espécies de algas e cianobactérias (grupos modernamente incluídos em outros reinos) como esforço para inventário de grupos predominantemente associados a ambientes aquáticos. A maior riqueza de espécies está centrada nas angiospermas, com cerca de 32 mil espécies, das quais 19 mil (57%) crescem de forma exclusiva no território brasileiro. Em termos de riqueza, destacam-se as famílias Fabaceae, Orchidaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Bromeliaceae, Poaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae e Malvaceae, que, juntas, agregam quase metade da riqueza do conjunto das angiospermas.²⁴

O sucesso da família Fabaceae, também conhecida como Leguminosae, está associado à estratégia de fixação biológica de nitrogênio, realizada nos nódulos presentes nas raízes. Isso permitiu que o grupo ocupasse e se diversificasse na região tropical, em especial nas áreas com solos pobres e lixiviados. No Brasil, é bem representada em praticamente todas as formações vegetais, mas sobretudo na Amazônia e na Caatinga. A família Orchidaceae possui riqueza centrada nas áreas florestais, onde é predominantemente epifítica, com uma infinidade de espécies ornamentais. Suas estratégias reprodutivas e ecológicas permitiram uma grande diversificação, sobremaneira na Mata Atlântica.²⁸

Quadro 1.1 Número de espécies de plantas registradas para o Brasil, com indicação do número e percentual de endêmicas e ameaçadas de extinção²⁴⁻²⁶

Grupos	Espécies	Espécies endêmicas	Espécies ameaçadas
Briófitas	1.554	304 (19,6%)	17 (1,1%)
Licófitas e samambaias	1.253	460 (36,7%)	94 (7,5%)
Gimnospermas	23	2 (8,7%)	4 (17,4%)
Angiospermas	32.086	18.421 (57,4%)	1.998 (6,2%)
TOTAL	34.916	19.187 (55%)	2.113 (6,0%)

Lacunas de conhecimento – o exemplo das angiospermas

Ainda que as plantas estejam entre os grupos mais bem estudados no Brasil – ou talvez especialmente por isso –, há razões para se acreditar que, pelo menos no caso específico das angiospermas, seu conhecimento ainda tem lacunas importantes a serem destacadas.

A condição mais básica para um adequado conhecimento da Biodiversidade é uma amostragem satisfatória dela – isto é, a existência de boas coleções científicas dos organismos que são o objeto de estudo das ciências biológicas: os acervos de instituições como museus, herbários, jardins botânicos e zoológicos. A qualidade desses acervos tem consequências diretas sobre a qualidade do conhecimento da diversidade biológica.

Os acervos de plantas especificamente utilizados na sua descrição nomenclatural – como já dito, o primeiro passo para o conhecimento de uma espécie – estão em museus e herbários, que guardam amostras de plantas adequadamente desidratadas (chamadas tecnicamente de exsicatas) e organizadas de acordo com suas relações filogenéticas. Essas coleções variam em tamanho e representatividade; instituições antigas como o Museu de História Natural de Paris, com amostras de plantas de diversos continentes, abrigam acervos de mais de 9 milhões de exsicatas. Em termos de comparação, o maior herbário do Brasil, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, tem um acervo de pouco mais de 600 mil exsicatas. Existem hoje cerca de 3 mil coleções científicas de plantas no mundo, guardando um total de 350 milhões de exsicatas reunidas ao longo de 400 anos de trabalho botânico.²⁹

Como uma amostragem adequada da Biodiversidade é fundamental para sua correta avaliação, instrumentos que possibilitem a avaliação da qualidade dessa amostragem são ferramentas importantes. No que diz respeito ao conhecimento botânico de uma região, a quantidade de material ali coletada pode ser avaliada pelos chamados índices de

suficiência amostral, que são a relação entre o número de coletas realizadas e a área estudada. Há na literatura botânica referência a dois índices de suficiência amostral: o índice de Campbell³⁰ e o de Shepherd.³¹

O índice de Campbell considera satisfatório, para regiões tropicais, a existência de uma coleta por quilômetro quadrado; já o índice de Shepherd aumenta essa proporção para três coletas por quilômetro quadrado. O uso dos índices de suficiência permite o diagnóstico de áreas escassamente exploradas e a consequente elaboração de estratégias para preencher essas lacunas de conhecimento. Tal avaliação, porém, tem de ser cuidadosa, pois, em certas situações, áreas com elevados índices de coletas/km² são o resultado de superamostragens extremamente localizadas – como coletas feitas em estradas planas que cruzam regiões montanhosas de acesso mais difícil – cujo índice de suficiência mascara o escasso conhecimento da diversidade local.

No caso do Brasil, os 6 milhões de amostras divididos pela área do país, de aproximadamente 8.516.000 km², resultam em um valor em torno de 0,7 coleta/km², inferior ao índice de Campbell.³² Para fins de comparação, é interessante confrontar esses resultados com a quantidade planetária de coletas.²⁹ Os 350 milhões de amostras divididos pela área dos continentes do planeta, de cerca de 149.000.000 km², resultam em uma quantidade de 2,3 coletas/km², comparativamente mais elevada.³³ Ainda que esse resultado deva ser considerado com reserva, ele é sugestivo da escassez de coletas no Brasil. Independentemente da quantidade de coletas – já em si indicativa de lacunas de conhecimento –, o trabalho de identificação botânica desse material levado a cabo pela comunidade científica é também uma eloquente demonstração da ainda limitada compreensão que se tem da Biodiversidade brasileira, pelo menos no que diz respeito às plantas com flores, exatamente o grupo com maior número de representantes.

A identificação até o nível específico dos milhões de exsicatas guardadas nos herbários brasileiros é uma tarefa lenta que atualmente mobiliza algumas centenas de profissionais. Ao longo desse trabalho, não apenas a distribuição das diferentes espécies nos vários biomas brasileiros é mais bem conhecida e mapeada, mas também são dadas a conhecer numerosas espécies até então desconhecidas para a ciência, as assim chamadas espécies novas (*nova*, não custa salientar, é um termo técnico referente ao advento de sua descrição – *nova* porque, até então, não se sabia de sua existência, mas sem qualquer tipo de alusão ao evento de especiação que a originou). Nunca é demais ressaltar o grande valor dessas descobertas, que ampliam a compreensão que se tem dos ambientes onde foram encontradas e demonstram que sua real diversidade biológica ainda não foi totalmente apreendida.

No caso específico das angiospermas, há dados que mostram que, entre 1990 e 2006, foram descritas para o Brasil 2.875 novas espécies, ao ritmo aproximado de uma espécie nova dada a conhecer a cada dois dias.³⁴ Esses dados são significativos no que diz respeito à extensão do conhecimento da flora brasileira. Dados posteriores (Sobral & Stehmann, dados não publicados) revelam que, no período entre 2007 e 2015, foram adicionadas a essas mais de 1.900 outras novas espécies, em um ritmo de produção equivalente àquele observado no período anterior.

Uma análise da distribuição geográfica dessas espécies novas aponta lacunas interessantes de conhecimento.³⁴ O Brasil possui cinco biomas: Floresta Amazônica (ocupando 49% do território brasileiro), Mata Atlântica (13%), Caatinga (9%), Cerrado (24%), Pampa (3%) e Pantanal (2%). Comparando-se os dois grandes biomas florestais – a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica –, 582 espécies (20% do total) foram descritas para a Floresta Amazônica e 1.194 (41%) para a Mata Atlântica. Como a Floresta Amazônica ocupa aproximadamente 49%

do território brasileiro, e a Mata Atlântica, 13%, a disparidade entre as descobertas nos dois biomas é evidente. Como é improvável que a Mata Atlântica seja tão mais diversa do que a Floresta Amazônica conforme esses dados parecem sugerir, pode-se supor que essa diferença reflita a desigual amostragem de tais biomas. Dos 6 milhões de exsicatas nos herbários brasileiros, em torno de 700 mil coletas são provenientes dos estados da Região Norte do Brasil, o que equivale a cerca de 0,17 coleta/km².³⁵ Considerando-se essa escassez de material coletado, é plausível imaginar que coletas intensivas na Amazônia aumentem consideravelmente as informações sobre a diversidade biológica na região.

Se, por um lado, esses resultados indicam que há, no Brasil, imensas regiões inexploradas, por outro lado mostram claramente que até mesmo áreas intensamente amostradas ainda estão longe de ser devidamente conhecidas em sua diversidade. Ainda que os dados apresentados sejam restritos às angiospermas, não é descabido supor que a mesma situação se reflita nos outros grupos de plantas terrestres – em outras palavras, o conhecimento da Biodiversidade no Brasil ainda é um trabalho que está longe de ser concluído.

Espécies ameaçadas de extinção

A biologia da conservação é uma disciplina que estuda estratégias para conservação da diversidade biológica, envolvendo diferentes atores, como pesquisadores, tomadores de decisão e comunidades. As iniciativas, em geral, são focadas em áreas ou nas espécies.

No caso de áreas, algumas têm buscado reconhecer aquelas insubstituíveis para conservação, como os chamados *Hotspots* de Biodiversidade. Essas áreas possuem elevada riqueza, endemismos e encontram-se extremamente ameaçadas, com mais de 70% de sua cobertura original destruída. São reconhecidos hoje 34 *Hotspots* de Biodiversi-

dade, cobrindo apenas 2,5% da superfície do planeta, mas contendo cerca de 50% das espécies de plantas e 42% das de vertebrados.^{36,37} São considerados *Hotspots* a Mata Atlântica e o Cerrado, formações que estão distribuídas em sua maior parte no território brasileiro.

No caso de espécies, elas são avaliadas e classificadas quanto ao grau de ameaça, em geral seguindo critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), podendo ser consideradas extintas (EW), ameaçadas [Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) ou Vulnerável (VU)], quase ameaçadas ou não ameaçadas.³⁸ As espécies ameaçadas fazem parte dos livros vermelhos, tendo restrições de uso e sendo objeto de planos de ação que objetivam diminuir as pressões sobre as populações, evitando, assim, o processo de extinção. As maiores ameaças à Biodiversidade global têm sido atribuídas a exploração excessiva (37%), degradação e mudança do *habitat* (31%), perda de *habitat* (13%), mudanças climáticas (7%), espécies invasoras (5%), poluição (4%) e doenças (2%).

A lista das espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção vigente inclui 1.173 espécies,^{39,40} sendo 110 mamíferos, 234 aves, 80 répteis, 41 anfíbios, 353 peixes ósseos, 55 peixes cartilaginosos, 1 peixe-bruxa e 299 invertebrados. No total, são 448 espécies Vulneráveis, 406 Em Perigo, 318 Criticamente em Perigo e 5 Extintas na Natureza (outras cinco são consideradas extintas no território brasileiro). Ela é uma atualização da lista apresentada no livro vermelho publicado em 2008.⁴¹ Para alguns grupos, como os artrópodes, a escassez de dados não permite que as espécies sejam adequadamente avaliadas.

Para plantas, a lista das espécies da flora brasileira ameaçada de extinção inclui 2.113 espécies,⁴² sendo 1.998 angiospermas, 4 gimnospermas, 94 pteridófitas e 17 briófitas. Ao todo, são 495 espécies Vulneráveis, 1.142 Em Perigo, 467 Critica-

mente em Perigo e 9 Extintas na Natureza (outras cinco são consideradas extintas no território brasileiro). O *Livro vermelho da flora do Brasil*, contendo as espécies ameaçada de extinção, publicado em 2013, inclui dados detalhados sobre cada espécie.⁴³ A maioria das espécies ameaçadas encontra-se na Mata Atlântica (1.544), seguidas pelo Cerrado (645), Caatinga (253), Pampa (120), Amazônia (87) e Pantanal (21). A maior riqueza de endemismos e de destruição ambiental a que foram submetidas as duas primeiras formações explicam o número absoluto de espécies ameaçadas.

Projeções de quantas espécies ameaçadas ainda estão para ser descobertas no Brasil têm sido realizadas e indicam que o número de espécies de anfíbios ameaçadas pode crescer 15%, e o de plantas endêmicas, de 10 a 50%, dependendo da região.⁴⁴ É importante lembrar que esses dados estão longe de representar efetivamente a Biodiversidade ameaçada, uma vez que não incluem indicadores de perda de diversidade genética ao nível populacional, sabidamente promotor de processos silenciosos de extinção. Muitas espécies ainda não foram sequer descritas, e diversas possivelmente já devem ter sido extintas.

O século XXI tem sido caracterizado pelo acelerado desenvolvimento científico e tecnológico, pelas mudanças globais que afetam o planeta em diferentes escalas e pela perda iminente de Biodiversidade. Nesse contexto, possuir uma das biotas mais ricas do planeta é, antes de tudo, uma fonte de oportunidades para o Brasil, em especial na pesquisa científica e tecnológica dos produtos naturais. O grande desafio posto a cada nação é a gestão de seu patrimônio natural mediante práticas sustentáveis que não acarretem perda de Biodiversidade, o que privaria as futuras gerações de conhecê-las.

Pontos-chave deste capítulo

Biodiversidade é o conjunto de organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos

e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas.

O número de espécies descritas é de aproximadamente 1,5 milhão dentro de um universo estimado em cerca de 11 milhões, o que significa que se conhece apenas 13% do conjunto de espécies com as quais compartilhamos a vida no planeta. Os eucariontes são mais bem conhecidos do que os procariontes; entre os eucariontes, a maior riqueza é encontrada nos animais, seguidos pelas plantas e fungos. Os grupos menos conhecidos de animais são os insetos; de plantas, as angiospermas; e de fungos, aqueles liquenizados e endofíticos.

O Brasil é considerado um país megadiverso, com uma biota estimada entre 170 e 210 mil espécies, o que corresponde a cerca de 13,1% da riqueza mundial conhecida. Para a fauna, foram registradas 116 mil espécies, com a riqueza concentrada nos artrópodes, com 94 mil espécies, seguidos pelos cordados, com 9 mil espécies. Com relação aos fungos, foram catalogadas 5.719 espécies, grandeza que está longe da real diversidade existente, estimada em 13 a 14 mil espécies. As plantas estão entre os grupos mais bem estudados no Brasil, com 34.916 espécies catalogadas, incluindo briófitas, samambaias, licófitas, gimnospermas e angiospermas. Desse montante, 55% são endêmicas do território nacional.

As lacunas de conhecimento acerca da Biodiversidade brasileira são enormes. Análises realizadas para angiospermas mostram que, nas últimas décadas, têm sido descritas cerca de 200 espécies novas a cada ano para a flora brasileira, o que demonstra que o grupo está incompletamente inventariado. A documentação da Biodiversidade junto às coleções taxonômicas evidenciaria uma insuficiência amostral, com uma relação de 0,7 coleta/km², bem abaixo das 2,3 coletas/km² calculadas para as áreas continentais do planeta. Para a Floresta Amazônica, essa

relação é de 0,17 coleta/km², o que indica uma imensa deficiência de dados.

São reconhecidas oficialmente 3.286 espécies ameaçadas de extinção para a biota brasileira, das quais 1.173 são animais e 2.113 são plantas. Esses dados estão longe de representar efetivamente a Biodiversidade ameaçada, uma vez que não incluem indicadores de perda de diversidade genética ao nível populacional, sabidamente promotor de processos silenciosos de extinção. Muitas espécies ainda não foram sequer descritas, e diversas possivelmente já devem ter sido extintas.

Possuir uma das biotas mais ricas do planeta é uma fonte de oportunidades para o Brasil, em especial na pesquisa científica e tecnológica dos produtos naturais. O grande desafio é crescer economicamente tendo como pilares práticas sustentáveis que não acarretem perda de Biodiversidade, o que privaria as futuras gerações do seu usufruto.

Referências

1. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Convenção sobre diversidade biológica [Internet]. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; 2000 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/cdbport_72.pdf.
2. Wilson EO. Biodiversity. Washington: National Academic; 1988.
3. Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO. Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources. Washington: Joseph Henri; 1997.
4. Maclaurin J, Sterelny K. What is biodiversity? Chicago: University of Chicago; 2008.
5. Barnosky AD, Matzke N, Tomiya S, Wogan GOU, Swartz B, Quental TB, et al. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 2011;471(7336):51-7.
6. Clark NE, Clark NE, Lovell R, Wheeler BW, Higgins SL, Depledge MH, et al. Biodiversity, cultural pathways, and human health: a framework. *Trends Ecol Evol*. 2014;29(4):198-204.
7. Tree of Life Web Project [Internet]. [local não identificado]: Tree of Life Web Project;

- c1995-2005 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: <http://tolweb.org/tree/>.
8. Ruggiero MA, Gordon DP, Orrell TM, Bailly N, Bourgoin T, Brusca RC, et al. A higher level classification of all living organisms. *PLoS One*. 2015;10(4):e0119248.
 9. Curtis TP, Head IM, Lunn M, Woodcock S, Schloss PD, Sloan WT. What is the extent of prokaryotic diversity? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2006;361(1475):2023-37.
 10. Konstantinidis KT, Ramette A, Tiedje JM. The bacterial species definition in the genomic era. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2006;361(1475):1929-40.
 11. Blackwell M. The fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *Am J Bot*. 2011;98:426-38.
 12. Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biol*. 2011;9(8):e1001127.
 13. Hamilton AJ, Novotný V, Waters EK, Basset Y, Benke KK, Grimbacher PS, et al. Estimating global arthropod species richness: refining probabilistic models using probability bounds analysis. *Oecologia*. 2013;171(2):357-65.
 14. Hamilton AJ, Basset Y, Benke KK, Grimbacher PS, Miller SE, Novotny V, et al. Quantifying uncertainty in estimation of tropical arthropod species richness. *Am Nat*. 2010;176(1):90-5.
 15. Scheffers BR, Joppa LN, Pimm LS, Laurance WF. What we know and don't know about Earth's missing biodiversity. *Trends Ecol Evol*. 2012;27(9):501-10.
 16. Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Garden. The plant list: a working list of all plant species [Internet]. Surrey: Royal Botanic Gardens; 2013 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>.
 17. Shaw AJ. Bryophyte species and speciation. In: Goffinet B, Shaw AJ, editors. *Bryophyte biology*. New York: Cambridge University; 2008. p. 445-85.
 18. Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ. *Sistemática vegetal: um enfoque filogenético*. Porto Alegre: Artmed; 2009.
 19. Lewinsohn TM, Prado PI. Quantas espécies há no Brasil. *Megadiversidade*. 2005;1(1):36-42.
 20. Maia LC, Carvalho Jr AA, Cavalcanti LH, Gugliotta AM, Drechsler-Santos ER, Santiago ALMA, et al. Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia*. 2015;66(4):1033-45.
 21. Cáceres MES, Nascimento ELL, Aptroot A, Lücking R. Líquens brasileiros: novas descobertas evidenciam a riqueza no norte e nordeste do país. *Bol Mus Biol Mello Leitão (N Sér)*. 2014;35:101-19.
 22. PNUD. Catálogo taxonômico da fauna do Brasil [Internet]. Brasília: PNUD; c2016 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/>.
 23. Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Canhos DAL, Carvalho Jr AA, Coelho MAN, et al. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. *BioScience*. 2012;62(1):39-45.
 24. Brazilian Flora Group. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*. 2015;66(4):1085-113.
 25. Prado J, Sylvestre LS, Labiak PH, Windisch PG, Salino A, Barros ICL, et al. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia*. 2015;66(4):1073-83.
 26. Costa DP, Peralta DF. Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia*. 2015;66(4):1063-71.
 27. Menezes M, Bicudo CEM, Moura CWN, Alves AM, Santos AA, Pedrini AG, et al. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. *Rodriguésia*. 2015;66(4):1047-62.
 28. Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP, Kamino LHY. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2009.
 29. Thiers B. *Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff* [Internet]. New York: New York Botanical Garden; 2016 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
 30. Campbell DG. The importance of floristic inventory in the tropics. In: Campbell DG, Hammond HD, editors. *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York: New York Botanical Garden; 1989. p. 5-30.
 31. Shepherd GJ. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil:

- plantas terrestres-versão preliminar. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; 2003.
32. Brasil. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Área territorial brasileira [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2016 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm.
 33. Duarte PA. Dados sobre o planeta Terra [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016 [capturado em 30 mar. 2016]. Disponível em: <http://planetario.ufsc.br/dados-sobre-o-planeta/>.
 34. Sobral M, Stehmann JR. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). *Taxon*. 2009;58(1):27-32.
 35. Sobral M, Souza MAD. Thirteen new Amazonian Myrtaceae. *Phytotaxa*. 2015;238(3):201-29.
 36. Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, et al. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Mexico: CEMEX; 2004.
 37. Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel JC, editors. *Biodiversity hotspots*. Berlin: Springer; 2011. p. 3-22.
 38. IUCN Standards and Petitions Subcommittee. Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria: version 7.0. Gland: Standards and Petitions Working Group of the IUCN Biodiversity Assessments Subcommittee; 2008.
 39. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014 [Internet]. Brasília, DF: MMA; 2014 [capturado em 02 maio 2016]. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf.
 40. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014 [Internet]. Brasília, DF: MMA; 2014 [capturado em 02 maio 2016]. Disponível em: http://www.unesp.br/Modulos/Noticias/16957/p_mma_445_2014_lista_peixes_ameac3a7ados_extinc3a7c3a3o.pdf.
 41. Machado ABM, Drummond GM, Paglia A. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: Fundação Biodiversitas; 2008.
 42. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014 [Internet]. Brasília, DF: MMA; 2014 [capturado em 02 maio 2016]. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_443_2014_lista_esp%C3%A9cies_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf.
 43. Martinelli G, Moraes MA. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2013.
 44. Joppa LN, Roberts DL, Myers N, Pimm SL. How many endangered species remain to be discovered in Brazil? *Nat Con*. 2010; 8(1):71-7.

Nomenclatura e identificação de plantas e outros organismos

Sérgio Augusto de Loreto Bordignon, Lilian Auler Mentz

<i>Introdução</i>	11
<i>Histórico</i>	12
<i>Nomes científicos para organismos vivos</i>	12
<i>Tipificação de nomes científicos</i>	14
<i>Sinônimos</i>	14
<i>Coleta, preparação, registro e identificação de organismos vivos</i>	15
<i>Pontos-chave deste capítulo</i>	19
<i>Referências</i>	20

Introdução

A imensa diversidade de organismos vivos é responsável pelas dificuldades em reconhecê-los. Alguns procedimentos precisam ser utilizados para facilitar a **identificação** de um organismo vivo e sua inclusão em um sistema de **classificação**. A classificação coloca ou agrupa um determinado organismo vivo em uma categoria específica dentro de uma hierarquia, sendo feita apenas uma vez para cada ser vivo – ou poucas vezes, quando evidências posteriores obrigam sua realocação em outra categoria taxonômica.

Taxon (plural *taxa*) é um termo estabelecido para designar uma unidade taxonômica de qualquer hierarquia. As unidades taxonômicas podem ser amplas, como as famílias e tribos, ou mais restritas, como gêneros, seções ou espécies. Assim, as espécies são reu-

nidas em gêneros, estes em subtribos, tribos, subfamílias ou famílias, e as famílias em grupos taxonômicos de maior ordem.

A identificação de um organismo, na maioria das vezes, é realizada até espécie e consiste na comparação com uma espécie já descrita, devendo ser feita a cada vez que se deseja conhecer o nome científico de um organismo coletado ou encontrado na natureza. Portanto, todos os organismos vivos conhecidos possuem **nomes científicos**, os quais são aceitos internacionalmente por pesquisadores, estudiosos e pessoas interessadas no assunto.

Denominam-se **espécies** os grupos de populações que têm semelhanças relativamente grandes entre si, diferindo de outros grupos de populações menos semelhantes. No entanto, o conceito e o emprego desse termo difere grandemente entre os sistemas, existindo muitos conceitos de espécie, sendo o *conceito biológico de espécie* o mais conhecido.^{1,2} Esse conceito define espécie como “[...] um grupo de populações naturais cujos membros podem cruzar entre si, mas não podem (ou pelo menos não é usual) cruzar com membros de outros grupos [...]”.² O critério para essa definição é o isolamento genético, que não funciona bem para todas as situações, sendo “[...] difícil aplicá-lo às condições reais da natureza [...]”.² Esse conceito em geral tem sido abandonado pelos

sistematas vegetais, mas tem dominado a literatura zoológica.¹ Dentre os diversos conceitos de espécie (ver Judd e colaboradores¹), pode-se destacar o *conceito morfológico de espécie*, baseado em critérios anatômicos e morfológicos, e o *conceito filogenético de espécie*, com base na reconstrução da história evolutiva das populações.²

Histórico

Ao longo da história, cada grupo humano deu aos organismos vivos nomes que pudessem ser utilizados por todos dentro do grupo, facilitando a convivência. Esses nomes são considerados populares e variam entre os grupos étnicos, que podem até ter diferentes línguas ou dialetos. Cada grupo tem uma vivência com os organismos encontrados no seu ambiente, podendo chamar a mesma espécie por diferentes nomes. Nomes populares, comuns, vulgares ou vernaculares são regionais e não recebem importância, de modo geral, nos trabalhos taxonômicos. Contudo, eles são úteis e importantes em trabalhos etnobiológicos como fonte de informações sobre a cultura ou vocabulário de uma população, podendo dar indícios sobre a utilização popular das espécies.

Apenas em 1753, Carl von Linné – médico e naturalista sueco, cujo nome foi latinizado para Carolus Linnaeus, também conhecido como Carl Linnaeus e, no Brasil, como Lineu – publicou, em dois volumes, a obra *Species Plantarum*,³ a qual é o ponto de partida para a validação dos nomes científicos para espécies de plantas. Em 1758, Lineu publicou a décima edição do *Systema Naturae*,⁴ ano considerado como inicial na nomenclatura zoológica. Desde então, todos os nomes de organismos vivos publicados, obedecendo ao formato iniciado por Lineu, tornaram-se nomes conhecidos internacionalmente, facilitando a comunicação entre os pesquisadores. É interessante notar que a grande maioria das plantas comestíveis e medicinais utilizadas na Europa na época de

Lineu tem nomes científicos dados por ele. Muitos animais conhecidos na época também receberam nomes de Lineu.

Nomes científicos para organismos vivos

Os nomes científicos para algas, fungos (incluindo líquens), plantas avasculares e vasculares são regidos pelo *Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas*.⁵ Para os nomes científicos de animais, são observadas as regras descritas no *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*.⁶ Para os demais organismos vivos, os procariontes, são considerados atualmente dois grupos distintos, Bacteria e Archaea. O Comitê Internacional de Sistemática de Procariontes, responsável pelo *Código Internacional de Nomenclatura de Bactérias*,⁷ indica as regras de nomeação desses organismos, bastante semelhantes às normas do *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*.

Os três códigos de nomenclatura biológica mencionados têm em comum, com exceção da citação de autores, os seguintes princípios básicos:

- O nome científico é sempre um binômio escrito em latim ou em palavras ou nomes latinizados.
- A primeira palavra do binômio científico corresponde ao gênero e deve ser escrita com letra inicial maiúscula; a segunda palavra corresponde ao epíteto específico para uma espécie determinada, a qual deve concordar gramaticalmente com o nome do gênero e ser escrita com letra inicial minúscula.
- O binômio científico de algas, fungos e plantas deve ser acompanhado do nome do seu autor, isto é, da pessoa que descreveu a espécie e nomeou o epíteto específico; quando há dois nomes de autores, eles são mencionados com um “et” ou “&” entre eles, e, no caso de mais autores, é permitido o uso de “et al.”. Nomes

de autores podem ser abreviados, mas é recomendado que as abreviaturas não sejam aleatórias, sugerindo-se que, para algas, fungos e plantas, sejam obedecidas as abreviaturas de autores propostas por Brummit e Powell.⁸ O *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica* e o *Código Internacional de Nomenclatura de Bactérias* permitem que o nome do autor seja dispensado, mas indicam que, nas publicações científicas, ele seja mencionado pelo menos uma vez no texto. O sobrenome do autor (ou dos autores) é escrito por extenso e é separado por uma vírgula do ano da publicação do nome científico.

- Sempre que houver mais de um epíteto específico para nominar uma espécie, vale o princípio da prioridade, devendo ser utilizado o nome mais antigo, sendo os demais considerados sinônimos. Tal regra vale para todos os nomes publicados a partir de 1753 para algas, fungos e plantas e de 1758 para os nomes publicados para animais. Exceções são explicitadas e justificadas nos Códigos anteriormente referidos.
- O binômio científico de qualquer organismo vivo deve ser grifado no texto (o grifo em itálico é o usual; quando manuscrito, deve ser sublinhado).

Os diferentes códigos de nomenclatura podem sofrer modificações por decisão dos respectivos Comitês. Todos são independentes, portanto um nome genérico de uma alga, fungo ou planta pode ser igual a um nome genérico de um animal ou procarionte. Porém, em nenhum caso nomes genéricos e específicos de animais podem ser iguais entre si, isto é, homônimos; em caso de dois ou mais autores coincidirem na descrição de gêneros ou espécies utilizando o mesmo nome, prevalece o nome mais antigo, devendo o outro *taxon* ser renomeado.

Um nome científico de uma alga, fungo ou planta é corretamente escrito, de acor-

do com as regras de nomenclatura, como o exemplo da melissa: *Melissa officinalis* L. Quando uma espécie é transferida de um gênero para outro, o nome do autor do epíteto específico deve vir entre parênteses antes do nome do autor que estabeleceu a nova combinação. Assim, o baicuru, de nome científico *Limonium brasiliense* (Boiss.) Kuntze, foi descrito inicialmente como *Statice brasiliensis* Boiss., e quando Carl Kuntze, botânico alemão, concluiu que o gênero correto para a espécie deveria ser *Limonium*, o epíteto específico dado por Pierre Boissier, botânico suíço, obrigatoriamente ficou ligado ao nome de seu autor entre parênteses.

Algumas espécies receberam nomes desacompanhados de descrição. Nesses casos, o nome do autor da descrição deve ser mencionado após o nome do autor do epíteto específico, como em *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek. Dessa forma, fica claro que Carl von Martius, botânico alemão, deu nome à espécie, mas o responsável pela descrição foi Siegfried Reissek, botânico austríaco. Algumas espécies foram descritas por mais de um autor, sendo necessário mencioná-los utilizando-se “et” ou “&” entre seus nomes. Assim, *Crataegus nigra* Waldst. & Kit. foi descrita por dois autores, ambos naturalistas, Franz von Waldstein, austríaco, e Pál (Paul) Kitaibel, húngaro. No caso de uma publicação feita por mais autores, a citação deve ser restrita ao primeiro autor seguida de “et al.” ou “& al.”.⁵

Existem gêneros que agrupam numerosas espécies, como *Maytenus*, no qual se inclui a espinheira-santa, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek, sendo constituído por mais de 200 espécies diferentes,¹ das quais pelo menos 49 de ocorrência no Brasil.⁹ Já o gênero *Ginkgo* é monotípico, isto é, constituído por uma única espécie, *Ginkgo biloba* L., de nome popular ginco. Fenotipicamente não existe outra planta que poderia ser incluída no mesmo gênero.

Um nome científico de um animal é corretamente escrito, de acordo com as regras de

nomenclatura, como o exemplo da abelha: *Apis melifera* Linnaeus, 1758. O Código zoológico permite, diferentemente do Código botânico, que o epíteto específico possa repetir o nome do gênero. Assim, o nome do quati é corretamente redigido como *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766). Quando, como no exemplo do quati, o nome do autor da espécie e a respectiva data de publicação estão entre parênteses, significa que essa espécie foi realocada em um gênero diferente daquele em que ela foi originalmente descrita. Por isso, o nome científico da onça também é corretamente escrito como *Panthera onca* (Linnaeus, 1758) por ter sido originalmente descrito como *Felis onca* Linnaeus, 1758. Portanto, no Código Zoológico o nome do autor que fez a transferência de gênero não é mencionado.

Tipificação de nomes científicos

Todas as descrições de organismos novos devem estar baseadas em materiais-tipo, considerados como materiais testemunho, os quais devem estar depositados em instituições de pesquisa e disponíveis a todos os pesquisadores. Esses materiais são chamados de **tipos** e servem para comparação sempre que houver dúvida sobre a identidade de uma espécie. Para epítetos específicos muito antigos, cujos espécimes-tipo foram perdidos, são aceitas estampas com ilustrações. Os tipos dão confiabilidade aos nomes, sinônimos e descrições de cada espécie.

Sinônimos

Muitos nomes de espécies de organismos vivos têm um ou mais **sinônimos**, que são nomes dados por botânicos, zoólogos ou outros pesquisadores, que posteriormente, em revisões taxonômicas, foram identificados como sendo atribuídos a um mesmo *taxon*, utilizando o princípio da prioridade de publicação.^{5,6} Tal fato ocorreu por vários motivos, como a ampla distribuição geográfica e a variabilidade morfológica dos organismos,

além da dificuldade de obtenção de bibliografia e de comunicação entre os naturalistas, entre outros fatores.

Já no século XIX, especialistas em determinadas famílias ou grupos menores de organismos vivos sinonimizaram um número muito elevado de nomes, os quais, para plantas, foram sendo incluídos em publicações editadas a partir de 1895 e atualizadas a cada cinco anos na obra intitulada *Index Kewensis*,¹⁰ em que são listados nomes aceitos e seus sinônimos. Monografias de famílias, tribos, gêneros ou seções foram e são, em regra, a fonte mais confiável para a obtenção de uma listagem de sinônimos. Além dessas obras, outras publicações contribuíram e contribuem para isso – por exemplo, as das floras e faunas de regiões, estados ou países. Os nomes científicos de plantas vasculares que constam no *Index Kewensis*, no *Gray Card Index* e no *Australian Plant Names Index*, a partir de 1990, foram catalogados em uma base de dados eletrônica disponível *on-line*, denominada *International Plant Names Index*,¹¹ a qual é muito útil para a verificação da aceitação dos nomes, tornando-se um grande facilitador. Essa base foi desenvolvida por meio de uma colaboração entre três instituições de pesquisa: The Royal Botanic Gardens (Kew), The Harvard University Herbaria e Australian National Herbarium.

Ao mesmo tempo, outra base de dados eletrônica foi desenvolvida pelo Missouri Botanical Garden,¹² visando inicialmente a espécies das Américas, mas que hoje conta com um número maior de nomes de diversas partes do mundo. Reunindo tais bases de dados a outras menores existentes, surgiu, em 2010, outra base denominada *The Plant List*,¹³ a qual tem por objetivo relacionar todos os nomes citados nas listas já existentes e incluir nomes de briófitas, além das plantas vasculares, mencionando quais nomes são até a data da atualização aceitos e quais são sinônimos.

Em 2010, o Brasil disponibilizou a *Lista de Espécies da Flora do Brasil*⁹ em versão *on-line*, recentemente atualizada em 2015,

elucidando os nomes aceitos para as espécies nativas, além de fornecer informações sobre ocorrência geográfica. Ao mesmo tempo, a versão *on-line* de 2010 foi publicada em versão impressa.¹⁴ Para os animais, existem diversos catálogos *on-line* com nomes de grupos, como o que lista apenas os insetos da ordem Díptera,¹⁵ enquanto o principal catálogo lista, no ano de 2016, nomes de mais de 1.600.000 organismos vivos. Esse catálogo¹⁶ é um esforço conjunto de numerosas instituições científicas de todo o mundo sob o projeto Species 2000,¹⁷ que pretende reunir os nomes publicados para todos os organismos, informando se os nomes são aceitos ou se correspondem a sinônimos. Todas essas bases citadas são periodicamente atualizadas.

Coleta, preparação, registro e identificação de organismos vivos

A coleta de material biológico para estudos científicos ou trabalhos didáticos requer autorizações do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBio), vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A Instrução Normativa nº 3 do ICMBio, de 1º de setembro de 2014, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 2 de setembro de 2014,¹⁸ regulamenta a coleta de material biológico para fins científicos e didáticos no âmbito do ensino superior.

A coleta de plantas é o processo de se retirar um ou mais indivíduos inteiros ou parte deles da natureza. Antes da coleta de qualquer espécie, são necessárias algumas considerações. Levantamentos etnobotânicos e etnofarmacológicos, em regra, têm como preocupação reunir o maior número de espécies utilizadas como medicinais por uma população; os primeiros, com um objetivo mais amplo, e os segundos, frequentemente buscando plantas com uma determinada atividade (analgésica, anti-inflamatória, etc.).

As coletas para estudos fitoquímicos ou farmacognósticos, na maioria das vezes, buscam espécies vegetais orientadas pelo conhecimento quimiotaxonômico ou filogenético, dirigindo a coleta para espécies de determinados gêneros, famílias ou categorias taxonômicas superiores. Em todos esses casos, são necessários cuidados antes de cada coleta. Em primeiro lugar, é necessário observar se a planta-alvo da coleta é o único exemplar na região. Apesar da ideia, bastante difundida, de que o Brasil é um celeiro de Biodiversidade, deve-se ter em mente que existem espécies em risco de extinção,¹⁹ e que sua coleta indiscriminada poderia acentuar esse risco. A Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, estipula que plantas incluídas na Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção são protegidas de maneira integral, apenas podendo ser coletadas, excepcionalmente para pesquisa, quando autorizado pelo ICMBio.¹⁸

Quando se coletam plantas não ameaçadas com o intuito de identificar uma espécie e incluí-la em uma coleção, pode-se retirar da natureza pouco material, mas quando o objetivo é obter extratos ou substâncias ativas, é necessária uma quantidade maior, e é então que cuidados devem ser tomados. Um exemplo clássico, no Brasil, foi o da coleta extrativa, com fins industriais, de espécies de *Pilocarpus* nas Regiões Nordeste e Norte do país para a obtenção de pilocarpina. Populações de plantas de diversas áreas desapareceram,²⁰ colocando em risco de extinção as espécies mais importantes: *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardlew. (Norte do Pará, Maranhão e Piauí) e *Pilocarpus jaborandi* Holmes (Bahia, Ceará e Pernambuco). O cultivo racional dessas espécies parece ser a única alternativa para que o processo de extinção seja revertido.

Um exemplo com outro enfoque, o do modismo, foi o risco da extinção de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (= *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), conhecida como ipê-roxo, que foi objeto de

estudo por parte do U.S. National Cancer Institute, tendo sido alguns dos resultados divulgados nos meios de comunicação. Tal divulgação fez com que cascas dos troncos das árvores dessa espécie fossem arrancadas indiscriminadamente, provocando a morte de numerosos indivíduos na Mata Atlântica, nas matas adjacentes ao Rio Paraná e mesmo nas cultivadas em parques ou em arborização urbana (Bordignon, observação pessoal).

A **herborização** do material destinado à identificação e conservação como material testemunho é o processo de preparação do material coletado para preservá-lo em uma coleção de plantas denominada **herbário**. O nome que se dá à planta herborizada e acondicionada em uma pasta ou folha de papel é **exsicata**. Essa palavra deriva da palavra latina *exsicco*, que quer dizer “secar”.

A preparação das exsicatas inicia-se com a coleta, tomando-se o cuidado de coletar plantas que contenham estruturas reprodutivas, como flores ou frutos, o que facilita a identificação. Plantas de pequeno porte, como ervas, são coletadas inteiras, inclusive com raízes. Plantas maiores do que cerca de 40 cm, mas não mais do que 80 cm, podem ser coletadas inteiras, sendo dobradas ou divididas em duas ou três porções menores, que serão mantidas na mesma exsicata. De arbustos e árvores cortam-se porções terminais dos ramos, com cerca de 30 cm, onde se encontram as flores e/ou frutos. Se a parte da planta utilizada não for aquela da coleta para identificação, mas sim a casca do caule, por exemplo, é importante anexar uma amostra dela na exsicata.

Os ramos ou plantas inteiras são então colocados entre várias folhas de papel absorvente, como, por exemplo, jornal, procurando-se estender as folhas e flores para que não fiquem dobradas ou enrugadas. Dois ou três conjuntos de papel-jornal contendo ramos de plantas devem ser separados por cartões de papelão, os quais também podem ser separados por folhas de alumínio fino e ondulado, que facilitam a passagem de ar quente entre os conjuntos. Todos os conjuntos assim mon-

tados devem ser colocados entre duas lâminas de material resistente e duro, como, por exemplo, madeira. A essas lâminas dá-se o nome de prensa, cuja função é manter o material coletado apertado entre os papéis e papelões, de modo que, quando os ramos secarem, folhas e flores permaneçam perfeitamente distendidas. A prensa, quando colocada em uma estufa para acelerar o processo de secagem, deve ser bem amarrada com uma corda ou cinta resistente. Se o processo de secagem escolhido for o natural, o papel-jornal deve ser trocado todos os dias, e a prensa deve ficar em local arejado.

Cada espécie vegetal tem um tempo de secagem diferente que depende da quantidade de água existente na planta. Plantas suculentas (crassas, carnosas), como cactáceas, crassuláceas e algumas euforbiáceas e asteráceas, entre outras, exigem um preparo diferenciado devido à grande quantidade de água que existe em seus tecidos. Além do cuidado com o tempo de secagem, é importante etiquetar cada planta com um número de referência ou com os dados de coleta, anexados em uma etiqueta ou registrados em um caderno de coleta, constando, no papel-jornal, apenas o número correspondente.

Quando o material estiver seco, procede-se ao preparo da exsicata. A folha ou pasta com que se faz uma exsicata tem, em regra, o tamanho de um jornal tabloide (aproximadamente 30 x 40 cm), devendo ter uma textura similar a do papel-cartolina. O material coletado e secado é preso nesse papel especial com fita adesiva, cola ou linha e agulha, dependendo das normas do herbário em que será depositado. Fungos e algas macroscópicas podem ser preservados em exsicatas, envelopes, pequenas caixas ou em via líquida, dependendo do porte e das características de cada espécie. Já fungos e algas microscópicas são preservados em lâminas permanentes perfeitamente identificadas e acondicionadas em coleções separadas nos herbários, assim como grãos de pólen, esporos e outras estruturas muito pequenas.

O registro é parte importante de uma coleta. Inicia-se no campo, quando se anotam os dados necessários em uma caderneta de campo, e continua no herbário, quando as anotações são anexadas à exsicata. À direita e na porção inferior da pasta é colada a **etiqueta de coleta**, a qual deve conter todas as informações referentes à planta, como nome científico, família botânica, nome popular (quando conhecido), local exato da coleta com coordenadas geográficas (utilizando-se GPS, *Global Position System*), bem como data da coleta, nome do coletor e seu número de coleta. Esses dados são necessários para que se possa coletar a mesma espécie no mesmo local e em data aproximada, quando desejado. Também é importante que seja registrado o nome do botânico que identificou a espécie, além de dados não mais visíveis na planta seca, como cor das folhas e flores, aroma, entre outros.

Dados referentes ao ambiente, tipo de vegetação, hábito, porte da planta, altitude e outros devem ser acrescentados. Quando o objetivo da coleta é um levantamento etnobotânico ou etnofarmacológico, todos os dados obtidos referentes ao uso popular da espécie devem ser registrados. Se o objetivo é o de estudos em farmacologia, farmacognosia, fitoquímica, agronomia ou biotecnologia, deve-se referir na etiqueta que aquele material é testemunho para o trabalho ou projeto específico. Também é obrigatório que, nas publicações científicas, o número do coletor e/ou herbário, além da sigla do herbário onde o material testemunho (*voucher*) foi depositado, sejam mencionados; esse herbário deve ser indexado no *Index Herbariorum*,²¹ devendo fazer parte das instituições denominadas Fiéis Depositárias do Patrimônio Genético, que são instituições credenciadas pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), um órgão do Ministério do Meio Ambiente. Quando é possível preparar mais de uma exsicata de uma mesma espécie, de ramos retirados da mesma planta, as exsicatas são consideradas

duplicatas. Elas podem ser distribuídas para outros herbários, garantindo a perpetuação do material-testemunho.

A **identificação** deve ser confiável, permitindo a reprodução de novas investigações com a mesma espécie mediante novas coletas e comparação com o material testemunho. Plantas de regiões onde a Biodiversidade é muito grande, como a Mata Atlântica, o Cerrado Brasileiro e a Floresta Amazônica, são mais difíceis de identificar do que plantas onde a vegetação tem um número pequeno de espécies diferentes, situação em que a consulta à bibliografia e a comparação com material de herbário geralmente são mais fáceis. Espécies oriundas de outros países ou continentes, cultivadas como medicinais ou ornamentais – bem como aquelas que ocorrem de forma espontânea e que sofreram hibridizações, como as do gênero *Mentha* –, são, com frequência, difíceis de identificar.

Para a identificação correta de uma espécie, além da comparação com material já determinado por especialistas em herbário, é necessária uma ampla revisão bibliográfica. A literatura mais confiável é a monografia do gênero, tribo ou família. Quando não existente, pode-se recorrer a floras da região, Estado ou outras unidades, como parques e reservas biológicas. Em uma monografia ou em uma flora são encontradas chaves de identificação das espécies, que facilitam a determinação do material coletado. Além disso, tais publicações contêm descrições e quase sempre ilustrações das espécies. Nem sempre todas as espécies de uma família constam nas monografias, pois às vezes o autor não teve acesso a todas as coletas da região estudada ou, frequentemente, a monografia foi elaborada sem que o autor tivesse oportunidade de conhecer a flora da região, trabalhando apenas com plantas herborizadas coletadas por outras pessoas. Por isso, a identificação feita por botânicos que tenham profundo conhecimento sobre a flora da região é de fundamental importância.

A coleta, preparação, registro e identificação de animais e procariontes são realizadas conforme o grupo taxonômico a que pertencem. Animais em risco de extinção²² não podem ser objeto de coleta. Cada grupo de animais tem uma regulamentação específica para procedimentos de pesquisa, cuja coleta e preparação, para qualquer finalidade, devem respeitar a legislação vigente do país. Pesquisas que envolvem experimentação animal devem ser submetidas aos Comitês de Ética das instituições às quais os pesquisadores estejam vinculados. A Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; e revoga a Lei nº 6.638, de 8 de maio de 1979. De acordo com o Art. 2º, o dispositivo nessa Lei aplica-se aos animais das espécies classificadas como pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, observada a legislação ambiental.²³

As técnicas de coleta são muito diferentes entre si, dependendo dos grupos taxonômicos e da finalidade a que se destinam, seja na conservação em coleções ou em atividades de pesquisa. Essas técnicas podem ser encontradas em manuais referentes a cada grupo ou em periódicos científicos. Por exemplo, para insetos noturnos são utilizadas armadilhas luminosas; para insetos diurnos e outros artrópodes, redes ou outras armadilhas como o guarda-chuva entomológico; para aves e morcegos, redes de neblina; para mamíferos, diferentes tipos de armadilhas, dependendo de serem pequenos, médios ou grandes, de hábitos diurnos ou noturnos. Peixes também são coletados de diferentes formas, como com linhas de mão, vara de pescar, espinhel, peneiras diversas, redes de diversos tipos, toxinas naturais, entre outras.²⁴

A preparação de espécimes de animais, ou partes deles, para inclusão em coleções como material testemunho, é realizada de diferentes maneiras, dependendo do grupo

taxonômico. As coletas de animais para pesquisa química, bioquímica ou farmacológica devem respeitar a legislação mencionada, ou a mais atual no momento, e ser realizadas de acordo com técnicas encontradas para o grupo na literatura ou desenvolvidas pelo pesquisador.

Para preservação, os espécimes podem ser conservados em via líquida, na qual comumente é utilizado o álcool a 70%, em recipientes de vidro ou plástico, nas quais são preservados vertebrados menores (morcegos, répteis, anfíbios e peixes) e a maioria dos invertebrados.²⁵ Outra maneira de conservação é por via seca, em animais maiores, na forma de esqueletos montados ou taxidermizados. A taxidermia (preparo da pele para exposição ou estudo) costuma ser empregada para preparação de coleções de mamíferos e aves.²⁵ Peixes devem ser conservados em álcool a 70 °GL, mas os autores também relatam que em alguns museus eles são conservados em formol a 10%, neutro, podendo também ser utilizado o álcool isopropílico ou até mesmo álcool a 75 °GL.²⁴ Para invertebrados marinhos (como esponjas e corais), são utilizados protocolos de coleta estabelecidos para grupos determinados, sendo que grande parte dos espécimes deve ser preservada e mantida em via úmida, o que dificulta sua manutenção e exige espaço adequado, além de pessoal técnico especializado.²⁶

Animais microscópicos e organismos procariontes, para identificação e registro, por meio de comparação, podem ser montados em lâminas permanentes, devendo ser conservados em coleções disponíveis aos pesquisadores. Os métodos de manutenção de microrganismos,²⁷ como fungos e bactérias, são diversos, visando à preservação deles, sem alterações genéticas, pelo tempo adequado à pesquisa em desenvolvimento, ou por maior tempo, se o objetivo é mantê-los em bancos genéticos.

Os registros das coletas são anotados primeiramente em cadernos de campo, nos

quais devem constar todos os dados ambientais e de localização, como descrito para plantas. Além disso, é importante registrar características próprias de cada organismo. Esses dados são posteriormente repassados a etiquetas anexadas aos espécimes conservados em coleções científicas.

A **identificação** é feita por meio de consulta à bibliografia com chaves taxonômicas, descrições e ilustrações, comparação com material de coleções ou consulta a especialistas.

Muitas **coleções biológicas** já estão com os dados de seus acervos digitalizados e disponíveis para consulta na rede *speciesLink*,²⁸ que tem por princípio disponibilizar dados de coleta tanto para algas, fungos e plantas quanto para animais e procariontes – incluídos nas diferentes coleções. Atualmente 54% dos herbários ativos do Brasil participam da rede INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos.²⁹

Pontos-chave deste capítulo

- Todos os organismos vivos conhecidos até o momento têm **nomes científicos** regidos por regras de nomenclatura, que, em seus princípios básicos, são iguais nos diferentes códigos – com algumas diferenças relacionadas à citação do nome do autor ou dos autores das espécies.
- Distintas **bases de dados eletrônicas** foram desenvolvidas por instituições de pesquisa em todo o mundo. Em relação às plantas, encontram-se listagens atualizadas no *The Plant List** e, para espécies nativas, na *Lista de Espécies da Flora do Brasil*.** Quanto aos animais, há diversos catálogos *on-line*, sendo o principal deles o www.catalogueoflife.org, vinculado ao projeto Species2000.***

- A **coleta de organismos vivos** (definidos como organismos ou partes destes, englobando plantas, algas, fungos, animais e microrganismos) deve respeitar a legislação vigente. Qualquer coleta no Brasil requer autorização do SISBio por um prazo amplo ou definido, que depende do projeto de pesquisa ou da finalidade didática.
- A **preparação de materiais coletados** é diferente para cada grupo de organismos vivos. Para plantas e determinados fungos e algas, são feitas exsiccatas depositadas em coleções chamadas de herbários. Nas mesmas coleções são depositados fungos e algas sob outras formas de preparação, dependendo de sua estrutura e tamanho. Animais macroscópicos são mantidos em coleções científicas, preparados de diferentes maneiras. Animais microscópicos, algas microscópicas, fungos microscópicos e procariontes são preservados em lâminas e mantidos em coleções correspondentes.
- O **registro** é uma fase importante da coleta que preserva todos os dados referentes a localização geográfica e ambiente, além dos dados do coletor e data de coleta. A localização geográfica permite que as espécies detectadas como pouco coletadas sejam avaliadas sob o aspecto da sua extinção nos biomas.
- A **identificação** é realizada conforme o grupo taxonômico a que pertencem os organismos coletados. Para a identificação correta de uma espécie, além da comparação com material já determinado por especialistas em herbários ou em coleções de animais, é necessária uma ampla revisão bibliográfica. Entre as fontes bibliográficas mais confiáveis para a identificação de organismos vivos, estão as monografias de famílias, tribos, gêneros ou seções e as floras e faunas de regiões, estados ou países.

* Disponível em: www.theplantlist.org.

** Para mais informações, acesse: www.floradobrasil.jbrj.gov.br.

*** Disponível em: www.sp2000.org.

Referências

- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. Porto Alegre: Artmed; 2009.
- Raven PH, Eichhorn SE, Evert RF. Biologia vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
- Linnaeus C. Species plantarum. Stockholm: Laurentii Salvii; 1753.
- Linnaeus C. Systema naturae. 10th ed. Stockholm: Laurentii Salvii; 1758.
- McNeill J, Barrie FR, Buck WR, Demoulin V, Greuter W, Hawksworth DL, et al. International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code). Regnum Vegetabile 154. Königstein: Koeltz Scientific Books; 2012.
- International Commission on Zoological Nomenclature. ICZN: International Code of Zoological Nomenclature [Internet]. 4th ed. London: International Trust for Zoological Nomenclature; 1999 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.iczn.org/iczn/index.jsp>.
- International Committee on Systematics of Prokaryotes. International Code of Nomenclature of Bacteria (Bacteriological Code) [Internet]. [local não identificado]: ICSP; c2016 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.the-icsp.org/publications>.
- Brummit RK, Powell CE. Authors of plant names. Kew: The Royal Botanic Gardens; 1992.
- Reflora. Flora do Brasil 2020 [Internet]. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2015 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>.
- Index Kewensis. Kew: The Royal Botanic Gardens; 1885-1996.
- International Plant Names Index [Internet]. Kew: The Royal Botanic Gardens; c2015 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em <http://www.ipni.org/>.
- Missouri Botanical Garden. Tropicos [Internet]. Saint Louis: Missouri Botanical Garden; c2016 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.tropicos.org/>.
- The plant list: a working list of all plant species [Internet]. Saint Louis: Missouri Botanical Garden; c2013 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>.
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2010.
- Pape T, Thompson FC. Systema Dipteroorum [Internet]. Copenhagen: Natural History Museum of Denmark; 2013 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.diptera.org/>.
- Catalogue of Life [Internet]. Leiden: Species 2000; c2015 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.catalogueoflife.org/>.
- Species 2000 [Internet]. Leiden: Species 2000; c2015 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.sp2000.org/>.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBio [Internet]. Brasília, DF: ICMBio; c2016 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/>.
- Martinelli G, Moraes MA. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2013.
- Balick MJ. Ethnobotany, drug development and biodiversity conservation: exploring the linkages. In: Derek JC, Marsh J, editors. Ethnobotany and the search for new drugs. Chichester: John Wiley & Sons; 1994. p. 4-24.
- Thiers B. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff [Internet]. New York: Botanical Garden's Virtual Herbarium; 2016 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- Machado ABM, Drummond GM, Paglia A. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; 2008.
- Brasil. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008 [Internet]. Brasília, DF: Presidência da República; 2008 [capturado em 10 maio 2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm.
- Malabarba LR, Reis RE. Manual de técnicas para preparação de coleções zoológicas: 36

- peixes. São Paulo: Sociedade Brasileira de Zoologia; 1987.
25. Martins UR. A coleção taxonômica. In: Papavero N. Fundamentos práticos da taxonomia zoológica (coleções, bibliografia, nomenclatura). São Paulo: Universidade Estadual Paulista; 1994. p. 19-43.
 26. Migotto AE, Marques AC. Invertebrados marinhos. In: Lewinsohn T. Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira [Internet]. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; 2006 [capturado em 25 abr. 2016]. p. 149-202. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Aval_Conhec_Vol1.pdf.
 27. Sola MC, Oliveira AP, Feistel JC, Rezende CSM. Manutenção de microrganismos: conservação e viabilidade. Enciclopédia Biosfera [Internet]. 2012 [capturado em 22 abr. 2016];8(14):1398-418. Disponível em: <http://conhecer.org.br/enciclop/2012a/biologicas/manutencao.pdf>.
 28. Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. Species Link [Internet]. São Paulo: INCT; c2002-2016 [capturado em 25 abr. 2016]. Disponível em: <http://www.splink.org.br/>.
 29. Canhos DAL, Sousa-Baena MS, de Souza S, Maia LC, Stehmann JR, Canhos VP, et al. The importance of biodiversity e-infrastructures for megadiverse countries. PLoS Biology [Internet]. 2015 [capturado em 25 abr. 2016];13:e1002204. Disponível em: <http://www.journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1002204>.

Esta página foi deixada em branco intencionalmente.

A quimiotaxonomia na sistemática dos seres vivos

Gilsane Lino von Poser

<i>Introdução</i>	23
<i>Quimiotaxonomia vegetal – um breve histórico</i>	24
<i>Aplicações da quimiotaxonomia</i>	25
<i>Limitações da aplicação de dados químicos em sistemática</i>	26
<i>Pontos-chave deste capítulo</i>	27
<i>Referências</i>	27
<i>Leituras sugeridas</i>	28

Introdução

Desde os primórdios da civilização, o ser humano começou a categorizar os seres vivos, permitindo que eles pudessem ser referidos. No entanto, a grande Biodiversidade encontrada no planeta tornou necessária uma sistematização com base em critérios de mais fácil utilização, agrupando aquelas formas com maior semelhança externa e interna em níveis hierárquicos, dependentes do grau de uniformidade de suas características. A hierarquização e a caracterização dos diferentes grupos de seres vivos originaram os sistemas de classificação. Com a evolução do conhecimento, outros sistemas de classificação foram surgindo, utilizando não apenas caracteres morfológicos, mas também incluindo relações evolutivas (filogenia), características fisiológicas, ecológicas e químicas.

Ao estudo da significância da ocorrência de determinados compostos químicos em se-

res vivos é dado o nome de quimiotaxonomia. Essa técnica tem sido bastante empregada como auxiliar na interpretação de relações entre diversos organismos vivos como bactérias, fungos e artrópodes, mas especialmente de *taxa* do reino vegetal. A presença de certas substâncias em determinados grupos de plantas tem fornecido dados que auxiliam o taxonomista na construção de sistemas de classificação. Considerando que numerosos estudos quimiotaxonômicos têm sido desenvolvidos com base na ocorrência de substâncias do chamado metabolismo secundário, é dada ênfase a compostos encontrados no Reino Plantae (i.e., reino vegetal).

O metabolismo vegetal

Os produtos químicos produzidos pelos vegetais podem ser divididos em dois grandes grupos. Os primeiros, essenciais a todos os seres vivos, são os metabólitos primários – ou macromoléculas, como também são denominados. Nesse grupo estão incluídos os lipídeos, protídeos e glicídeos com funções vitais bem definidas. Os produtos do metabolismo primário, por meio de rotas biossintéticas diversas e frequentemente desconhecidas, originam, à custa de energia, o segundo grupo de compostos químicos – os metabólitos secundários ou micromoléculas –, que em geral apresenta estrutura complexa, baixa massa molecular, atividades biológicas

marcantes e, diferentemente daqueles do metabolismo primário, são encontrados em concentrações relativamente baixas e em determinados grupos de plantas.

No passado, alguns autores lançaram a hipótese de que os metabólitos secundários nada mais eram do que subprodutos do metabolismo primário. Entretanto, o fato de o vegetal utilizar rotas biossintéticas elaboradas, com elevados gastos de energia, conduz à hipótese mais aceita hoje de que os vegetais consomem essa energia para sintetizar compostos necessários à sua sobrevivência e preservação. Esses produtos atuam primeiramente na defesa do vegetal, agindo como dissuasórios alimentares e como toxinas. Os melhores exemplos de dissuasórios alimentares são os taninos, frequentes em frutos verdes. Esses produtos adstringentes são responsáveis pela preservação do fruto até o pleno desenvolvimento da semente, quando, então, desaparecem. Substâncias de outras classes como saponinas, cumarinas, limonoides, quassinoides, lactonas sesquiterpênicas e iridoides, devido ao sabor amargo que costumam apresentar, também podem atuar como desestimulantes de herbívoros.¹

Muitas toxinas, como, por exemplo, os alcaloides, têm sabor amargo e desagradável, levando os herbívoros, em algumas situações, a reconhecerem e evitarem as plantas que as contêm. Por outro lado, alguns metabólitos secundários atuam de maneira oposta, atraindo insetos, pássaros, morcegos e até mesmo ratos, responsáveis pela polinização de muitas plantas. Nesse grupo, incluem-se os pigmentos (flavonoides, antocianinas e betalainas) e os óleos voláteis (monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides).²⁻⁴ Informações complementares a esse respeito podem ser encontradas nos capítulos correspondentes a tais grupos de substâncias do metabolismo secundário.

A sobrevivência de uma determinada espécie, contudo, não está assegurada unicamente pelo fato de ela se defender de predadores e garantir sua reprodução. Ocorre

também uma interação planta/planta, chamada de alelopátia, na qual um vegetal compete com outro, provavelmente para garantir o acesso a água, luz e nutrientes. De maneira surpreendente, esses efeitos alelopáticos podem ocorrer entre indivíduos da mesma espécie, sobretudo quando a falta de água e/ou nutrientes limita o crescimento. Esse fenômeno é chamado de autotoxicidade ou autopatía. Nesses processos, vários metabólitos secundários podem estar envolvidos.⁵

Entre outros produtos do metabolismo secundário, encontram-se poliacetilenos, quinonas e aminoácidos não proteicos. Para muitos deles, ainda não se conhece a real função, mas o estudo desses compostos químicos de origem vegetal tem permitido a compreensão de muitos fenômenos da natureza.

Se o estudo da função desses produtos nos vegetais e da forma como certos animais utilizam os vegetais no tratamento de suas doenças deu origem a novas áreas da ciência como a ecologia bioquímica e a zoofarmacognosia, a observação de que a ocorrência deles é restrita a determinados grupos de plantas abriu um amplo campo de estudos: a quimiotaxonomia.

Quimiotaxonomia vegetal – um breve histórico

A quimiotaxonomia teve seus fundamentos na observação de propriedades alimentares, medicinais, olfatórias, etc. apresentadas pelas plantas; aqueles vegetais que apresentavam propriedades similares eram classificados juntos.

Os primeiros trabalhos publicados datam do final do século XVII. Grew, em 1673, relacionou certos grupos de plantas com os respectivos usos terapêuticos. Petiver, em 1699, e Camerarius, em 1699, relacionaram morfologia e características organolépticas (odor e sabor) a propriedades medicinais. No início do século XIX, em 1816, De Candolle introduziu outra questão: ele observou que *plantas diferentes nascidas em*

solos idênticos continham produtos diferentes, enquanto plantas análogas nascidas em solos completamente diferentes formavam produtos análogos. Isso significa que esse autor considerou a composição química como um caráter taxonômico. De Candolle percebeu, também, que alguns insetos podiam detectar diferenças entre grupos de plantas e, em 1832, verificou a interação entre plantas superiores (alelopatia), propondo as bases da moderna ecologia bioquímica.⁶

A seguir, muitos autores contribuíram para o desenvolvimento desses conceitos. Entre eles, destacam-se Helen Abbott, em 1886 e 1887, que previu a importância da química na taxonomia; Eykman, em 1888, que publicou sobre a ocorrência de alcaloides em determinadas famílias; Van Romburgh, em 1890, com trabalhos sobre a ocorrência de substâncias como salicilato de metila e ácido cianídrico em vegetais; Greshoff, em 1909, com pesquisas sobre taninos, alcaloides, heterosídeos cianogenéticos e saponinas; e Mcnair, entre 1917-1945, com numerosos trabalhos que associam a química à taxonomia, estudando especialmente ácidos graxos. A partir de 1935, a atenção voltou-se para a ocorrência de alcaloides com os trabalhos de Manske. Todos os trabalhos citados nesse breve histórico são referenciados por Gibbs.⁶

Na sequência, o conhecimento químico sobre as plantas foi sistematizado, surgindo trabalhos completos como *Chemotaxonomie der Pflanzen*, de Hegnauer, em 1962-1994,⁷ e os trabalhos de R. Dahlgren, em 1975 e 1980,^{8,9} e G. Dahlgren, em 1989,¹⁰ que relacionam a química com vários outros caracteres. Estes últimos autores realmente utilizaram a ocorrência de determinados metabólitos secundários para propor modificações nos sistemas de classificação vegetal. No Brasil, um dos pioneiros nessa área foi o Professor Otto R. Gottlieb, que liderou um grande grupo de pesquisadores e destaca-se pelas numerosas publicações sobre o tema, abordando, em especial, aspectos evolutivos dos vegetais.¹¹⁻¹⁴

Aplicações da quimiotaonomia

O interesse na utilização da química (químio taxonomia ou quimiosistemática) e da bioquímica (filogenia) em sistemática vegetal foi favorecido pelo desenvolvimento de métodos analíticos aprimorados que possibilitaram a análise de um grande número de plantas com maior rapidez e relativa facilidade. Os processos são selecionados de acordo com a natureza dos compostos em estudo.

Embora estudos filogenéticos que utilizam sequenciamento de DNA estejam se tornando cada vez mais numerosos,^{15,16} os produtos do metabolismo secundário continuam sendo utilizados em estudos visando ao estabelecimento de relações filogenéticas. A presença de certos metabólitos secundários indica claramente que as espécies que os sintetizam possuem uma rota biossintética específica e um gene ou conjunto de genes específicos controlando essa rota, estando os produtos presentes em alta ou baixa concentração.

Assim, a presença de certos compostos em determinados grupos de plantas é de grande importância nos estudos sobre evolução. Os processos evolutivos dependem da combinação de fatores internos e externos como mutação, recombinação gênica e seleção. Durante a evolução, pode ocorrer que grupos não relacionados apresentem similaridades morfológicas. Isso é chamado de **convergência** ou **paralelismo**. Por outro lado, pode ocorrer **divergência**, em que plantas intimamente relacionadas originam descendentes diferenciados. Tais fenômenos podem causar consideráveis dificuldades nos estudos taxonômicos. Nesses casos, o conhecimento da química de tais grupos pode ser de grande importância. Segundo alguns autores, a existência de um padrão comum no metabolismo secundário pode fornecer evidências mais corretas de parentesco do que similaridades morfológicas, que podem tanto ser devidas a ancestrais comuns quanto à evolução convergente.¹⁷⁻¹⁹

Entre os vários sistemas de classificação dos vegetais já propostos, raros levam em consideração as características químicas. Cronquist²⁰ cita a ocorrência de metabólitos secundários de cada ordem e família. Entretanto, esse autor não atribui grande relevância a tais dados. Por outro lado, R. Dahlgren^{8,9} e G. Dahlgren,¹⁰ atribuindo elevada importância aos metabólitos secundários, utilizaram o padrão de distribuição de vários produtos (alcaloides provenientes de diferentes rotas biossintéticas, iridoides, poliacetilenos, etc.) para elaborar e, posteriormente, modificar seus sistemas de classificação dos vegetais.

Limitações da aplicação de dados químicos em sistemática

Na utilização de dados químicos em taxonomia, vários fatores devem ser levados em consideração. O primeiro deles é que, embora cada vez mais aumente o número de trabalhos de pesquisa, apenas uma pequena proporção das plantas foi investigada quimicamente e, como consequência, as informações disponíveis nem sempre são suficientes. Em segundo lugar, existe uma tendência em buscar determinados produtos nos *taxa* em que há maior probabilidade de eles serem encontrados. Exemplificando: um pesquisador que estuda alcaloides indólicos monoterpênicos trabalhará com espécies das famílias Apocynaceae, Rubiaceae ou Loganiaceae, nas quais eles são abundantes. A ocorrência fora dessas famílias, que teria grande importância em taxonomia e em estudos sobre evolução, dificilmente seria investigada.

Outro fator consiste na decisão sobre a relevância da presença de determinados produtos. Existe uma íntima relação entre a complexidade biossintética de uma substância e sua significância taxonômica. Muitos produtos apresentam estrutura complexa, mas são formados por processos biossintéticos relativamente simples. Tais substâncias

são menos interessantes, do ponto de vista taxonômico, do que as de estrutura mais simples provenientes de uma rota biossintética complexa. Os produtos do metabolismo secundário considerados mais apropriados aos estudos quimiotaxonômicos são alcaloides, poliacetilenos, iridoides e alguns compostos fenólicos, como certos derivados de floroglucinol e flavonoides, em especial as isoflavonas. Todos esses compostos são de ocorrência restrita, sendo amplamente utilizados como marcadores quimiotaxonômicos.²¹⁻²⁴

Diferentes plantas podem conter substâncias pertencentes a diferentes classes químicas, mas que se originam de um mesmo precursor. Tais plantas provavelmente contêm sistemas enzimáticos similares, e os compostos formados, embora diferentes, podem indicar uma relação filogenética entre elas.

Algumas modificações, provocadas por mutação, podem causar grandes diferenças na produção de metabólitos secundários em razão, por exemplo, do bloqueio de alguma rota biossintética. Esse fenômeno, chamado de divergência química, é análogo à divergência morfológica e também provoca grandes dificuldades nos estudos quimiotaxonômicos. Muitas vezes observa-se, também, que plantas absolutamente não relacionadas produzem as mesmas substâncias. Esse fato, na grande maioria das vezes, indica que tais produtos não devem ser usados como marcadores quimiotaxonômicos.

Nos estudos quimiotaxonômicos, deve-se levar em conta, também, que a composição química de um vegetal varia de órgão para órgão. É necessária a investigação da planta como um todo para inferir sobre o parentesco de determinado grupo; a análise de apenas um órgão pode levar a conclusões taxonômicas errôneas.

Além disso, podem acontecer variações individuais. Certas substâncias podem ocorrer em quantidades não detectáveis em função de condições edáficas e climáticas e, como os compostos apresentam uma função

ecológica, verificam-se variações de acordo com o período vegetativo do vegetal. Modificações no metabolismo causadas por infecções também devem ser mencionadas. Nesses casos, o vegetal pode produzir fitoalexinas, objeto de crescente interesse em fitopatologia.

Outros problemas relacionados aos estudos quimiotaxonômicos são o custo referente aos processos de isolamento e identificação, a dificuldade em isolar produtos presentes em diminutas concentrações e, em alguns casos, a necessidade de grandes quantidades de material vegetal, muitas vezes impraticável em função do seu porte.

Apesar dessas limitações, pode-se concluir que a quimiotaxonomia fornece dados de grande validade para a reestruturação de sistemas de classificação. Além disso, é importante salientar a importância da quimiotaxonomia na área farmacêutica. Esse conhecimento, aliado à etnofarmacologia, vem permitindo a descoberta de novos fármacos de origem natural, que têm sido utilizados sem alterações estruturais ou como modelo para a síntese de novas substâncias ativas.

Pontos-chave deste capítulo

Diferentes caracteres podem ser utilizados na construção de sistemas taxonômicos. O uso de dados referentes à ocorrência de certos metabólitos secundários é denominado quimiotaxonomia. Essa técnica tem sido bastante empregada como auxiliar na interpretação de relações entre diversos organismos vivos, especialmente vegetais, utilizando informações acerca da ocorrência de compostos do metabolismo secundário, como alcaloides, cumarinas, limonoides, quassinoides, lactonas sesquiterpênicas e iridoides, flavonoides, entre outros. A ocorrência de alguns desses compostos em determinados *taxa* tem permitido a revisão de sistemas de classificação de vários gêneros de plantas, assim como de diversas famílias.

Referências

1. Mason PA, Bernardo MA, Singer MS. A mixed diet of toxic plants enables increased feeding and anti-predator defense by an insect herbivore. *Oecologia*. 2014;176(2):477-86.
2. Harborne JB, Williams CA. Anthocyanins and other flavonoids. *Nat Prod Rep*. 1995; 12(6):639-57.
3. Lucas-Barbosa D, Sun P, Hakman A, van Beck TA, van Loon JJA, Dicke M. Visual and odour cues: plant responses to pollination and herbivory affect the behaviour of flower visitors. *Funct Ecol*. 2016;30(3):431-41.
4. Zidorn C. Secondary metabolites of sea-grasses (Alismatales and Potamogetonales; Alismatidae): chemical diversity, bioactivity, and ecological function. *Phytochemistry*. 2016;124:5-28.
5. Jessing KK, Duke SO, Cedergreen N. Potential ecological roles of artemisinin produced by *Artemisia annua* L. *J Chem Ecol*. 2014;40:100-17.
6. Gibbs RD. History of chemical taxonomy. In: Swain T, editor. *Chemical plant taxonomy*. London: Academic; 1963. p. 41-88.
7. Hegnauer R. *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Basel: Birkhauser; 1962-1994.
8. Dahlgren R. A system of classification of the angiosperms to be used to demonstrate the distribution of characters. *Botaniska Notiser*. 1975;128:181-97.
9. Dahlgren R. A revised system of classification of the angiosperms. *Bot J Linn Soc*. 1980;80:91-124.
10. Dahlgren G. The last Dahlgrenogram, a system of classification of the dicotyledons. In: Tan K, editor. *Plant taxonomy, phytogeography and related subjects*. Edinburg: Edinburg University; 1989. p. 249-60.
11. Gottlieb OR. *Micromolecular evolution, systematics and ecology*. Berlin: Springer; 1982.
12. Gottlieb OR. Ethnopharmacology versus chemosystematics in search for biologically active principles in plants. *J Ethnopharmacol*. 1982;6:227-38.
13. Gottlieb OR, Borin MRMB, Bosisio BM. Chemosystematic clues for the choice of medicinal and food plants in Amazonia. *Biotropica*. 1995;27(3):401-6.

14. Gottlieb OR, Kaplan MAC, Borin MMB. Biodiversidade, um enfoque químico-biológico. Rio de Janeiro: UFRJ; 1996.
15. Albach DC, Soltis PS, Soltis DE, Olmstead RG. Phylogenetic analysis of the Asteridae s. l. based on sequences of four genes. *Ann Mo Bot Gard.* 2001;88:163-212.
16. Chen Y-P, Li B, Olmstead RG, Cantino PD, Liu E-D, Xiang C-L. Phylogenetic placement of the enigmatic genus *Holocheila* (Lamiaceae) inferred from plastid DNA sequences. *Taxon.* 2014;63(2):355-66.
17. Swain T. *Chemical plant taxonomy.* London: Academic; 1963.
18. Gershenzon J, Mabry TJ. Secondary metabolites and the higher classification of angiosperms. *Nord J Bot.* 1983;3(1):5-34.
19. Hegnauer R. *Phytochemistry and plant taxonomy: an essay on the chemotaxonomy of higher plants.* *Phytochemistry.* 1986;25(7):1519-35.
20. Cronquist A. *An integrated system of classification of flowering plants.* New York: Columbia University; 1981.
21. Edwards JE, Brown PN, Talent N, Dickinson TA, Shipley PR. A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochemistry.* 2012;79:5-26.
22. Konovalov DA. Polyacetylene compounds of plants of the Asteraceae family (review). *Pharmaceut Chem J.* 2014;48(9):615-33.
23. Ccana-Ccapatinta GV, de Barros FMC, Bridi H, von Poser GL. Dimeric acylphloroglucinols in *Hypericum* species from sections *Brathys* and *Trigynobrathys*. *Phytochem Rev.* 2015;14:25-50.
24. Gousiadou C, Li H-Q, Gotfredsen C, Jensen SR. Iridoids in *Hydrangeaceae*. *Biochem Syst Ecol.* 2016;64:122-30.

Leituras sugeridas

Cronquist A. *The evolution and classification of flowering plants.* New York: The New York Botanical Garden; 1988.

Hao DC, Gu XJ, Xiao PG. *Medicinal plants: chemistry, biology and omics.* Amsterdam: Elsevier/Woodhead; 2015.

Importância dos registros históricos na investigação e utilização de produtos naturais

Maria das Graças Lins Brandão

<i>Introdução</i>	29
<i>Registros históricos das plantas medicinais</i>	30
<i>Importância dos registros históricos</i>	35
<i>Conclusão</i>	37
<i>Pontos-chave deste capítulo</i>	37
<i>Referências</i>	37
<i>Leituras sugeridas</i>	38

Introdução

O uso das plantas nativas das Américas, quer como alimento ou remédio, é muito antigo. Registros arqueológicos demonstram que os ameríndios já usavam algumas espécies há mais de dez mil anos. Exemplos dessas plantas são o abacate (*Persea americana* Mill.), a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), o mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.), o cacau (*Theobroma cacao* L.) e o milho (*Zea mays* L.). Os espanhóis e os portugueses começaram a introduzir as plantas americanas na Europa logo no início da colonização do continente, e grandes quantidades delas foram transportadas para lá. As raízes da sal-saparrilha (*Smilax* spp.) e do guaiáco (*Guaia-cum officinale* L.), nativas do Caribe, são exemplos, pois ganharam grande reputação na época para o tratamento da sífilis. Pode-se dizer que a humanidade tem uma dívida contraída com os povos ameríndios pelo uso do seu conhecimento etnobotânico, já que as

principais fontes de alimentação no mundo hoje são espécies domesticadas a partir da sua cultura. Além disso, várias substâncias bioativas utilizadas em medicamentos – como a pilocarpina, obtida das folhas de espécies de *Pilocarpus* e usada no tratamento do glaucoma, o quinino, obtido das cascas de espécies de *Cinchona* e usado como antimalárico, e os curares de espécies de *Chondrodendron* – também foram descobertas a partir do conhecimento ameríndio.

A despeito de todo o potencial já revelado, a vegetação nativa do Brasil vem sofrendo um intenso processo de destruição devido a uma sequência de ciclos econômicos iniciados já no século XVI.^{1,2} O primeiro ciclo ocorreu com a exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) pelos portugueses, que levou ao completo desaparecimento da espécie ao longo da costa brasileira. *Caesalpinia echinata* contém um pigmento vermelho (brasilina e brasilidina) que possuía elevado valor comercial na época para o tingimento de tecidos. Na segunda metade desse mesmo século, foi iniciado o cultivo extensivo de cana-de-açúcar, e tal atividade respondeu por toda a economia da colônia por mais de 150 anos. Na metade do século XVII, o Brasil era o maior produtor de açúcar do mundo, até ser ultrapassado pela crescente produção da América Central e do Caribe.

O terceiro ciclo econômico aconteceu de forma quase simultânea ao anterior, e é

caracterizado pela pecuária. Tal prática causou a destruição de vastas regiões de vegetação nativa, usadas para a preparação de pastagens. O ouro deu origem ao quarto ciclo econômico, iniciado após a descoberta do metal em Minas Gerais. Para alguns autores, a descoberta de diamantes em 1729, também em Minas Gerais, foi responsável pelo quinto ciclo econômico, que durou 140 anos, até que a África do Sul surgisse como o maior produtor de diamantes. Considera-se que, durante os séculos XVII e XVIII, o Brasil tenha contribuído com cerca de 50% de todo o ouro e diamantes do mundo, trazendo prosperidade e luxúria para a coroa portuguesa. Essa situação perdurou até o esgotamento do ouro no final do século XVIII.

O cultivo do café foi o responsável pelo sexto ciclo econômico, tendo as primeiras plantações sido iniciadas logo após a independência do Brasil de Portugal, em 1822. Por fim, no final do século XIX, a produção da borracha emergiu na Amazônia, dando origem ao sétimo ciclo econômico. Após esse ciclo, a economia do país passou a ser muito diversificada devido à industrialização, e não há mais como definir ciclos específicos. Um intenso processo de urbanização e industrialização foi observado na Região Sudeste do país a partir de 1940, tendo São Paulo como foco de forte migração de pessoas. Em 1950, iniciou-se também a introdução maciça de medicamentos industrializados, produzidos pelas empresas farmacêuticas internacionais recém-instaladas. É importante destacar que, com exceção da borracha, cuja exploração é feita por manejo florestal, todos os demais ciclos econômicos levaram a uma intensa erosão genética da vegetação nativa do Brasil. Como consequência, apenas 7% da Mata Atlântica encontra-se preservada, e muitas espécies de plantas medicinais foram perdidas. Atualmente, projetos como a expansão da produção de etanol, soja, mineração, ou a construção de grandes hidrelétricas, vêm comprometendo o que restou da vegetação

nativa, em especial na Amazônia, no Cerrado e na Caatinga.

Em um estudo realizado em 2004 junto da população da região mineradora em Minas Gerais,³ conhecida como Estrada Real, por exemplo, foram avaliadas as consequências do desmatamento sobre o conhecimento de plantas medicinais nativas da região. A 152 homens e 54 mulheres, com idades entre 65 e 95 anos, foi perguntado se conheciam e usavam espécies medicinais que haviam sido coletadas na mesma região no século XIX. Essas pessoas nasceram antes da década de 1940, ou seja, antes do início do processo de urbanização e industrialização da região. A pesquisa demonstrou que, mesmo entre tal população, idosa e moradora do campo, o conhecimento sobre as plantas medicinais nativas e suas aplicações encontra-se comprometido. Os entrevistados relataram que aprenderam sobre as plantas junto de seus familiares e *in loco*, mas hoje aquelas plantas não mais existem. Um exemplo de espécie medicinal não mais conhecida é a tinguaciba (*Zanthoxylum tin-goassuiba* A.St.-Hil., Rutaceae), coletada e descrita no século XIX pelo botânico francês Auguste de Saint-Hilaire. Essa planta teve grande importância no passado, sendo, inclusive, incluída na 1ª edição da Farmacopeia Brasileira (Pharm.Bras. I), em 1926. Os informantes relataram também que seus descendentes não se interessam em aprender sobre as plantas medicinais. Essa pesquisa revela que o processo de erosão genética das plantas medicinais é acompanhado de uma intensa erosão cultural. A pesquisa histórica representa um importante instrumento para a recuperação de informações sobre as plantas medicinais nativas do Brasil.⁴

Registros históricos das plantas medicinais

Informações estratégicas sobre as plantas da Biodiversidade brasileira encontram-se registradas em bibliografia e outros documentos

preparados nos séculos passados. Essas informações são importantes porque são primárias, ou seja, foram recolhidas em uma época na qual a vegetação nativa era conservada e na qual a população fazia uso, quase exclusivamente, de plantas medicinais da Biodiversidade brasileira. A situação é muito diferente hoje, e grande parte das plantas usadas na medicina caseira, ou mesmo como fitoterápicos, corresponde a espécies exóticas ou importadas.

Primeiros séculos

A maior parte das informações disponíveis sobre o uso de plantas nativas durante o período da colonização do Brasil foi compilada pelos padres jesuítas, os primeiros a fazer um contato direto com os ameríndios. Os jesuítas logo incorporaram plantas americanas nos remédios originários da Europa, como é o caso da Triaga Brasileira. Nessa preparação, original da Roma antiga, foram gradativamente incluídas plantas nativas do Brasil da cultura ameríndia, entre elas espécies de *Chondrodendron*, *Cocculus* e *Cissampelos* (Menispermaceae), de *Aristolochia* (Aristolochiaceae), *Piper umbellatum* L. (Piperaceae), *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) ou espécies de *Pilocarpus* (Rutaceae), além de muitas outras. A Triaga Brasileira, como ficou conhecida, era indicada para vários fins, sobretudo para tratar febres e como antídoto de venenos de serpentes.⁵ Os jesuítas repetidamente atraíram a atenção dos portugueses para a potencialidade das plantas brasileiras. No entanto, no projeto colonial português não havia espaço para avaliar os produtos nativos. Pelo contrário, já no século XVI eles comemoravam o sucesso do cultivo no Brasil da canela-do-ceilão *Cinnamomum verum* J.Presl (= *Cinnamomum zeylanicum* Blume), do gengibre-da-china (*Zingiber officinale* Roscoe), da pimenta de Malagar, do coco da Malásia, das mangas do Sudoeste da Ásia, da jaca da Índia e do cacau da América Central.⁶

Alguns outros europeus que viajaram pelo Brasil no início da colonização também descreveram o uso das plantas pelos ameríndios, entre eles os franceses André Thevet e Jean de Lery e o português Gabriel Soares de Souza. No século XVII, o Nordeste do Brasil foi invadido pelos holandeses. O médico Guilielmi Pisonis viveu por oito anos naquela região, e em sua obra *Historia Naturalis Brasiliae*, publicada na Holanda em 1648, descreveu o uso de diversas plantas medicinais indígenas. Nessa obra é possível conhecer, por exemplo, os usos primários de plantas da medicina tradicional brasileira como o bálsamo de copaíba (de espécies de *Copaifera*).⁷ Essa foi a principal fonte de informação sobre a Biodiversidade brasileira até o final do século XVIII, quando surgiram novos trabalhos de autores brasileiros e portugueses. Entre os mais importantes está a *Flora Fluminensis*, preparada pelo naturalista brasileiro Frei José Mariano da Conceição Velloso (Frei Velloso).⁸ Em sua obra, foram registradas dezenas de espécies da Mata Atlântica, inclusive várias de uso medicinal. Outro autor que descreveu o uso de plantas medicinais nativas naquela época foi o médico português Bernardino A. Gomes. Ele também descreveu o uso de plantas medicinais importantes como a caroba (*Jacaranda caroba* (Vell.) DC.) e o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville).⁹

No entanto, até o início do século XIX, o Brasil vivia sob um rígido controle da coroa portuguesa. O objetivo dessa política era manter em segredo dos outros países os recursos naturais e as potencialidades de sua exploração. A não concessão da licença à expedição do cientista alemão Alexander von Humboldt para visitar a Amazônia brasileira é um claro exemplo dessa política. Esse naturalista alemão, acompanhado do botânico francês Aimé Bonpland, percorreu extensas regiões do Norte da América do Sul, a serviço de vários reinos europeus, e fez um pioneiro e importante trabalho sobre a Biodiversidade americana. Em compensação,