

III – Artigo Científico

Herbário e Sementeca IAC: oito décadas pesquisando usos e conservação da biodiversidade cultivada e nativa

Laura de Brito Évora^{a,b}, Ana Claudia Oliveira Souza^{a,c}, Carla Fernanda Nardin^{a,d}, Maria Luiza de Olinda Cardoso Guerreiro^{a,e} e Luís Carlos Bernacci^{a,f}

^a IAC – Instituto Agrônomo, Centro de Recursos Genéticos Vegetais. Av. Theodureto A. Camargo, Campinas, SP, Brasil. 13075-630;

^b bolsista de Apoio Técnico do INCT - Herbário Virtual/CNPq, evora.laura@gmail.com

^c bio.anaclaudia@gmail.com

^d carlanardin@iac.sp.gov.br

^e guerreiro.marialuiza@gmail.com

^f bernacci@iac.sp.gov.br

Resumo

O Herbário e a Sementeca IAC constituem coleções de amostras de plantas herborizadas e sementes inertes, respectivamente, às quais estão associadas inúmeras informações, como identificação taxonômica, morfologia, fenologia, entre outras. Esses dados permitem diversos estudos que contribuem em várias áreas, relacionadas às questões agrícolas e ambientais. Para uma melhor visão dessas interrelações e impactos, o estudo teve como objetivo fazer um registro da atual situação do Herbário e Sementeca IAC. Com base nos dados informatizados, os nomes científicos aceitos, sinônimos, nomes ambíguos, identificações menos precisas ou ausentes foram comparados entre o Herbário IAC e os herbários ESA (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"), CEN (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), e FLOR (Universidade Federal de Santa Catarina), para avaliação da biodiversidade representada. No presente, o Herbário IAC (<http://herbario.iac.sp.gov.br/>) conta com aproximadamente 56 mil espécimes, atribuídos a 11260 nomes de espécies. Já a Sementeca possui cerca de 70 mil amostras associadas a 4670 nomes de espécies. Através das análises e comparações constatou-se que as coleções do Herbário e Sementeca IAC, sob a ação das equipes envolvidas ao longo dos tempos, promovem eficiente fornecimento de dados para a comunidade científica e leiga e colocam a instituição em destaque em termos de qualidade de dados.

Palavras-chave: Coleções Biológicas, Descritores Morfológicos, Flora Nativa, Botânica Econômica, Parentes Silvestres

Abstract

(Herbarium and Sementeca IAC: eight decades researching uses and conserving cultivated and native biodiversity)

The Herbarium and Sementeca IAC are collections of samples of herborized plants and inert seeds, respectively, to which numerous information is associated, such as taxonomic identification, morphology, phenology, among others. These data allow several studies that contribute in several areas, related to agricultural and environmental issues. For a better view of these interrelationships and impacts, the study aimed to record the current situation of Herbarium and Sementeca IAC. Based on computerized data, accepted scientific names, synonyms, ambiguous names, less precise or absent identifications were compared between the Herbarium IAC and the herbariums ESA (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"), CEN (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia) and FLOR (Universidade Federal de Santa Catarina), for the assessment of the represented biodiversity. At present, the Herbarium IAC (<http://herbario.iac.sp.gov.br/>) has approximately 56 thousand specimens, attributed to 11260 species names. Sementeca has around 70 thousand samples associated with 4670 species names. Through the analyzes and comparisons it was found that the Herbário and Sementeca IAC collections, under the action of the teams involved throughout the times, promote efficient data supply for the scientific and lay community and put the institution in prominence in terms of quality of data.

Key words: Biological Collections, Morphological Descriptors, Native Flora, Economic Botany, Wild Relatives

Introdução

O Brasil detém a de maior biodiversidade nativa do planeta (FIORAVANTI, 2016), incluindo 46485 espécies em sua flora, das quais 43% endêmicas (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2018). Além do destaque em termos ecológicos, o Brasil é uma potência agrícola mundial (DENARDIN; KOCHHANN; FAGANELLO. Grande parte da contribuição, efetiva, para a documentação e conhecimento da agrobiodiversidade e da biodiversidade nativa é realizada pelas coleções biológicas, através do depósito, identificação taxonômica e conservação de amostras de espécies (MAIA, 2017).

Herbário é a denominação para coleções de plantas, fungos e algas preservados, mais comumente, através de prensagem e secagem (exsicatas) (MAIA, 2017). Estas amostras e informações permitem estudos diversos, como de morfologia, taxonomia, ecologia, entre outras; incluindo a possibilidade de análises moleculares de materiais antigos (BIEKER; MARTIN, 2018; GIOVANNI; BERNACCI, 2015; GREVE et al., 2016; HODKINSON et al., 2007; LAVOIE, 2013; MAIA, 2017; PLANTARUM, s/d; SANTOS; SCHAEGLER; SCALCON, 2015; SOEJARTO; KINGHORN; FARNSWORTH, 1982; VEIGA, 1998).

Do Século XV ao início do XVI, a palavra “herbário” tinha dupla acepção, correspondendo ao livro no qual eram descritas, especialmente, as plantas medicinais e seus usos, ou, então, um conjunto de plantas vivas para o estudo ou ensino de botânica (MORENO, 2007). Há registros de que o método de herborização se iniciou por volta de 1500, tendo se difundido no século XVIII (BRIDSON; FORMAN, 1998). O primeiro herbário formalmente estabelecido possivelmente corresponda ao Herbário da Universidade de Bolonha, criado em 1570 e ainda ativo e com cerca de 130 mil exsicatas (HOLMGREN; HOLMGREN; BARNETT, 1990; NYBG, s/d). Atualmente, existem herbários com milhões de plantas armazenadas, sendo os maiores os Herbários do Kew Botanic Gardens (K) e do Museu de Paris (P), com 8 milhões ou mais de amostras (THIERS, 2020).

Através de informações do registro internacional de herbários (Index Herbariorum -

<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>), onde são catalogados os herbários e seu código de reconhecimento, em 2019 estavam ativos 3324 herbários, que armazenam 392 milhões de amostras (crescimento de cerca de 5 milhões de amostras, desde 2017), em 178 países, agregando 12 mil profissionais (THIERS, 2018; 2020). Os vinte maiores herbários (a partir de 3 milhões de amostras - THIERS, 2020) se localizam na Europa ou Estados Unidos, sendo que na América Latina existem 12 herbários entre os 100 maiores do mundo (480 mil ou mais amostras), sendo dois no México (1 a 1,6 milhão de amostras, cada), três no Brasil (RB, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro – 780 mil amostras; R, do Museu Nacional – 600 mil amostras; e SP, do Instituto de Botânica – 500 mil amostras), seis na Argentina (480 a 720 mil amostras) e um na Colômbia (600 mil amostras). Estes países são os que abrigam as maiores coleções latino-americanas, sendo ao lado da Venezuela, os únicos a possuírem mais de um milhão de amostras em suas coleções, e cinco destes herbários alcançaram tal porte nos últimos dois anos (THIERS, 2018; 2020).

No Brasil, 180 herbários são reconhecidos, ao nível internacional, armazenando 8,4 milhões de exsicatas (THIERS, 2020). Em todos os países latino-americanos que abrigam os maiores acervos, ocorreram aumentos de herbário registrados, dos acervos e da equipe envolvida, sendo a única exceção diminuição da equipe, na Argentina (THIERS, 2018; 2020). Entretanto, vale destacar que, em 2015, existiam 196 herbários ativos, registrados nacionalmente, no Brasil (GASPER; VIEIRA, 2015).

Sementecas ou diasporotecas, são coleções de amostras de propágulos. Também têm relevância, por possibilitar análises morfológicas (forma, tegumento, entre outros parâmetros), identificação e reconhecimento de famílias, gêneros e espécies (CORNER, 1976; BARROSO et al., 1999). No Brasil, entre as instituições que tem esse tipo de coleção incorporada ao herbário podem-se citar o RB – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (FORZZA et al., 2016) e SP - Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

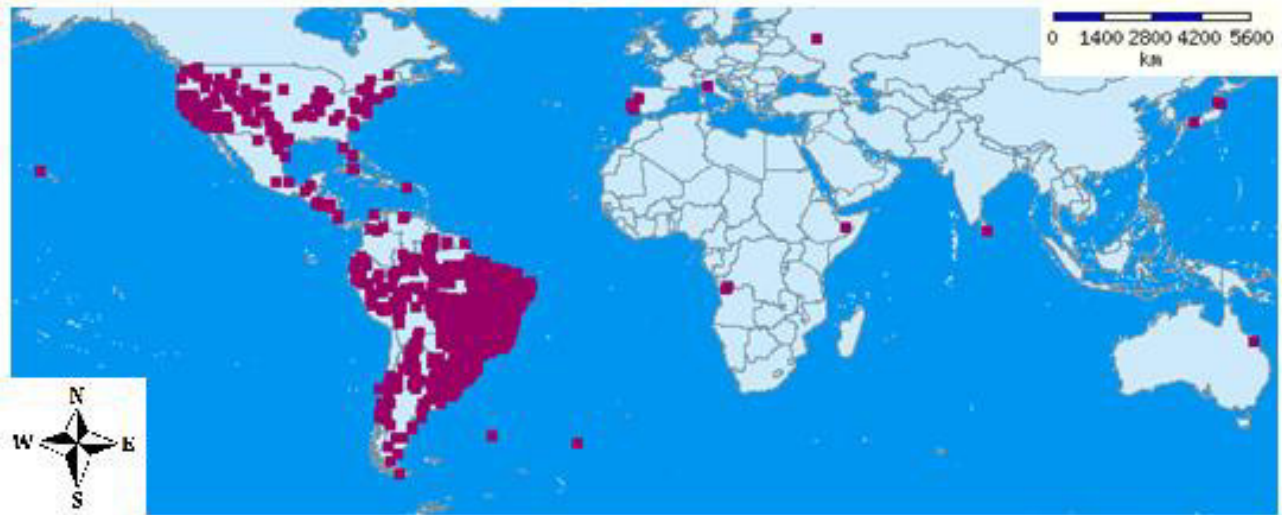


Figura 1. Localização geográfica (■) das coletas inseridas no Herbário IAC (<http://herbario.iac.sp.gov.br/>), a partir de imagem do SpeciesLink (<http://splink.cria.org.br/dc/index?setlang=pt&system=&colecacao=IAC>).

O Herbário IAC foi criado por ocasião da publicação do Decreto n° 7.312, de 05 de Julho de 1935, no Instituto Agrônomo, em Campinas/SP, com atividades ininterruptas até os dias atuais. Foi o quarto herbário de plantas a ser criado no Estado de São Paulo, depois dos herbários do Instituto Florestal (SPSF - 1896), do Instituto de Botânica (SP - 1917) e da Universidade de São Paulo - USP (SPF - 1932). É posterior, inclusive, ao Herbário Micológico (IACM - 1932), herbário de fungos, do próprio Instituto Agrônomo. O Herbário IAC destaca-se pela sua coleção de exsicatas de espécies cultivadas e seus parentes silvestres, embora detenha expressiva amostra da biodiversidade brasileira, incluindo representantes de todos os estados da federação e de todos os biomas, principalmente da Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Cerrado. Tem, ainda, amostras de plantas coletadas em diferentes partes do globo (Figura 1). Outros herbários se destacam por apresentarem grande número e/ou porcentagem de coletas de um bioma, tal como o Herbário INPA (do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), com 90% do acervo da flora amazônica brasileira; o Herbário HPEH (do Jardim Botânico de Brasília) formado principalmente por plantas do Cerrado; e o Herbário IPA (do Instituto Agrônomo de Pernambuco), que, entre outra amostras, tem a maior coleção do país de plantas da Caatinga e o Herbário HUEFS (da Universidade Estadual de Feira de Santana) com mais de 150 mil amostras, principalmente do semiárido nordestino (INCT, s/d).

Embora tenha iniciado seus registros anteriormente (1930), a Sementeca IAC só foi estabelecida como unidade administrativa em 1942, destacando-se pelas amostras de sementes e outros propágulos das diferentes espécies e acessos das plantas introduzidas na instituição (HERBÁRIO IAC, 2018).

Entretanto, apesar de sua importância e história, há poucas informações sistematizadas a respeito do acervo do Herbário IAC, especialmente quanto à sua evolução ao longo do tempo, tanto em relação à sua estruturação bem como quanto ao tamanho de seu acervo e qualidade dos dados, notadamente relativas à identificação taxonômica. Neste sentido, o presente artigo busca ajudar a cobrir estas lacunas, tendo, ainda, por objetivo registrar a situação atual do Herbário e Sementeca IAC, destacando sua contribuição para o conhecimento da agrobiodiversidade e da biodiversidade nativa, com base nos dados informatizados de amostras botânicas, contextualizando-o frente a outros herbários semelhantes, seja em relação ao viés agrícola, seja quanto à dimensão de seu acervo.

Material e métodos

Para verificar a situação atual do Herbário e Sementeca IAC associado ao conhecimento da agrobiodiversidade e biodiversidade nativa, as informações foram obtidas através de literatura, banco de dados do Sistema Herbário IAC, bem como dos livros de tomo e a base de dados do SpeciesLink (<http://splink.cria.org.br/indicators/?criaLANG=pt>).

Foram comparados, até 2018 (quando possível ou factível, desde 1994), os números de coletas, de registros informatizados e de nomes científicos, além dos números de intercâmbios com outras instituições e de visitas.

Para posicionar o Herbário IAC em relação a outros herbários que possuem características similares, a quantidade de nomes científicos aceitos, sinônimos, nomes ambíguos, identificações menos precisas ou ausentes foram comparadas com os Herbários ESA (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP) e CEN (CENARGEN/EMBRAPA) - herbários de cunho agrícola - e FLOR (Universidade Federal de Florianópolis - herbário com número de registros similar), com base nos dados disponíveis na base do SpeciesLink.

Resultados e discussão

Em suas origens, a Sementeira e o Herbário foram criados independentemente, sendo a primeira subordinada à área de Genética, desmembrando-se posteriormente, enquanto o segundo era subordinado à área de Botânica. Atualmente, todas estas unidades foram reagrupadas, fazendo parte do Centro de Recursos Genéticos Vegetais.

O Herbário Fanerogâmico e Criptogâmico do Instituto Agronômico – IAC foi criado em 1935, na ocasião, na Seção de Botânica Econômica e na atualidade enquadra-se como herbário de porte médio (50 mil ou mais amostras – PEIXOTO; MORIM, 2003). Embora a área de Botânica do IAC tenha sido iniciada em 1928, com o fisiologista vegetal, austríaco, S. Erich Herndlhofer, as atividades foram descontinuadas, reiniciando-se em 1935, através do americano William G. Houk (JORGE et al., 1993), que contribuiu com 89 coletas, até 1937. Há registros de coletas de J. Santoro (1584 números, de 1934-1949), que, apesar de suas contribuições, não tem registro nas “Memórias do Instituto Agronômico” (JORGE et al., 1993), assim, é possível que não tivesse vínculo empregatício estadual. E, contemporâneo a eles, de Athos de Sousa Lima, com 1098 coletas (1938-1946). Posteriormente, 1946-1958, Dalvo Matos Dedecca foi nomeado para a Seção de Botânica (JORGE et al., 1993), tendo desenvolvido pesquisas com anatomia, taxonomia (Poaceae e Asteraceae) e distinção e caracterização de cultivares, contribuindo com 696 coletas botânicas. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, 1968-1974, contribuiu com 1645 coletas e Condorcet Aranha, 1971-1994, com 407 coletas, fechando a lista dos maiores coletores que exerceram atividades na área de Botânica do

IAC, no primeiro quinquênio do Herbário. Outros pesquisadores do IAC contribuíram com número expressivo de coletas, naquele período, ou atuaram com taxonomia, tais como Alcides Carvalho (382 coletas - 1935-1966), Carlos Arnaldo Krug (176 coletas - 1933-1947), José de Campos Novaes, autor do “Index Florae Campinensis” (94 coletas - 1919-1932), Felisberto Cardoso de Camargo (1928-1941), fundador do Instituto Agrônomo do Norte (atual Embrapa Amazônia Oriental), Gregório G. Bondar (1910-1918) e Antonieta Pia de Toledo (1959-1961 - JORGE et al., 1993).

Com a atuação de sua equipe, houve um expressivo crescimento no número de coletas no período de 1936 a 1950 (média de 1094 números, com o mínimo em 1942 – 483 coletas – e máximo em 1938 – 2221). De 1950 até 1966 foram realizadas em número menor (média de 210 coletas, mínimo em 1958 – 35 – e máximo em 1953 – 502), voltando a crescer (1967-1971, média 718 coletas). Entre 1972-1992 a média de coletas correspondeu a 337 números, alcançando-se 1229 números de 1993-2009, sendo que o ano de 1995, no início do projeto “Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo” (FLORA DE SÃO PAULO, 2016), representa aquele com o maior número de coletas no Herbário IAC, 2253.

Além das etiquetas com as informações de coleta presentes nas exsicatas, e do Sistema Herbário IAC, dinâmico e constantemente aprimorado, constituído do banco de dados principal, no qual constam os principais dados de cada registro da coleção. O Herbário IAC vem tendo, ao longo do tempo, a sua organização baseada em fichas-duras arquivadas e em cadernetas e/ou livros-tombo, que sistematizam o registro de materiais na coleção. Há relações de intercâmbios e as guias de remessa de materiais estão sendo arquivadas, sendo que, atualmente, os intercâmbios têm sido informatizados. A Sementeira IAC possui livros-tombo e livros de registros dos intercâmbios e está em processo de informatização, integrada ao Sistema Herbário IAC.

Quanto ao registro dos materiais coletados em livros de tomo, no Herbário IAC existem pequenas cadernetas, iniciadas em 1936 por J. Santoro, sendo que o primeiro registro corresponderia ao número 33 (coleta de J. Santoro, 1936). No entanto, existe, ainda, apenas a indicação da identificação do número 28 (coleta de A. Carvalho, 1935), bem como as de alguns números alternados (não incluindo o 33) e fora de ordem numérica. O registro passa a ser mais sistematizado e organizado a partir do número 137,

seguindo a origem numérica, com algumas lacunas, nas quais existem apenas referências para o conjunto do intervalo. Existem 11 cadernetas que vão até o número 22801 (coletado em 1970). Outra série de livros ou cadernos de registros de inclusões do Herbário IAC existe na coleção, está efetivamente correspondendo a livros-tombo, nos quais cada registro do herbário é indicado, seguindo uma numeração sequencial. Tal sequência se inicia no número 8418 (coleta de 1943) e segue até a numeração atual. Entretanto, o primeiro livro consta como sendo o de número 7, não tendo sido localizados os anteriores. A partir 1983, 13 outros livros-tombo foram produzidos, do número IAC 1 até o 9102, sobrepondo-se o último, parcialmente, com aquele da sequência anterior.

A informatização do Herbário IAC foi iniciada em 1995, entretanto, apenas a partir de 2001 é que foi possível acesso aos dados já que anteriormente as informações eram utilizadas apenas para geração das etiquetas dos materiais, ficando os dados armazenados. Desde 1998, os registros dos números do Herbário IAC passaram a ser datados.

O Sistema Herbário IAC é constituído de uma tabela ou banco de dados principal, no qual consta cada registro (número de tombo) da coleção, incluindo os dados de coleta e identificação, bem como o usuário e data da inclusão e aqueles (usuário e data) da última modificação. Para evitar a digitação de erros, a entrada de dados considerados críticos, tais como nome das espécies, de países, estados e município, bem como de coletores/identificadores, é feita a partir de tabelas auxiliares, sendo a entrada destes dados feita por seleção, no processo de cadastramento dos materiais.

Já em relação à criação da Sementeca, a introdução, intercâmbio e quarentena de plantas eram efetuados no IAC desde sua fundação (1887), embora o Sistema de Introdução e Quarentena de Plantas tenha sido criado, como uma unidade administrativa, apenas em 1942 (JORGE et al., 1993; VEIGA et al., 1992). Entretanto, como atividades organizadas, a introdução, intercâmbio e quarentena passaram a ocorrer desde 1932 (VEIGA et al., 1992), sendo que o primeiro depósito de amostra na Sementeca consta como ocorrido em 1934 (IAC, s/d). No momento, foi localizada uma única sequência de livros de tombo da Sementeca, iniciados em 1930 (constando 134 introduções até 1931 e 1291 até 1935). Os 45 livros de registro indicam a introdução de 69554 acessos (e dentre estas introduções, consta que a Sementeca tenha tido cerca de 9500 amostras – IAC, s/d), até 1995, sendo que

posteriormente a incorporação de novos materiais ficou descentralizada e totalmente sob responsabilidade individual de cada pesquisador.

Sementeca, Sementário Sementoteca, Espermatoteca ou Espermatoteca é uma coleção de sementes (ABAE, 2018; JARDIM, 2012; LACERDA; LIMA, 2018; MONTEIRO et al., 2014; MOURA ; SANTOS, 2016; UFJF, s/d), normalmente mantida para estudos científicos e/ou fins educacionais. Entretanto, sementes, frutos e outras estruturas associados aos frutos, tal como infrutescências, podem estar em uma única coleção denominada como carpoteca ou receber denominação específica caso se tratam de uma ou outra estrutura, entretanto, sem uma diferenciação física entre elas (JBRJ, s/d; MUHNAC, 2015; PLANTARUM, s/d; UENF, s/d; UEPA, 2019). Sementário e/ou Banco de Sementes também podem ser denominações utilizadas para coleções com o propósito particular de manter a viabilidade e propagação das sementes (ABAE, 2018; JBRJ, 2014; MUHNAC, 2015). Embora a Sementeca IAC tenha sido criada com o propósito de incluir amostras de propágulos das espécies úteis, que já eram cultivadas no país ou que pudessem vir a ser, pode ser útil em outros aspectos, tal como armazenar e disponibilizar para análises e comparações amostras de sementes e outros propágulos de espécies daninhas, inclusive quarentenárias, prática necessária nos procedimentos de quarentena de plantas e, mesmo, facilitando o controle das invasoras (DUDIENAS; UZZO; NEGRI, 2018; FRANCO et al., 2011; JARDIM, 2012; SANTOS; SCHAEGLER; SCALCON, 2015;), facilitando e possibilitando identificações mais confiáveis.

Vale destacar que a criação dos Bancos de Germoplasma (BaG) no IAC data da mesma ocasião da organização e criação da Sementeca, tal como é o caso do BaG Café, criado em 1932, sendo o mais antigo e com maior diversidade em atuação, no Brasil (EIRA et al., 2007; IAC, s/d ; VASCONCELOS, 2012;). Os acessos introduzidos no IAC, para avaliação e melhoramento genético das plantas agrícolas, após passarem pelas avaliações fitossanitárias (quarentena), eram destinados ao cultivo e formação das coleções (BaG), sendo, na disponibilidade e possibilidade, uma amostra reservada para tentativas (por falhas na germinação e/ou pegamento) posteriores de cultivo, no curto prazo, e para dirimir dúvidas de identificação e/ou servirem para estudos morfológicos, e de outras naturezas, das sementes (GERMEK, 1964; IAC, s/d), inclusive a longo prazo. Ainda no Instituto Agrônomo (IAC), na década dos 70,

foi criada uma Sementoteca, na época, na então denominada “Seção de Sementes”, que contribuiu para a publicação dos guias de identificação de plantas invasoras de culturas (ARANHA; BACCHI; LEITÃO FILHO, 1972; BACCHI; LEITÃO FILHO; ARANHA, 1984; LEITÃO FILHO; ARANHA; BACCHI, 1972) e que ainda serve a este propósito de identificação nos dias atuais (Dra. Priscila F. Medina – Pesquisadora Científica, IAC, comunicação pessoal).

A conservação de sementes, inclusive por períodos relativamente longos (dita conservação a longo prazo, em temperatura subzero), é necessária ao bom funcionamento de um banco de germoplasma, sendo o período de manutenção da viabilidade dependente da espécie. E, o controle de condições, tal como temperatura e umidade, pode manter alta viabilidade, ao menos no médio prazo, tal como no caso do amendoim – *Arachis hypogaea* L.- (80%) em até oito anos, em comparação a apenas um ano, sem controle ambiental no armazenamento ou dez anos ou mais, tal como no caso do feijão – *Phaseolus vulgaris* L., no IAC - Instituto Agrônomo – ou outros grãos ou cereais (BOSCO et al., 2014; RAO; SASTRY; BRAMEL, 2002; SAVY FILHO et al., 1986), através do uso de câmaras secas ou frias.

Embora a manutenção de germoplasma possa ser uma atividade relacionada aos herbários, a conservação de sementes viáveis, bem como outros tipos de propágulos, requer uma estrutura adequada (BOWLES; BETZ;

DEMAURO, 1993), sendo que a Sementeca IAC, até o momento, não teve este propósito, a não ser no curto prazo.

A partir de 2002, começou a ser desenvolvido o sistema Herbário IAC “online”, que possibilitou acompanhar os avanços da informatização da coleção do Herbário IAC (Figura 2), a partir do banco de dados. Em 28/06/2018, o Herbário IAC contava com 56721 registros, sendo 97,1% deles informatizados, correspondendo ao segundo maior herbário, ligado a instituição de pesquisa agrícola de SP e o sétimo, do Brasil (HERBÁRIO IAC, 2019), no qual há representantes de diversos cultivos (e seus parentes silvestres) pesquisados e melhorados no IAC, ao longo do tempo, como algodão (*Gossypium* spp – 91 amostras), cana-de-açúcar (*Saccharum* spp – 16 amostras) cafés (*Coffea* spp - 510 amostras), laranja (*Citrus* spp – 12 amostras), milho (*Zea mays* L. - 260), arroz, (*Oryza* spp - 141), feijões (*Phaseolus* spp – 171; e *Vigna* spp - 79), amendoim (*Arachis* spp - 749 amostras) soja (*Glycine max* (L.) Merr. – 18 amostras) e plantas ornamentais, entre outras (HERBÁRIO IAC, 2019). Parte desses cultivos correspondem às principais plantas de *commodities*, em questão de produção e exportação, da agricultura brasileira como: cana-de-açúcar, café, laranja, milho, soja e algodão (MAPA, 2019). O Brasil, nas últimas quatro décadas triplicou a produtividade cafeeira, embasada na ciência e tecnologia (DUARTE; ESCOBAR; SILVA, 2019).

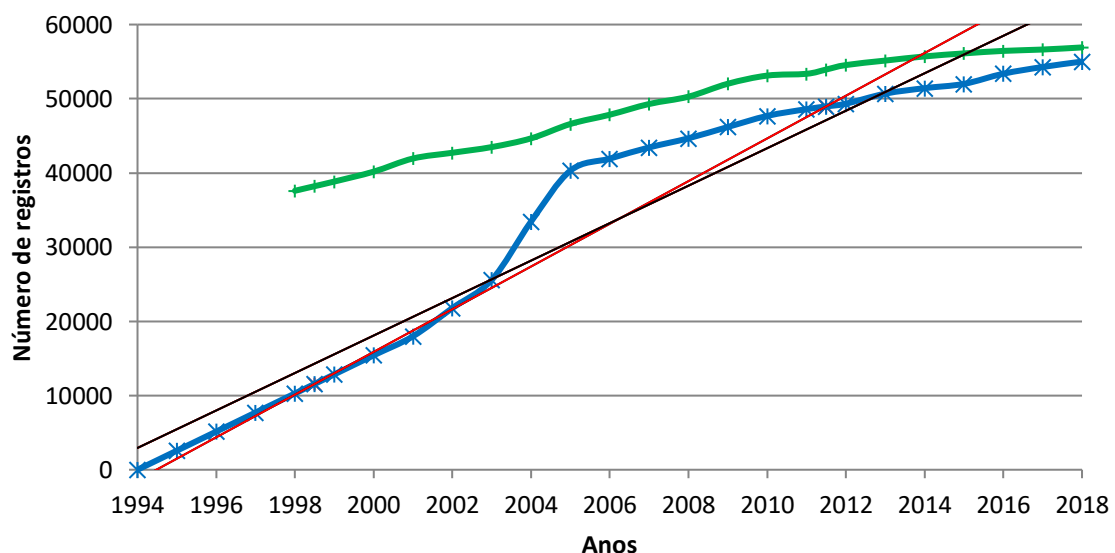


Figura 2. Número de registros (+) e registros informatizados (*) ao longo do tempo, no Herbário IAC, linha de tendência (-) e dos pontos médios inicial e final (-).

Observa-se que o número de registros informatizados no Herbário IAC alcançou patamares mais elevados nos primeiros anos, tendo havido maior crescimento entre 2003 e 2005, reduzindo-se posteriormente. Até 2013, em média, 13 diferentes usuários efetuavam a informatização de novos registros, no Sistema Herbário IAC. Posteriormente, apenas nove usuários, a partir daquela data e sete, em 2017-2018. Então, o maior incremento na informatização em 2003-2005 não pode ser explicado pelo número de usuários/digitadores e sim pelo esforço ou prioridade na informatização. O número elevado de usuários/digitadores, entretanto, revela a importância da coleção e da equipe associada na formação de recursos humanos. A partir de 2016, tem sido dada ênfase à busca por aumento na qualidade dos dados, buscando-se corrigir dados de localização e nomes de autores de espécies, já que com a utilização de seleção dos nomes se evitou a entrada de erros, entretanto, ainda não havia sido possível verificar e corrigir erros inseridos anteriormente. Ainda, tem-se dedicado esforços, a partir

dos dados dos livros de tomo, para a inclusão de números IAC antigos ainda não informatizados.

A digitalização e crescente disponibilidade de dados primários incluídos em espécimes de herbário têm aumentado e facilitado seu uso com propósitos científicos em estudos fenológicos, genéticos, evolutivos, nichos ecológicos, mudanças climáticas, conservação, biogeografia, sistemática, entre outros (NUALART, et al., 2017; WILLIS et al., 2017). Esse aumento no uso de materiais de herbário com propósitos científicos tem sido favorecido pela digitalização, especialmente com processos como a digitalização em massa, que facilitam o acesso, a coleções parciais ou mesmo completas, a um clique de distância (SMITH; BLAGODEROV, 2012).

Igualmente, entre 2003 e 2005, houve um grande crescimento no número de nomes de espécies no banco de dados do Herbário IAC (Figura 3), dado o grande crescimento no processo de informatização neste período (Figura 2).

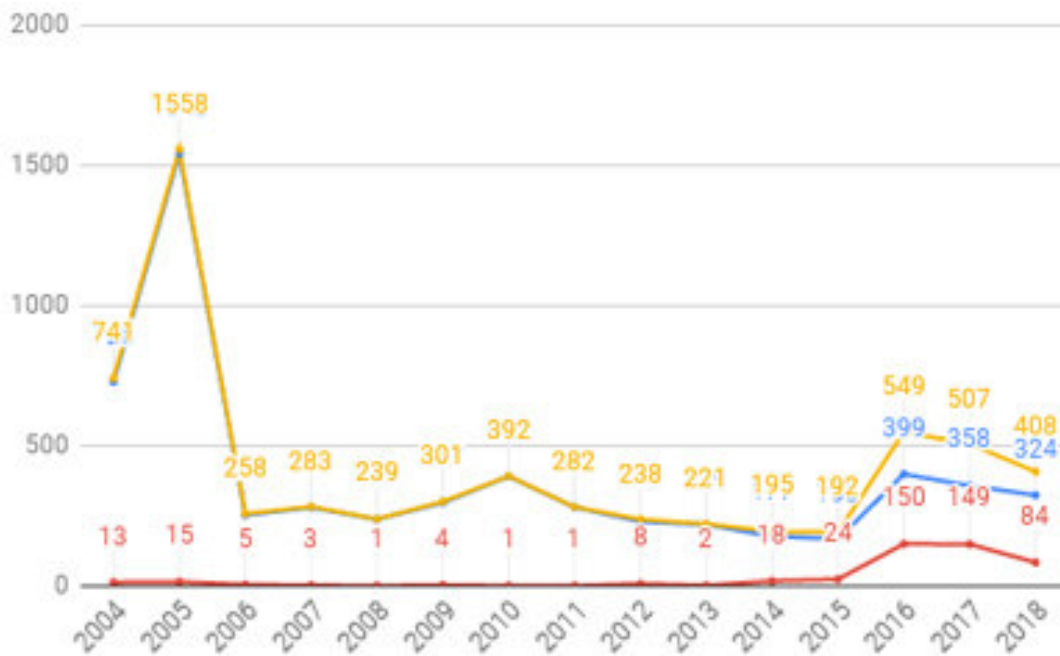


Figura 3. Total de nomes de espécies (em laranja), nomes aceitos (azul) e sinônimos (vermelho), incluídos no banco de dados do Herbário IAC.

Os nomes das espécies eram verificados e buscava-se efetuar a informatização utilizando-se, apenas, os nomes aceitos. Entretanto, muitas vezes não é simples se definir o nome aceito, existindo divergência entre as diferentes fontes, tais como Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>). E, no sentido de fornecer informações mais completas, a partir de 2016, buscou-se incluir todas as identificações no banco de dados, no

geral, aguardando-se a visita de especialistas para atualização dos nomes. Assim, o número de sinônimos apresentou incremento, a partir daquela data. Por conta do processo de informatização da Sementeca, 471 nomes de gêneros (4/5/18-17/5/18) e 1529 de espécies (21/6/18-29/1/19) foram inseridos no Banco de Dados do Herbário. Antes de 2003 existiam 2303 nomes de espécies. Entre 2003 e 2005 foram incluídos 3277 nomes e 6117 depois desta data, incluindo nomes da sementeca, alcançando-se

até 28/06/2019 9583 nomes cadastrados na Tabela de nomes de espécies. Um fator que contribuiu para esse aumento foi a informatização, como já citada anteriormente. Outro fator foi a reorganização física do herbário, passado da ordem alfabética para a filogenética, ou seja, de acordo com a história evolutiva das famílias botânicas, seguindo o sistema da APG IV (2016), no caso das angiospermas, e sistemas correspondentes para outros grupos taxonômicos, tais como briófitas (musgos e aparentados), samambaias e aparentados e gimnospermas (como os pinheiros). Através desse trabalho, houve uma verificação de dados, no que acarretou um melhor exame dos nomes e uma melhor identificação dos espécimes. Entretanto, na mesma ocasião, existiam cerca de 11260 nomes de espécies em uso no Herbário IAC. Ou seja, ainda muitos nomes de espécies precisavam ser revistos.

Como intuito de enriquecimento das coleções de herbário é realizado o intercâmbio de materiais entre essas instituições por meio de empréstimos, permutas ou doações. Através dessa disponibilização das exsicatas os taxonomistas especialistas podem, com mais propriedade, confirmar ou rejeitar identificações de táxons e de arranjos filogenéticos (PEIXOTO; MAIA, 2013).

Uma enorme evidência é o Herbário de Paris, o maior do mundo, na atualidade, que informa que grande parte de sua coleção se fez por meio de doações, programas de intercâmbio interinstitucional e expedições de campo realizadas através do *Muséum national d'Histoire naturelle, França* (MNHN) e colaborações (LE BRAS et al., 2017). Tal atividade aumenta a importância científica da coleção e permite o reconhecimento de floras locais, regionais, nacionais ou internacionais (FONSECA; VIEIRA, 2015).

Tabela 1. Quantidade de exsicatas intercambiadas pelo do Herbário IAC entre 2004 e 2018.

Anos de Análise	Entrada no Herbário IAC						Saída do Herbário IAC					
	D	E	P	R	T	TE	D	E	P	R	T	TS
2004	36	30	84	104	0	254	73	139	6	230	20	468
2005	209	155	213	322	0	899	325	498	0	181	0	1004
2006	447	7	324	0	0	778	78	158	0	198	80	514
2007	125	7	7	34	0	173	59	69	0	670	0	798
2008	385	97	20	91	84	677	80	134	1	350	0	565
2009	127	0	8	16	0	151	27	173	2	267	0	469
2010	75	11	76	19	0	181	74	288	0	44	0	406
2011	0	0	35	233	0	268	521	389	0	126	0	1036
2012	107	310	0	77	0	494	107	310	0	77	0	494
2013	8	10	199	290	0	507	218	373	49	121	0	761
2014	54	109	0	178	0	341	86	37	1052	593	0	1768
2015	0	0	20	5	0	25	1045	61	81	55	0	1242
2016	12	73	0	18	0	103	1179	129	0	331	114	1753
2017	0	0	0	5	0	5	1006	109	0	379	0	1494
2018	0	0	0	118	0	118	780	192	0	425	0	1397
Total Geral	1585	809	986	1510	84	4974	5658	3059	1191	4047	214	14169

D – doação; E – empréstimo; P – permuta; R – retorno; T – transferência; TE – total de entradas; TS – total de saídas; It – total de intercâmbios.

De modo geral, desde 2004, tem ocorrido maior (3 vezes mais) saída (14169) do que entrada (4964) de materiais no Herbário IAC, especialmente devido à doação de duplicatas (que ampliam as possibilidades de consultas por parte de especialistas, além de

disponibilizarem espaço no acervo) e devoluções de empréstimos por parte do IAC (Tabela 1). Quanto às entradas, igualmente, destacam-se as doações e devoluções ao IAC. Em 2014 ocorreu a maior saída de materiais (1768) do IAC, especialmente devido ao

pagamento de permutas (trocas de materiais). Enquanto, em 2005 ocorreu a maior entrada de materiais (899) no herbário, principalmente devido ao retorno de materiais que estavam emprestados para outras instituições (Tabela 1). Na primeira metade do período (até 2010) a quantidade de entradas (3113) e saídas (4224) era semelhante, enquanto na segunda metade as saídas (9945) superam as entradas (1861) em mais de 5 vezes, tendo se intensificado, especialmente, a partir de 2014. Todos esses procedimentos tornam essa coleção dinâmica.

Os intercâmbios do Herbário IAC envolveram 98 instituições, sendo 11 de outros países. Os herbários do exterior foram K - Kew Royal Botanic Gardens, NY - New York Botanic Garden, P - Museu de Paris, MO - Missouri Botanic Garden, VEN - Herbário Nacional da Venezuela, C - Botanic Museum Copenhagen, CAY - Guiana, G - Geneve Herbarium, GH - The Harvard University, S - Swenson/Suécia, U - National Herbarium Netherland.

Os herbários que apresentaram maior número de intercâmbios com o Herbário IAC, igualmente, no geral, movimentaram maior número de materiais (Tabela 2), destacando-se aqueles do sudeste, à exceção do HUEFS (Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, do Nordeste). Os ESA (Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP), SP (Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo, Instituto de Botânica de São Paulo) e UEC (Herbário da Universidade Estadual de Campinas) são do Estado de São Paulo. O RB (Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro) e o RBR (Herbário da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) são do estado Rio De Janeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação dos principais herbários em relação à quantidade de intercâmbios e número de materiais intercambiados com o Herbário IAC, entre 2004 e 2018. I - Número de intercâmbios; M - Número de materiais movimentados por herbário; oI - Ordem

Herbário	I	M	oI	oM
UEC	131	2692	1	1
RBR	79	945	2	2
SP	64	898	3	3
HUEFS	50	539	4	7
RB	47	694	5	6
HRCB	39	891	6	4
ESA	26	771	7	5

Outro dado retirado dos intercâmbios é o das famílias mais transitadas, tendo estado em primeiro lugar Rubiaceae, seguida de Passifloraceae, Fabaceae (Leguminosae), Myrsinaceae (Primulaceae) e Flacourtiaceae (Salicaceae), sendo que, à exceção das Fabaceae (de grande importância econômica e ambiental), são famílias com taxonomistas especialistas que desenvolvem ou desenvolveram atividades no Herbário IAC.

As visitas que especialistas fazem aos herbários é outra atividade que contribui para as consolidações ou atualização das identificações. Há uma oscilação de visitas ao Herbário IAC, mas em geral há por volta de 20-30 visitas de especialistas/ano. Ainda, o Herbário IAC aceita visitas de técnicos, agricultores, universitários, escolares e dos cidadãos em geral.

Apenas a partir da década de 90 é que os materiais-tipos do acervo passaram a ser separados em uma coleção à parte. O material-tipo ou “typus” é um espécime selecionado para servir como referência quando uma espécie é reconhecida, descrita e nomeada, assim, são especialmente importantes, existindo ferramenta para destaque aos tipos no INCT - Herbário Virtual (<http://inct.splink.org.br/>), bem como no REFLORA (<http://reflora.jbrj.gov.br/>) e outras redes de herbários. Atualmente, o Herbário IAC tem 72 tipos, sendo 10 holótipos, 6 sítipos/isosítipos, 18 lectótipos/isolectótipos e 38 parátipos.

Tanto em termos absolutos (8020 nomes aceitos) como relativos (15 nomes aceitos/100 amostras), o Herbário IAC comporta uma expressiva biodiversidade. Embora o número de espécies do Herbário IAC mostrou-se menor do que a dos herbários maiores, ESA e CEN, mostrou-se maior que aquela do FLOR (tamanhos equivalentes - Tabela 3). Em termos relativos, aquele que mais se aproxima ao IAC é o FLOR (12 nomes aceitos/100 amostras). Considerando-se todos os nomes de espécies (aceitos, sinônimos e ambíguos) a diferença do Herbário IAC (20 espécies/100 amostras) em relação aos outros aumenta (15 espécies/100 amostras - FLOR). A proporção de nomes aceitos no Herbário IAC (62%) apresentou-se um pouco menor do que nos herbários CEN e FLOR (68-70%), entretanto, considerando-os em soma aos sinônimos (81%) apresentam percentuais semelhantes aos daqueles herbários (81-84%).

Os herbários, e suas coleções associadas, datam de longa data e têm sido fundamentais para o desenvolvimento de estudos tradicionais, tais como de

morfologia, taxonomia e ecologia (MAIA, 2017; PLANTARUM, s/d; VEIGA, 1998). Entretanto, apesar de criação remota (séculos XVI-XVIII), este acervo, por ter suas amostras frequentemente revistas por especialistas em taxonomia e assim disporem de identificações botânicas precisas e atualizadas (PEIXOTO; MAIA, 2013; GIOVANNI; BERNACCI, 2015), tem se constituído em ferramenta para estudos muito mais recentes, que se tornaram possíveis apenas muito tempo depois da origem dos herbários, tais como análises de constituintes químicos nas amostras conservadas (por exemplo edulcorantes em espécies de *Stevia* - SOEJARTO; KINGHORN; FARNSWORTH,

1982), análises modelagem de distribuição e dos ambientes de ocorrência e da biogeografia e conservação de espécies vegetais (GIOVANNI; BERNACCI, 2015; GREVE et al., 2016; LAVOIE, 2013) e amostragem de genes de amostras de plantas, há muito conservadas (ao menos até 80 anos), o que pode ser muito útil em programas de melhoramento, por possibilitar investigar como as populações de plantas respondem às mudanças ambientais; inferir mudanças temporais na diversidade genética; identificar genes sob seleção recente; e investigar epidemias passadas de patógenos vegetais (ZENG et al., 2018).

Tabela 3. Dados comparativos entre os herbários IAC, CEN, ESA e FLOR, com relação a parâmetros selecionados. N° número

Herbários	Aspecto	Aceitos	Sinônimos	Ambíguos	Até gênero	Sem gênero	Em branco	Total
IAC	Nomes	8020	2406	373	1239	809		12847
	%Nomes	62	19	3	10	6		100
	N°	34525	7050	843	8253	1754	2493	54918
	%N°	63	13	2	15	3	5	100
ESA	Nomes	10260	2304	160	1593	3301		17618
	%Nomes	58	13	1	9	19		100
	N°	75452	9069	684	22252	6146	9802	123405
	%N°	61	7	1	18	5	8	100
CEN	Nomes	13082	2217	134	1820	1529		18782
	%Nomes	70	12	1	10	8		100
	N°	96557	7155	753	18047	3178	3650	129340
	%N°	75	6	1	14	2	3	100
FLOR	Nomes	7324	1653	99	1154	505		10735
	%Nomes	68	15	1	11	5		100
	N°	39485	5690	244	9764	1747	3747	60677
	%N°	65	9	0	16	3	6	100

A precisão e qualidade dos dados da coleção do Herbário IAC se consolidaram no decorrer de sua evolução a possibilidade de diversos trabalhos importantes ao nível regional, nacional e internacional. Em termos de conhecimento de nossa biodiversidade, estudos fitossociológicos e desenvolvimento de políticas públicas, os projetos “Flora Nativa das Estações IAC”, que evidenciou a presença de muitos parentes silvestres de plantas de interesse agrícola, tal como medicinais, ornamentais e/ou alimentícia em áreas nativas

conservadas nas fazendas experimentais (SOUZA et al., 2015), “Anhumas - Políticas Públicas” (TORRES; ADAMI; COELHO, 2014), “Biota Gradiente Funcional” (SOUZA; BERNACCI; JOLY, 2018; JOLY et al.; 2012); “Mudanças na composição florística e estrutural do estrato arbóreo em um fragmento urbano de floresta estacional semidecidual (Campinas, SP)” (GOMES et al., 2018.) e a descrição de novas espécies (JUNG-MENDAÇOLLI; BERNACCI, 1997; JUNG-MENDAÇOLLI; BERNACCI; FREITAS, 2010;

BERNACCI; SOUZA, 2012) são referências. Possibilitaram, ainda, colaboração para estudos de bioprospecção e desenvolvimento de produtos, tal como perfumes (PERIGO et al., 2016; NATURA, 2014).

Adicionalmente, o viés agrícola sempre foi foco de diversos trabalhos, como por exemplo, na colaboração para a caracterização fenotípica de três seleções de maracujá-roxo (MELETTI; SOARES-SCOTT; BERNACCI, 2005) e para a investigação do uso de espécies de Caryophyllales, nativas da Mata Atlântica, como potenciais inibidores de infecção viral em cultivos (PEREIRA et al., 2019). Destaca-se, portanto, que os herbários são fundamentais para a correta determinação botânica das espécies de nossa rica biodiversidade nativa como de nossa agrobiodiversidade. Ainda, muitas espécies nativas de interesse agrônomo, costumam ser cultivadas e/ou estarem presentes, com diferentes acessos, nos bancos de germoplasma, como acontece com plantas forrageiras, plantas frutíferas ou alimentícias de modo geral, medicinais, usadas em floricultura, cosméticos, pelas fibras, para produção de energia, dentre outros fins (WALTER et al. 2005), reforçando a importância dos herbários, pela crescente necessidade da correta identificação botânica.

Outras pesquisas inovadoras também têm se tornado possíveis ou se aceleraram rapidamente ao longo da última década, facilitadas pela crescente disponibilidade de espécimes de herbário digitalizados on-line, tal como da fenologia e suas alterações de longa data (WILLIS et al., 2017). Análises de DNA agora permitem o acesso ao vasto número de genomas de plantas preservados nos herbários, sendo que os dados genômicos podem ser usados para diversas análises evolutivas, incluindo relações filogenéticas e reconstrução da história das populações de plantas. Comparações de dados genômicos históricos e modernos podem ser usadas para identificar regiões genômicas sob seleção, e análises funcionais adicionais dessas regiões tornam possível identificar as vias que mais contribuem para adaptação, especialmente em plantas introduzidas e invasivas (LOISELLE et al., 2008).

Conclusões

Tanto o Herbário como a Sementeca IAC têm sido importantes para o desenvolvimento da pesquisa agrícola e a biodiversidade de modo geral. Ambas as coleções passaram por reestruturações ao longo do tempo, no Instituto Agrônomo, acompanhando a sua evolução. A

unificação destas duas coleções em uma base de dados única e disponível para o público é algo que deve ser valorizado pois facilita o acesso à informação científica para o público especializado e leigos e amplia consideravelmente as possibilidades de parceria e pesquisa ao nível nacional e internacional.

Dada a relevância da correta identificação botânica, o esforço da equipe técnica e colaboradores para garantir a qualidade dos dados do Herbário e Sementeca IAC tem redundado em sucessos, colocando a instituição em destaque em termos de qualidade de dados. O desempenho da equipe do Herbário e Sementeca IAC em diversos trabalhos de cunho agrícola e/ou ambiental demonstra que essas coleções possuem extrema importância para representar a agrobiodiversidade e biodiversidade nativa brasileiras e possuem potencial para ajudar a construir tecnologias agrícolas rentáveis que valorizem a diversidade da flora brasileira.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT-HVFF) que conta com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Aos pesquisadores Dras. Roseli Torres pelas ideias, identificações de amostras e apontamentos, Sigrid L. Jung-Mendaçolli pela identificação de amostras, bem como pelas curadorias do Herbário dentro de períodos considerados em nossas análises, e Dr. Renato Ferraz de Arruda Veiga, pela curadoria da Sementeca e auxílios diversos. À Assistente de Pesquisas Edneize de Melo Gouvea pela verificação dos livros de registro, seleção dos nomes de gêneros e espécies da Sementeca e respectivos cadastros no Banco de Dados do Sistema Herbário IAC, sem o que o processo de informatização da Sementeca estaria muito mais distante do patamar em que se encontra. Ao José Ataliba M.A. Gomes, Eliana Ramos e Isabela P. Renó, pela coleta de amostras e identificações. Ao auxiliar de apoio José de Freitas Benedito pela colaboração técnica no herbário e informações. À estagiária Danyele A. Rodrigues Santos pelo apoio nas atividades do herbário.

REFERÊNCIAS

- ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa. **Hortas Bios nas Eco-Escolas: Sementário**. 2018. Disponível em: <<https://hortasbio.abae.pt/index.php?p=sementario>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- APG IV, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016, **181**, 1–20
- ARANHA, C.; BACCHI, O.; LEITÃO FILHO, H.F. **Plantas invasoras de culturas**. Campinas – SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 1, p. 1-291, 1972.
- BACCHI, O.; LEITÃO FILHO, H.F.; ARANHA, C. 1984; **Plantas invasoras de culturas**. Campinas – SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola/Editora da UNICAMP, v. 3, p. 598-906, 1984.
- BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV. 1999. 443p. ISBN 85-7269-039-5.
- BERNACCI, L.C.; SOUZA, M.M. *Passiflora cacao* (Passifloraceae), a New Species from Southern Bahia, Brazil. **Novon** (Saint Louis, Mo.), v. 22, p. 1-7, 2012.
- BIEKER, V.C; MARTIN, M.D. Implications and future prospects for evolutionary analyses of DNA in historical herbarium collections. **Botany Letters**, v. 165, n. 3-4, p. 409-418, 2018. DOI: 10.1080/23818107.2018.1458651
- BOSCO, I.; CHIORATO, A.F.; CANDIDO, G.R.; GONÇALVES, J.G.R.; BARBOSA, W. Regeneração e caracterização de acessos do banco de germoplasma de feijoeiro do Instituto Agrônômico (IAC), objetivando a conservação e a informatização. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – CIIC, 8. 2014, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: IAC – Instituto Agrônômico. 2014. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/ciiciac/anais.html>>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- BOWLES, M.L.; BETZ, R.F.; DEMAURO, M.M. Propagation of Rare Plants from Historic Seed Collections: Implications for species restoration and Herbarium management. **Restoration Ecology**, v. 1, n.2, p.101-106, 1993.
- BRIDSON, D.; FORMAN, L. (Eds.). **The Herbarium Handbook**. 3 ed. Kew: Royal Botanic Gardens, 1998. 320 p.
- CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge: Cambridge University Press, v. 1, 1976. 311 p.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A. Dia Nacional da Conservação do Solo: a agricultura desenvolvida no Brasil é conservacionista ou não? **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 10-15, 2011.
- DUDIENAS, C.; UZZO, R.P.; NEGRI, B. Quarentenário IAC: Atuação na defesa fitossanitária no Brasil. **O Agrônômico**, v.70, p. 85-86, 2018.
- DUARTE, J.; ESCOBAR, J.; SILVA, H. D. (Eds.). **Agricultura movida à ciência**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 28 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/1600893/Agricultura+movid+a+ci%C3%Aancia/b419fc42-93db-ab17-2e7b-48c0e5b0baf2>>. Acesso em: 14 out. 2019.
- EIRA, M.T.S.; FAZUOLI, L.C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, R.G.; SERA, T.; PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N.S.; ZAMBOLIM, L.; CARVALHO, C.H.; PADILHA, L.; SOUZA, F.F. Bancos de Germoplasma de Café no Brasil: Base do melhoramento para produtividade e qualidade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5. 2007 Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46746/1/Bancos-de-germoplasma.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212 p. ISBN 978-85-7035-799-1
- EMBRAPA. **Conservação a longo prazo do banco de Germoplasma-Semente**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355163/1994598/fold07-18_conservacaoBancoGemoplasma.pdf/4c12bce2-a59c-4723-a32b-1e57308bd524>. Acesso em: 20/02/2020

FIORAVANTI, C. **A maior diversidade de plantas do mundo**. São Paulo: Revista FAPESP, 2016, p. 42-47. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/03/042-047_Botanica_241.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

FLORA DE SÃO PAULO, 2016. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo Online. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutedebotanica/ffesp_online/>. Acesso em: 22 ago. 2019.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2018

FONSECA, R. S.; VIEIRA, M. F. **Coleções botânicas com enfoque em herbário**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 26 p.

FORZZA, R. C.; CARVALHO JUNIOR, A.; ANDRADE, A. C.; FRANCO, L.; ESTEVAO, L. A.; KRUEL, V.; COELHO, M. N.; TAMAIO, N.; ZAPPI, D. C. Coleções Biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro à luz das metas da GSPC/CDB: Onde estaremos em 2020? **Revista Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 5, p. 125-141, 2016.

FRANCO, D.A.S.; SILVA, D.F.P.; ROZANSKI, A.; ALMEIDA, S.D.B.; MOURA, M.A.; MATALLO, M.B. Análise Fitossanitária de Pureza de Sementes para Detecção de Sementes de Plantas Daninhas. **Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.369-371, 2011.

GASPER, A.L.; VIEIRA, A.O.S. Herbários do Brasil. **UNISANTA Bioscience**, v. 4, n. 6, p.1-11, 2015.

GIOVANNI, R.; BERNACCI, L.C. Progressively approaching the distribution of *Passiflora ischnoclada* (Passifloraceae) from a single occurrence record. **CheckList**, v. 11, n. 4, p. 1-6, 2015. DOI: 10.15560/11.4.1717

GERMEK, E.B. Mostuário de sementes. **O Agrônomo**, v. 16 n. 3-4, p 1-6. 1964.

GOMES, J.A.M.A.; RAMOS, E.; TORRES, R. B.; BERNACCI, L. C. Mudanças na composição florística e estrutural do estrato arbóreo em um fragmento urbano de floresta estacional semidecidual (Campinas, SP). **Revista do Instituto Florestal**, v.30, n.1, p.7-28, 2018.

GREVE, M.; LYKKE, A.M.; FAGG, C.W.; GEREAU, R.E.; LEWIS, G.P.; MARCHANT. R.; MARSHALL, A.R.; NDAYISHIMIYE, J.; BOGAERT, J.; SVENNING, J.-C. Realising the potential of herbarium records for conservation biology. **South African Journal of Botany**, v. 105, p. 317–323, 2016.

IAC – Instituto Agrônomo s/d. Sementeca. Disponível em:

<<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/botanico/sementeca.php>>. Acesso em: 21 ago. 2019

HODKINSON, T.R.; WALDREN, S.; PARNELL, J.A.N.; KELLEHER, C.T.; SALAMIN, K.; SALAMIN, N. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation. **Journal of Plant Research**, v. 120, n. 1, p. 17–29, 2007.

HOLMGREN, P.K.; HOLMGREN, N.H. & BARNETT, L.C. **Index Herbariorum: Part I – The Herbaria of the World**. 8th ed. New York Botanical Garden, 1990. 693p.

IAC – Instituto Agrônomo s/d. Sementeca. Disponível em:

<<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/botanico/sementeca.php>>. Acesso em: 21 ago. 2019

JARDIM, L.R. **Uso de sistema computacional e análise morfológica para identificação de unidades de dispersão de espécies invasoras**. 2012. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2012.

JBRJ – Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Coleções Biológicas**, 2014. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br/colecoes/biologicas#>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

JBRJ – Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Carpoteca do Herbário Dimitri Sucre Benjamin**. s/d. Disponível em: <http://dadoswiki.jbrj.gov.br/doku.php?id=colecoes:carpoteca#carpoteca_do_herbario_dimitri_sucre_benjamin>. Acesso em: 23 ago. 2019.

JOLY, C.A., ASSIS, M.A., BERNACCI, L.C., TAMASHIRO, J.Y, CAMPOS, M.C.R., GOMES, J.A.M.A., LACERDA, M.S., SANTOS, F.A.M., PEDRONI, F., PEREIRA, L.S., PADGURSCHI, M.C.G., PRATA, E.M.B.; RAMOS, E., TORRES, R.B., ROCHELLE, A., MARTINS, F.R, ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., MARTINELLI, L.A., CAMARGO, P.B., AIDAR, M.P.M., EISENLOHR, P.V., SIMÕES, E., VILLANI, J. P.; BELINELLO, R. Florística e

fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, v.12, n. 1, p. 125-145, 2012

JORGE, J.A.; GERMEK, E.B.; CAMARGO, A.P.; BOOCK, O.J.; CONAGIN, A. Memória do Instituto Agrônomo. **Documentos IAC**, v. 32, p. 1-136, 1993.

JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; BERNACCI, L.C. *Rapanea hermogenesii* Jung-Mendaçolli & Bernacci (Myrsinaceae): uma nova espécie da Mata Atlântica, Brasil. **Boletim de Botânica**, São Paulo - SP, v. 16, p. 31-35, 1997.

JUNG-MENDAÇOLLI, S.L.; BERNACCI, L.C.; FREITAS, M.F. Nova espécie de *Cybianthus* Mart. (Myrsinaceae) do sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 671-673, 2010.

LACERDA, N.L.S.; LIMA, R.S. Coleções Biológicas: Uma alternativa para a contextualização do ensino de Botânica. In: V CONEDU, 2018. Olinda – PE. **Anais...** Olinda, 2018. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID9162_27092018084842.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.

LAVOIE, C. Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 15: p. 68-76, 2013. DOI: 10.1016/j.ppees.2012.10.002

LE BRAS, G.; PIGNAL, M.; JEANSON, M.L.; MULLER, S.; AUPIC, C.; CARRÉ, B.; FLAMENT, G.; GAUDEUL, M.; GONÇALVES, C.; INVERNÓN, V.R.; JABBOUR, F.; LERAT, E.; LOWRY, P.P., OFFROY, B.; PIMPARÉ, E. P.; PONCY, O.; ROUHAN, G.; HAEVERMANS, T. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. **Scientific Data**, v. 4, 2017. DOI: 10.1038/sdata.2017.16

LEITÃO FILHO, H.F.; ARANHA, C.; BACCHI, O. **Plantas invasoras de culturas**. Campinas – SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 2, p. 292-597, 1972

LOISELLE, B.A.; JØRGENSEN, P.M.; CONSIGLIO, T.; JIMÉNEZ, I.; BLAKE, J.G.; LOHMANN, L.G.; MONTIEL, O.M. Predicting species distributions from herbarium collections: does climate bias in collection sampling influence model outcomes? **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 1, p.105-116, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2007.01779.x

MAIA, L.C. et al. (Org.). **Construindo redes para promover o conhecimento da biodiversidade brasileira: a experiência do INCT – Herbário Virtual**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2017. 111 p. ISBN: 978-85-415-0901-5

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuárias e Abastecimento. **Agropecuária Brasileira em Número**, 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C. CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE TRÊS SELEÇÕES DE MARACUJAZEIRO-ROXO (*Passiflora edulis* Sims). **Rev. Bras. Frutic.** v.27, n.2, p.268-272, 2005. MONTEIRO, V.B.; FURTADO, S.D.S.; EVALDT, A.C.P.; BAUERMANN, S.G. Sementário de espécies cultivadas. In: I Feira de Ciências e Inovação, 2014. ULBRA, Canoas – RS. **Resumos...** Disponível em: <<http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/fci/fci/paper/view/2540>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MORENO, E.J. El Herbario como recurso para el aprendizaje de la Botánica. **Acta Bot. Venez.**, v. 30, n. 2, p. 415-427, 2007.

MOURA, S.L.; SANTOS, F.S. **Guia de Frutos e Sementes “Mata da Câmara”, São Roque – SP**: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2016. 53 p. Disponível em: <<http://www.fernandosantiago.com.br/shoseki.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MUHNAC – Museu Nacional de História Natural e da Ciência. **Coleções**, 2015. Disponível em: <<https://museus.ulisboa.pt/colecoes>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

NATURA. Parceria entre IAC e Natura resulta em perfumes inéditos no mundo. **Natura Campus**, 2014. Disponível em: <<http://www.naturacampus.com.br/cs/naturacampus/post/2019-06/piper-natura-iac>>. Acesso em: 06 out. 2019.

NUALART, N., IBÁÑEZ, N., SORIANO, I.; LÓPEZ-PUJOL, J. Assessing the Relevance of Herbarium Collections as Tools for Conservation Biology. *The Botanical Review*, v. 83, n. 3, p. 303–325, 2017. DOI 10.1007/s12229-017-9188-z NYBG - New York Botanical Garden. **Index Herbariorum**, s/d. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PEIXOTO, A. L.; MORIM, M. P. Coleções Botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 3, p. 21-24, 2003.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. (Org.) **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2013. 53p.

PEREIRA, M.V.M.; ALEXANDRE, M.A.V.; CHAVES, A.L.R.; SOUZA, A.C.O.; BERNACCI, L.C.; DUARTE, L.M.L. Propriedades do extrato inibidor de infecção viral de *Sequiaria langsdorffii* Moq. e *Pisonia ambigua* Heimerl. **O Biológico**, v. 81, n. 1 (supl.), p. 21. 2019.

PERIGO, C.V.; TORRES, R.B.; BERNACCI, L.C.; GUIMARÃES, E.F.; HABER, L.L.; FACANELI, R.; VIEIRA, M.A.R.; QUECINI, V.; MARQUES, M.O.M. 2016. The chemical composition and antibacterial activity of eleven Piper species from distinct rainforest areas in Southeastern Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 528-539, 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.09.028

PLANTARUM – Jardim Botânico Plantarum. **Pesquisas, s/d**. Disponível em: <<http://www.plantarum.org.br>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

RAO, N.K.; SASTRY, D.V.S.S.R.; BRAMEL, P. J. Effects of Shell and Low Moisture Content on Peanut Seed Longevity. **Peanut Science**, v. 29, p. 122-125, 2002.

SANTOS, J.V.A.; SCHAEGLER, C.E.; SCALCON, R.M. Estudo e identificação de plantas daninhas em diferentes estádios de desenvolvimento. In: VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), v. 7. p. 1, 2015, Alegrete. **Anais...** Alegrete: Salão de Ensino, 2015. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/14710>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SAVY FILHO, A.; LAGO, A.A.; ZINK, E.; GERIN, M.A.N.; MAEDA, J.A.; RAZERA, L. F. Conservação de Sementes de Amendoim em Câmara Fria e Seca. **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 371-375, 1986.

SMITH, V. S.; BLAGODEROV, V. Bringing collections out of the dark. **ZooKeys**, v. 209, p. 1–6, 2012. DOI: 10.3897/zookeys.209.3699

SOEJARTO, D.D.; KINGHORN, A.D.; FARNSWORTH, N.R. Potential Sweetening of Plant Origin: III – Organoleptic evaluation of *Stevia* leaf herbarium samples for sweetness. **Journal of Natural Products**, v. 45, n.5, p. 590-599, 1982.

SOUZA, A.C.O.; TORRES, R.B.; BERNACCI, L.C.; JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. Espécies da flora nativa nas Estações Experimentais da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agrônomo de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, p. 59-92, 2015.

SOUZA, A.C.O.; BERNACCI, L. C.; JOLY, C. A. Floristic and structure of the arboreal community of an Ombrophilous Dense Forest at 800 m above sea level, in Ubatuba/SP, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 4, 2018.

THIERS, B.M. The World's Herbaria 2017: a summary report based on data from Index Herbariorum. **Index Herbariorum Annual Report**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2018.

THIERS, B.M. The World's Herbaria 2017: a summary report based on data from Index Herbariorum. **Index Herbariorum Annual Report**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2018.

TORRES, R. B.; ADAMI, S. F.; COELHO, R. M. (Org.). **Atlas socioambiental da bacia do ribeirão das Anhumas**. 1. ed. Campinas: Pontes Editora, 2014. 183 p.

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense. **Herbário UENF: Carpoteca**, s/d. Disponível em: <<http://uenf.br/cbb/herbario/apresentacao/carpoteca/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

UEPA – Universidade Estadual do Pará. **Herbário MFS: Frutos e sementes**, 2019. Disponível em: <<https://paginas.uepa.br/herbario/index.php/pt/acervo/colecoes/frutos-e-sementes/>>. Acesso em: 23 ago.2019.

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. **Herbário Leopoldo Krieger – CESJ: Acervo**, s/d. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/herbario/acervo-2/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

VASCONCELOS, C. Banco de Germoplasma de Café do IAC Contribui com Pesquisas de Melhoramento Genético do Consórcio Pesquisa Café. **Embrapa Café**, 2012. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/243-banco-de-germoplasma-de-cafe-do-iac-contribui-com-pesquisas-de-melhoramento-genetico-do-consorcio-pesquisa-cafe>>. Acesso em: 11 out. 2019.

VEIGA, R. F. A. Histórias de recursos genéticos com jesuítas: Casos e “causos”. **O Agrônomo**, 1998.

VEIGA, R.F.A.; GERMEK, E.B.; FARIA, J.T.; OLIVEIRA, W.R.; NUCCI, T. A.; COELHO, S.M.B. M. O Sistema de Introdução e Quarentena de Plantas do Instituto Agrônomo e os Procedimentos Necessários ao Intercâmbio de Germoplasma. **Documentos IAC**, v. 23, p.1-20, 1992.

WALTER, B.M.T., CAVALCANTI, T.B., BIANCHETTI, L.B. & VALLS, J.F.M. 2005. Origens da agricultura, centros de origem e diversificação das plantas cultivadas. *In*: B.M.T. Walter & T.B. Cavalcanti (eds.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.

WILLIS, C.G.; ELLWOOD, E.R.; PRIMACK, R.B.; DAVIS, C.C.; PEARSON, K.D.; GALLINAT, A.S.; YOST, J.M.; NELSON, G.; MAZER, S.J.; ROSSINGTON, N.L.; SPARKS, T.H.; SOLTIS, P.S. Old Plants, New Tricks: Phenological Research Using Herbarium Specimens. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 7, 2017.

ZENG, C. X.; HOLLINGSWORTH, P.M.; YANG, J.; HE, Z. S.; ZHANG, Z. R.; LI, D. Z.; YANG, J. B. Genome skimming herbarium specimens for DNA barcoding and phylogenomics. **Plant Methods**, v. 14, n. 43, 2018.