

FERNANDO DA COSTA PINHEIRO

PROGRAMA REFLORA
Do Repatriamento de Dados à Utilização da Fotografia Digital como
Ferramentas para Estudos em Biodiversidade

Tese apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais (ou Plantas Vasculares em Análises Ambientais) – Linha de Pesquisa - Florística e Sistemática

SÃO PAULO
2025

FERNANDO DA COSTA PINHEIRO

PROGRAMA REFLORA

Do Repatriamento de Dados à Utilização da Fotografia Digital como Ferramentas para Estudos em Biodiversidade

Tese apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais (ou Plantas Vasculares em Análises Ambientais) – Linha de Pesquisa - Florística e Sistemática

Orientador: Dr. Jefferson Prado – Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA)

Co-orientadora: Rafaela Campostrini Forzza – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ)

Ficha Catalográfica elaborada pelo **Núcleo de Biblioteca e Mapoteca – Biblioteca Unidade Jd. Botânico – IPA/SEMIL**

P654p Pinheiro, Fernando da Costa
PROGRAMA REFLORA – Do repatriamento de dados à utilização da fotografia digital como ferramentas para estudos em biodiversidade / Fernando da Costa Pinheiro - - São Paulo, 2025.
184p.; il.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria de Meio Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2025.

Bibliografia.

1. Repatriamento de dados. 2. Coleções botânicas. 3. Digitalização de herbários.
I. Título.

CDU: 581.082

Banca Examinadora

Dr. Jefferson Prado (orientador)
Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA

Dr.^a Claudine Massi Mynssen
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ

Dr.^a Fabiana Ranzato Filardi
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ

Dr. Otávio Luis Marques da Silva
Universidade de São Paulo – USP

Dr.^a Rosângela Simão-Bianchini
Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA



À minha Avó Carolina Alves Pinheiro (in memoriam)
À minha mãe Corina da Costa Pinheiro
Ao meu amigo e orientador Jorge Fontella Pereira (in memoriam)
Sem essas importantes pessoas que ajudaram na minha formação, eu não teria chegado até aqui.



*As Plantas que, no seu sereno existir, nutrem e sustentam a Vida
Sem a força silenciosa, das samambaias, das araucárias, das bromélias, das orquídeas, das oliveiras
dentre tantas outras que inspiram, essa jornada não teria a beleza da aurora florescendo às manhãs.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Jefferson Prado por ter me incentivado a todo momento e por ter aceitado o desafio do desenvolvimento desse trabalho.

À Dr.^a Rafaela Campostrini Forzza, minha co-orientadora, pela parceria de sempre e por estar à frente do Herbário Virtual Re flora, sem o qual este trabalho não teria se tornado uma realidade.

Ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, agora Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA/SP) e a toda equipe envolvida, por possibilitar a realização do presente estudo, pelas disciplinas oferecidas, pelas sempre atenciosas respostas.

À equipe do CEN, Gabriela Silva Ribeiro, Andrielle Câmara Amaral Lopes, Rosângela, e, em especial à Dr.^a Taciana Barbosa Cavalcanti, curadora, pela acolhida e por proporcionar essa vivência nas rotinas de trabalho em um herbário de referência.

À equipe do IBGE, Marina, Betânia, Luciano, Leonardo, Mauro e Mariza Alves de Macedo Pinheiro pela sempre primorosa acolhida.

À equipe do JBRJ, Mariana Taniguchi, Fabiana L. R. Fillardi, Luiz Fernando, Clarice Martins Ribeiro, Eduardo Dalcin e, em especial, a Paula M. Leitman cujo auxílio foi imprescindível no acesso as informações do Herbário Virtual Re flora e para entendimento dos processos que envolvem as rotinas dos trabalhos que são executados no Herbário Virtual Re flora.

Ao Dr. André Gasper pelo envio da planilha atualizada, com os dados dos herbários brasileiros.

À Teonildes Sacramento Nunes pelo envio das imagens do Cyber Chrome do herbário da HUEFS.

À Daniela Ramalho e Priscila Oliveira que gentilmente enviaram imagens digitalizadas do herbário HEPH.

Ao CNPq pela concessão das duas licenças capacitação para realização parcial das atividades dessa pesquisa e do PPG e por proporcionar conhecer tantos pesquisadores de excelência na Botânica, Ecologia, Zoologia dentre outras áreas.

A todos(as) companheiros que trabalham ou trabalharam da Coordenação dos Programas de Pesquisa em Biodiversidade e Ecologia. Agradecimento especial ao Onivaldo Randig, ex-coordenador geral da CGCTM que sempre me incentivou, seja no trabalho, seja no aperfeiçoamento e a iniciar o doutorado.

Ao servidor Flavio Neves Bittencourt de Sá da Coordenação de Avaliação de Programas e Políticas em CT (COAPP) e a equipe da Coordenação de Apoio ao Fomento – COAFO (Heber Caixeta

da Silva, Rauney Melgar Martini, Murilo Marques da Silva e Josué Gomes de Sa Freire) pela colaboração na extração de dados e geração de planilhas referentes ao Reflora.

Ao Dr. José R. Pirani (USP), à Dr.^a Rosângela Simão-Bianchini (IPA) e ao Dr. Vidal F. Mansano (JBRJ) pelas sugestões e comentários durante a qualificação que foram fundamentais para a melhoria da pesquisa.

A todos(as) que me incentivaram, auxiliaram, ajudaram e que participaram direta ou indiretamente dessa jornada de realizações e de construção de uma vida. Não há como chegar até aqui sozinho.

RESUMO

O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Re flora”, lançado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2010, envolveu inúmeros parceiros, em nível internacional, federal, estadual e empresas privadas, totalizando aproximadamente 24,5 milhões de reais em investimentos no período de 5 anos. Teve como objetivo resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados de plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior. Sob os auspícios do Programa, projetos de pesquisas foram financiados com recursos de custeio, capital e bolsas, e abordaram aspectos de taxonomia, evolução a adaptação fitogeográfica, dinâmica populacional, biologia molecular, conservação, uso e aspectos históricos das expedições e a relação com a colonização do Brasil. Adicionalmente, com os subsídios do Programa Re flora, o Herbário Virtual Re flora foi criado, permitindo o cumprimento dos objetivos iniciais do Programa com o acolhimento de mais de 530 mil imagens e dados repatriados dos herbários do RBG-Kew e do MNHN de Paris, assim como, dados e imagens de outros herbários nacionais e internacionais, que foram sendo agregados posteriormente. Este trabalho descreve o contexto histórico de criação e de implementação do Programa e do Herbário Virtual Re flora, considerando sua complexidade e recursos investidos, sob o ponto de vista da gestão pública, no sentido de demonstrar as metas alcançadas e a importância para a sociedade como importante ferramenta para pesquisas em biodiversidade e conservação além de contribuir para o cumprimento de metas e acordos internacionais como a Flora do Brasil 2020 *online*. Além disso, aborda o uso da fotografia digital como ferramenta fundamental para a digitalização e o gerenciamento dos acervos, permitindo a ampla disponibilização das informações contidas nos herbários de forma a subsidiar os avanços das pesquisas e do conhecimento sobre a biodiversidade.

Palavras-Chave: Repatriamento de Dados, Coleções Botânicas, Digitalização de Herbários, Fotografia

ABSTRACT

The program “Reflora - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora” was established by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) in 2010, involved numerous participants at the international, federal, state, and private company levels, and included approximately 24.5 million reais in investments over a period of 5 years. It had the objective of rescuing and making available images and information about herbarium specimens of Brazilian plants deposited in foreign collections. Under the auspices of this program, research projects were financed with consumable, durable, and grant resources that covered aspects of taxonomy, evolution and phytogeographic adaptation, molecular biology, conservation, use, and historical details of expeditions and their relationship to the colonization of Brazil. Additionally, using subsidies from the Reflora Program, the Reflora Virtual Herbarium was created allowing the program to fulfill its initial objectives of receiving 530 thousand images and repatriating data from the RBG-Kew and MNHN-Paris herbaria, as well as data and images from other national and foreign herbaria that were subsequently added. This work describes the historical context of creating and implementing the Reflora Program and the Reflora Virtual Herbarium, considering its complexity and the resources invested, from a public management perspective. It aims to highlight the goals achieved and their importance to society as key tools for biodiversity and conservation research. It also fulfills international goals and agreements, such as the Flora of Brazil 2020 online. Additionally, it discusses the use of digital photography as a fundamental tool for digitizing and managing collections, enabling the broad dissemination of herbarium data to support advances in research and knowledge on plant biodiversity.

Keywords: Data Repatriation, Botanical Collections, Digitization of Herbaria, Digital Photography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exsicatas coletadas sob os auspícios do Programa Flora do CNPq (CYPERACEAE <i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees.; ASTERACEAE <i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H. Rob.; HYMENOPHYLLACEAE <i>Trichomanes accedens</i> C. Presl e ACANTHACEAE <i>Aphelandra aurantiaca</i> var. <i>aurantiaca</i> (Scheidw.) Lindl. Fonte: Herbário Virtual Reflora, 2024.	6
Figura 2. Exemplos de imagens em Cibachrome (processo de impressão fotográfica de alta qualidade e durabilidade) que foram doadas pelo RBG-Kew às instituições do PNE e a alguns pesquisadores no Brasil. As 3 imagens acima são do IPA/SP (Fotos: J. Prado, 2024) e as 3 abaixo pertencem a UEFS (Fotos: T.S. Nunes, 2024).	8
Figura 3. Formulários de Deliberação da Diretoria da Plataforma Integrada Carlos Chagas contendo detalhamento dos recursos aprovados para as propostas sob a forma de encomenda. a) processo: 564922/2010-2; b) processo: 565048/2010-4.	29
Figura 4. Linha do Tempo do Programa Reflora (Pinheiro et al., 2024).	31
Figura 5. Comitê Julgador do Edital 56/2010 - Reflora. Em sequência da esquerda para a Direita, o Dr. Armando Carlos Cervi, Dr. Paulo Takeo Sano, a Dra. Eliana Regina Forni-Martins e a Dra. Tânia Wendt.	34
Figura 6. Total de Propostas submetidas pelo total de propostas atendidas no Edital 56/2010 – Reflora por unidade da federação (fonte: Pinheiro et al., 2024).	39
Figura 7. Total de recursos investidos pelos parceiros do Programa Reflora. Fonte: Pinheiro et al., 2024).	40
Figura 8. Carta produzida pelos coordenadores em 11/05/2012, durante a 1ª reunião de monitoramento e avaliação dos projetos de pesquisa.	43
Figura 9. Carta produzida pelos coordenadores em 17/05/2013, durante a 2ª reunião de monitoramento e avaliação dos projetos de pesquisa.	46
Figura 10. 3.ª reunião de acompanhamento e avaliação, 18 e 19 de outubro de 2014, Salvador, Bahia, antecedendo o 65º Congresso Nacional de Botânica e 11º Congresso Latinoamericano de Botânica.	47
Figura 11. Relatório da Reunião do Comitê Técnico e dos Coordenadores dos Projetos Científicos do Programa Reflora.	48
Figura 12. Bolsas implementadas, finalizadas e vigentes acumuladas no âmbito dos projetos do Programa Reflora, durante o período de 01/01/2011 a 31/05/2016 (Fonte: Pinheiro et al., 2024).	52
Figura 13. Número de bolsistas e de valor financeiro global por modalidade e nível de bolsa no âmbito dos projetos do Programa Reflora (fontes: CNPq, 2010, Capes 2023 e Portal da Transparência, Pinheiro et al., 2024). Nomes das Modalidades/Nível de Bolsas: EV-2 = Especialista Visitante; EV-3 = Especialista Visitante; ATP-A = Apoio Técnico em Extensão no País; ATP-B = Apoio Técnico em Extensão no País; DTI-A = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; DTI-B = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; DTI-C = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; PDE = Pós-Doutorado no Exterior; GM = Mestrado; AT-1A = Apoio Técnico; AT-2A = Apoio Técnico; IC = Iniciação Científica.	53
Figura 14. Comparativo do nível de formação dos bolsistas e dos bolsistas egressos, juntamente com a porcentagem de mudança para cada nível. (Fonte: Plataforma Lattes/CNPq maio de 2024; Pinheiro et al., 2024).	54

Figura 15. Evolução da formação acadêmica dos bolsistas por gênero feminino (F) e masculino (M) a partir de 4 níveis de formação na época da implementação da bolsa (Fonte: Plataforma Carlos Chagas e Plataforma Lattes (CNPq) – maio de 2024, Pinheiro et al., 2024).....	55
Figura 16. Números de materiais repatriados dos herbários de Kew (K) e Paris (P), por unidade da federação (Fonte: Pinheiro et al., 2024).....	60
Figura 17(a, b). Distribuição dos locais de origem dos materiais georreferenciados oriundos dos Herbários de Kew [K(a)] e de Paris [P(b)].	60
Figura 18. Número de exemplares (exsicatas) dos Herbários de Kew (K) e de Paris (P), por século de coleta (fonte: Herbário Virtual Re flora).	61
Figura 19. Os 12 maiores acervos do Herbário Virtual Re flora (Fonte: https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/?page=5 , acesso 30 de novembro de 2024).	75
Figura 20. Rede de Herbários que compõem o Herbário Virtual Re flora (as siglas representam os acrônimos das coleções conforme Thiers, 2024a: a) Brasil; b) EUA; c) Europa (fonte: Herbário Virtual Re flora).	76
Figura 21. Página principal de apresentação do Herbário Virtual Re flora com os campos de busca simples e avançada.....	86
Figura 22. Exemplo de resultado de busca avançada realizada no Herbário Virtual Re flora, por meio dos campos "gênero" (Adiantum) e "espécie" (raddianum) e determinador (J. Prado), cujo resultado traz informações sobre 178 exsicatas disponíveis na aba "Por Listagem" e destas 151 estão georreferenciadas sendo possível visualizá-las na aba "No mapa".	87
Figura 23. Visualização de imagem do material pesquisado. a) Através do ícone "Go home" a visualização total da exsicata é ajustada. b) Ampliação da imagem para visualização de detalhes por meio do ícone +. c) Máxima ampliação permitida e a medição da imagem.....	88
Figura 24. A visualização total da exsicata em monitor na posição vertical configurados no modo de exibição retrato. A imagem da exsicata representa 61,5% da área útil da tela.....	89
Figura 25. Página do Herbário Virtual Re flora referente a estatísticas relacionadas a "Atualização e Visualização".	90
Figura 26. Estatística de quantidade de coletas por ano (gráfico de barras) e por UF no período de 1973 a 2023.....	94
Figura 27. Acesso de perfil diferenciado ao Herbário Virtual Re flora destinados aos pesquisadores e gestores dos herbários.	95
Figura 28. Consulta por meio de perfil cadastrado, filtrada por coletor e período de coleta, indicando as possibilidades de inserir marcados pessoais ou associar duplicatas e acessar o material por meio da 🔍 para edições diversas.	96
Figura 29. Página para edição dos dados de espécime selecionado e através do ícone "Nova determinação" acessa-se a página onde se pode efetuar uma nova identificação do exemplar.....	97
Figura 30. Páginas de edição dos dados do espécime e do local de coleta.....	98
Figura 31. Visualização de arquivo fotográfico a partir do software Adobe Lightroom, destacando os metadados principais de coordenadas, altitude, data e hora. (Foto: F.C. Pinheiro, 2024).....	100

Figura 32. Pontos de coletas das exsicatas georreferenciadas constantes no Herbário Virtual Reflora. Fonte: https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/	101
Figura 33. a) Coletas realizadas no DF; b) Reserva Ecológica do IBGE, delimitada em amarelo, sendo indicada como a região com maior densidade de coletas georreferenciadas no DF. São, aproximadamente, 9.000 coletas, numa área de 14 km ² , correspondendo a 643 coletas/Km ² . Fonte: https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/	102
Figura 34. Número de acessos únicos ao Herbário Virtual Reflora de 2017 até 04/12/2024. (Fonte: Monitoramento Visitação Sistemas JBRJ - GOV.BRJ, 2024).....	103
Figura 35. Sistema Pentacon adotado pelo herbário B. (Fonte: Berendsohn et al., 2005).	119
Figura 36. HerbScan do Herbário SP do Instituto de Pesquisas Ambientais. (Fotos: J. Prado, 2024).	120
Figura 37. Página de consulta do JABOT, disponível em https://jabot.jbrj.gov.br/v3/herbarios.php).	121
Figura 38. Estações fotográficas dos herbários CEN, IBGE e RB, respectivamente.	123
Figura 39. Processo de digitalização da exsicata. a) acomodação do material na mesa estativa; b) acionamento remoto da câmera; c) detalhe da estação.	125
Figura 40. Acima o SilverImage, mostrando arquivo da imagem recém captada em verde escuro e o campo Barcode em verde mais claro, onde os dígitos do código de barras são inseridos após a leitura. Abaixo a página do software FileZilla mostrando a etapa de transferência dos arquivos fotográficos para o servidor do JBRJ.	127
Figura 41. Acima página principal do JABOT Image e abaixo página do JABOT Transfer.	128
Figura 42. Configurações da Câmera por meio do Software EOS Utility da Canon dos herbários (da esquerda par a direita) CEN, IBGE e R, respectivamente).....	130
Figura 43. Comparativo entre o tamanho das imagens originais captadas (margem verde), as editadas (margem vermelha) e as simuladas (margem azul) para aproveitamento máximo do sensor da câmera. Imagens cedidas pelos herbários CEN, HEPH, IBGE, RB e UB.	133
Figura 44. Plataforma bidirecional para cabeça de tripé.....	133
Figura 45. Edição de imagem realizada com o Adobe Camera RAW. À esquerda, edição básica. À direita, edição aperfeiçoada, permitindo um aprimoramento superior com a possibilidade de maior detalhamento da imagem. Ambas as imagens estão em 100% de visualização.	135
Figura 47. Capa, texto e estampas do Livro “Photographs of British Algae” de Anna Atkins de 1843, considerado o primeiro livro de fotografia. Spencer Collection, The New York Public Library. "Title page" New York Public Library Digital Collections. Accessed August 1, 2024. https://digitalcollections.nypl.org/items/510d47d9-4af4-a3d9-e040-e00a18064a99	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo dos recursos investidos no PROTAX de 2005 a 2028.....	12
Tabela 2. Membros do Comitê Julgador do Edital 56/2010 - Reflora.....	33
Tabela 3. Critérios de Julgamento da Chamada 56/2010 - Reflora.	34
Tabela 4. Instituições Parceiras do Programa Reflora.....	36
Tabela 5. Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais que aderiram ao Edital 56/2010 e ao Programa Reflora e respectivos recursos financeiros.....	36
Tabela 6. Relação das Propostas Submetidas no Edital 56/2010 – Reflora e o respectivo resultado da avaliação.	37
Tabela 7. Recursos totais investidos nos projetos por parceiro financiador.....	41
Tabela 8. Distribuição dos bolsistas egressos por nível de formação e área de especialização (G=Graduação, E=Especialização, M=Mestrado, D=Doutorado) (Fonte: Pinheiro et al., 2024).....	56
Tabela 9. Quantitativo das imagens repatriadas dos Herbários de Kew (K) e Paris (P).....	57
Tabela 10. Rede de participantes do Herbário Virtual Reflora (Fonte: https://ipt.jbrj.gov.br/reflora e Herbário Virtual Reflora, 2024).....	77
Tabela 11. Número e abrangência de coletas por Unidade da Federação (UF) (Fontes: IBGE e Reflora, 2024).	91
Tabela 12 Formatos dos arquivos RAW dos principais fabricantes de câmeras.	126
Tabela 13. Comparativo entre os tamanhos das imagens capturadas por 5 herbários do Herbário Virtual Reflora.....	132

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiv
SUMÁRIO	xv
Introdução Geral	1
O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e a Botânica	4
Programa Flora.....	5
Programa Plantas do Nordeste	7
Programa Mata Atlântica	9
Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia - PROTAX.....	11
O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Re flora	14
Material e Métodos Geral	14
Conclusão Geral.....	16
Referências Bibliográficas.....	18
Capítulo 1. O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Re flora	23
Contextualização.....	24
Primeira linha de ação.....	27
Segunda linha de ação.....	32
Investimento Global.....	40
Monitoramento e Avaliação.....	42
Recursos Humanos.....	49
O Cumprimento das Metas	57
Reconhecimento Internacional.....	59
Desafios Atuais e Perspectivas Futuras	61
Referências Bibliográficas.....	65
Capítulo 2. O Herbário Virtual Re flora	70
Breve Histórico	71
Estado da Arte do Herbário Virtual Re flora	72
Funcionalidades do Herbário Virtual Re flora.....	84

A Importância do Herbário Virtual Re flora para a Gestão das Coleções, Pesquisa e Ações de Conservação.....	99
Herbários Virtuais no Brasil: Desafios, Avanços e o Papel Estratégico do Herbário Virtual Re flora	103
Referências Bibliográficas	109
Capítulo 3 – Acervos Botânicos Digitais - O uso da Fotografia no Âmbito do Herbário Virtual Re flora e nos Estudos da Biodiversidade.....	115
Introdução	116
Herbários Pioneiros na Digitalização.....	118
O Processo de Digitalização dos Herbários por meio da Fotografia Digital	121
Estações Fotográficas e Equipamentos Utilizados no Herbário Virtual Re flora.....	123
Processo de captação, configurações da Câmera e Edição das Imagens	124
Gerenciamento dos arquivos de imagens.....	126
Aprimoramento da Fotografia de Exsicatas: Da Captação à Edição para o Herbário Virtual Re flora.....	128
O Uso da Fotografia como Ferramenta para Estudos em Biodiversidade.....	135
Considerações finais	140
Referências Bibliográficas	142

Introdução Geral

Desde a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 1992), os países signatários têm implementado diversas políticas e ações centradas no compromisso com a responsabilidade ambiental e, dentre elas, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB).

Em 19 de abril de 2002, na cidade de Haia, os Países Signatários da CDB aprovaram, através da 6ª Conferência das Partes (COP6), a Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC). O principal objetivo da GSPC é conter a perda da diversidade de plantas, onde prevê uma série de objetivos específicos visando, compreender, documentar, conservar, usar de forma sustentável, promover a educação, a conscientização e a capacitação para a conservação da diversidade de plantas no planeta.

Diante da necessidade de se compreender e documentar a diversidade de plantas, a GSPC destaca:

- (i) Documentar a diversidade vegetal do mundo, inclusive a forma como é utilizada e distribuída na natureza, em áreas protegidas e em coleções ex situ;*
- (ii) Monitorar o estado e as tendências da diversidade vegetal global, sua conservação, as ameaças à diversidade vegetal, e identificar espécies de plantas, comunidades de plantas, habitats e ecossistemas associados que estejam em risco, considerando inclusive as “listas vermelhas”;*
- (iii) Desenvolver um sistema de informações integrado, distribuído, interativo para gerenciar e disponibilizar informações sobre a diversidade vegetal;*
- (iv) Promover pesquisas sobre a diversidade genética, a sistemática, a taxonomia, a ecologia e a biologia da conservação de plantas, de comunidades de plantas, os habitats e ecossistemas associados, e sobre fatores sociais, culturais e econômicos que impactam a biodiversidade, a fim de que a diversidade de plantas, tanto na natureza quanto no contexto das atividades humanas, possa ser bem compreendida e utilizada como apoio para as ações em prol da conservação;*

A GSPC foi renovada e atualizada em 29 de outubro de 2010, durante a 10ª COP realizada em Nagoya, Aichi, Japão, com a adoção de uma nova 1ª meta visando elaborar a flora mundial online até 2020 (<<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12283>>). A visão da GSPC na última década foi “Sem Plantas não há Vida”.

Para atender e alcançar essa meta, em janeiro de 2012, em St. Louis, U.S.A., representantes do Jardim Botânico de Missouri, do Jardim Botânico de Nova York, do Royal Botanic Garden Edinburgh e do Royal Botanic Gardens, Kew se reuniram para discutir estratégias para alcançar essa Meta 1 do GSPC até 2020. A reunião resultou em uma proposta de esboço do escopo e conteúdo da *World Flora Online* (WFO), bem como na decisão de formar um consórcio internacional de instituições e organizações para colaborar no fornecimento desse conteúdo. O projeto WFO foi então lançado na Índia, durante um evento paralelo a 11ª COP da CDB em outubro de 2012 (CBD, 2012, Jackson & Miller, 2015; Loizeau & Jackson, 2017; Bosch et al., 2020). Desde então diversas instituições no mundo aderiram a iniciativa, incluindo o Brasil por meio do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Loizeau & Jackson, 2017).

A WFO fornece informações de acesso livre sobre a diversidade de espécies vegetais conhecidas no mundo, sendo o Brasil um dos países que mais fornece dados para esta plataforma (BFG 2021).

Desde o estabelecimento da CDB, em 1992, o estado brasileiro, dela signatário, instituiu os princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade (PNB) por meio do Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. A PNB possui abrangência em 7 componentes, dos quais 4 deles colocam as coleções biológicas entre seus destaques fundamentais para o alcance de seguintes objetivos:

- *Instituir um sistema nacional, coordenado e compartilhado, de registro de espécies descritas em território brasileiro e nas demais áreas sob jurisdição nacional, criando, apoiando, consolidando e integrando coleções científicas e centros de referência nacionais e regionais.*
- *Ampliar, fortalecer e integrar o sistema de herbários, museus zoológicos, coleções etnobotânicas, criadouros de vida silvestre, jardins botânicos, arboretos, hortos florestais, coleções zoológicas, coleções botânicas, viveiros de plantas nativas, coleções de cultura de microrganismos, bancos de germoplasma vegetal, núcleos de criação animal, zoológicos, aquários e oceanários.*
- *Identificar e catalogar as coleções biológicas (herbários, coleções zoológicas, de microrganismos e de germoplasma) existentes no país, seguida de padronização e integração das informações sobre as mesmas.*
- *Promover o fortalecimento da infraestrutura e a modernização das instituições brasileiras envolvidas com o inventário e a caracterização da biodiversidade, tais*

como coleções zoológicas, botânicas e de microrganismos, bancos de germoplasma e núcleos de criação animal.

Embora os Estados Unidos não sejam signatários da CDB, em 1994, um consórcio formado pela American Society of Plant Taxonomists, pela Society of Systematic Biologists and the Willi Henning Society em cooperação com a Association of Systematics Collections, estabeleceram a Systematic Agenda 2000 com o objetivo buscado pelas nações do mundo de descobrir, descrever e classificar as espécies do mundo, envolvendo três missões científicas inter-relacionadas: Missão 1: descobrir, descrever e inventariar a diversidade global de espécies; Missão 2: analisar e sintetizar as informações derivadas desse esforço de descoberta global em um sistema de classificação preditivo que reflita a história da vida; Missão 3: organizar as informações derivadas deste programa global em uma forma eficientemente recuperável que melhor atenda às necessidades da ciência e da sociedade (Systematic Agenda, 1994, 2000; Eshbaugh, 1995; Bogan & Spamer, 1995; Cracraft, 2002).

A CDB e a Systematics Agenda 2000 impulsionaram a mudança de paradigma no cenário mundial no que diz respeito ao papel das coleções biológicas, destacando a importância da publicação de seus dados primários no fluxo de informações sobre a biodiversidade (Forzza et al., 2017). Além dos avanços nas coleções, o conhecimento sobre a biodiversidade vegetal brasileira melhorou substancialmente durante a última década, devido ao desenvolvimento de importantes projetos de pesquisa, bem como, a vários programas de pesquisa importantes criados no Brasil (BFG, 2018).

Os especialistas botânicos e taxonomistas brasileiros sempre tiveram a necessidade de consultar materiais depositados em coleções do exterior em função de que, a maioria das amostras históricas coletadas nos séculos 18 e 19, estão depositadas nos herbários europeus e americanos, principalmente os tipos nomenclaturais, fundamentais para as pesquisas taxonômicas.

A repatriação dessas informações e de conhecimento associado à biodiversidade brasileira começaram a ocorrer de forma pontual pouco antes do início dos anos 2000. A principal iniciativa ocorreu no âmbito do Programa Plantas do Nordeste - PNE, a partir de 1998, quando foram realizados trabalhos de Repatriamento de Dados do Herbário de Kew para a Flora do Nordeste envolvendo famílias botânicas selecionadas (Zappi et al., 2003). Conforme Zappi e colaboradores (2003), na segunda fase do projeto (2000-2004), foi iniciado o trabalho de digitalização, processamento das imagens por meio do uso de 'scanner', e inaugurando um banco de dados interativo com imagens de tipos do Nordeste do Brasil, disponível, na época, no website <http://www.rbgkew.org.uk/data/repatbr/homepage.html>. Hoje este endereço não está mais disponível.

Chegaram a ser publicados alguns trabalhos na Série Repatriamento de Dados do Herbário de Kew para a Flora do Nordeste, como Hind & Miranda (2008) e Araújo & Simpson (2007).

Uma iniciativa mais estruturada para as coleções biológicas como política de estado, foi a publicação em 2006, do livro “Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade” (Egler & Santos, 2006) por meio do Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Ministério de Ciência e Tecnologia. A proposta estabelece 4 metas para estruturação no País de um sistema compartilhado de dados primários sobre espécies e espécimes, de acesso livre e aberto, tendo como base os acervos mantidos por coleções biológicas brasileiras, integrado com os acervos no exterior. As quatro metas identificadas são:

- 1. fortalecimento da capacidade institucional;*
- 2. ampliação do conhecimento taxonômico e biogeográfico;*
- 3. consolidação de um sistema compartilhado de dados e informações sobre espécies e espécimes; e*
- 4. implementação de um modelo de gestão participativo.*

O plano de ação define componentes que envolviam um conjunto de atividades necessários ao alcance da de cada meta. No contexto deste trabalho, cabe destacar o Componente 2 que previa, dentre as atividades, a repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira depositada em coleções de museus e herbários no exterior, destacando ser uma necessidade indiscutível o acesso a esses dados. Embora com essas metas e ações bem definidas, não houve lançamento de uma ação que permitisse a implementação, porém pavimentou o caminho para futuras ações.

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e a Botânica

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) vem, historicamente, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade vegetal brasileira, desde 1975, com lançamento de ações e programas específicos, investindo e fomentando projetos de pesquisas associados à área da Botânica e à formação e a capacitação de taxonomistas. Dentre as principais ações destacam-se o Programa Flora, o Programa Plantas do Nordeste, o Programa Mata Atlântica e o Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia – PROTAX relatados a seguir:

Programa Flora

O Programa Flora, lançado em 1975, já objetivava estabelecer condições para o levantamento básico da vegetação e da flora do Brasil, constando, dentre suas metas, a previsão de se realizar um levantamento dos espécimes depositados nos herbários do Brasil e do exterior (Nogueira, 1987).

O Programa Flora foi criado com o objetivo principal de promover o conhecimento, a conservação e o manejo sustentável da flora brasileira. Para alcançar esse objetivo geral, o programa estabeleceu uma série de objetivos específicos, que incluem:

1. **Levantamento da Flora:** realizar um levantamento sistemático da flora nativa do Brasil, catalogando e identificando as espécies vegetais.
2. **Formação de Recursos Humanos:** capacitar e formar profissionais especializados em botânica, especialmente em taxonomia, para fortalecer a pesquisa na área.
3. **Desenvolvimento de Herbários:** estabelecer e organizar herbários em diferentes regiões do país, servindo como centros de referência para a conservação e estudo das coleções botânicas.
4. **Promoção de Pesquisas Científicas:** incentivar e apoiar a realização de pesquisas sobre a flora, incluindo estudos sobre ecologia, biogeografia e potencial econômico das espécies.
5. **Manejo Sustentável:** orientar práticas de manejo sustentável dos recursos vegetais, visando a conservação da biodiversidade e a utilização racional dos recursos naturais.
6. **Intercâmbio de Dados:** criar um sistema de intercâmbio de informações sobre a flora brasileira, facilitando o acesso a dados relevantes para pesquisadores e o público.
7. **Cooperação Internacional:** estabelecer parcerias com instituições internacionais para promover a troca de conhecimentos e experiências em pesquisa botânica.
8. **Divulgação Científica:** promover a divulgação dos resultados das pesquisas e do conhecimento sobre a flora brasileira, aumentando a conscientização sobre a importância da conservação da biodiversidade.

O Programa Flora impulsionou o aumento de acervos e a criação de muitas coleções pelo país contribuindo para o fortalecimento da pesquisa botânica. Até hoje sua contribuição é citada, inclusive no exterior, em função das expedições realizadas por meio da cooperação internacional com instituições como o Royal Botanical Garden – Kew (Inglaterra), o Muséum National d'Histoire Naturelle (França) e o New York Botanical Garden (EUA). Este último, com o convênio estabelecido com a Fundação Nacional da Ciência (National Science Foundation) dos EUA, permitiu a participação de 55 pesquisadores estrangeiros em 25 expedições na Amazônia em colaboração com 36 botânicos brasileiros (Thiers, 2020). Além dessa importante cooperação, durante sua vigência, o Programa Flora

permitiu que 11 herbários nacionais tivessem melhorias nas instalações, aquisição de equipamentos e a contratação de recursos humanos, muitos dos quais foram posteriormente contratados pelas instituições.

Muitas das coletas realizadas com os subsídios do Programa Flora estão hoje digitalizadas e disponíveis *online* (Figura 1).



Figura 1. Exsicatas coletadas sob os auspícios do Programa Flora do CNPq. a) CYPERACEAE *Lagenocarpus rigidus* Nees.; b) ASTERACEAE *Vernonanthura ferruginea* (Less.) H.Rob.; c) HYMENOPHYLLACEAE *Trichomanes accedens* C.Presl e d) ACANTHACEAE *Aphelandra aurantiaca* var. *aurantiaca* (Scheidw.) Lindl. Fonte: Herbário Virtual ReFlora, 2024.



Programa Plantas do Nordeste

O Programa Plantas do Nordeste - PNE iniciou-se em 1992, a partir da reunião de pesquisadores da área de Botânica das Instituições do Nordeste e do Royal Botanic Gardens de Kew, Inglaterra, após uma doação feita pela família Weston, por meio da Fundação do Kew ao Programa. Inicialmente receberam apoio os projetos na área de Botânica Econômica.

Em julho de 1994, foi criada a Associação Plantas do Nordeste -APNE, no Brasil, uma entidade não-governamental, sem fins lucrativos, que forneceu a estrutura legal para o desenvolvimento das atividades e a gestão do Programa Plantas do Nordeste.

O Programa Plantas do Nordeste, é um programa multidisciplinar voltado para o estudo da biodiversidade da flora nordestina e aplicação de tecnologias que propiciem a sua conservação e seu uso sustentável, através da associação da conservação à melhoria dos ecossistemas em busca de benefícios socioeconômicos regionais. O PNE é o resultado da colaboração Anglo-Brasileira, onde estão associados universidades, institutos governamentais de pesquisa e organizações não-governamentais, o CNPq e o Royal Botanic Gardens de Kew (RBG-Kew) na Inglaterra. A gestão do PNE no Brasil é garantida desde 1994 pela Associação Plantas do Nordeste -APNE e, na Inglaterra, pelo "PNE-Group" do RBG-Kew. Foi realizada na sede da Associação Plantas do Nordeste no Recife entre 28 e 29 de março de 2001, a primeira reunião do Comitê de Acompanhamento e Avaliação do Programa Plantas do Nordeste, com o objetivo de proceder verificação relativa às ações desenvolvidas em cada projeto, no âmbito do PNE.

Os resultados do processo de avaliação demonstraram que o Programa se constitui em uma iniciativa de suma importância para a biodiversidade brasileira em geral e, principalmente para os vários ecossistemas do Nordeste e possibilitaram também, proposições do Comitê de Avaliação quanto ao redirecionamento das ações do PNE e a continuidade do apoio deste Conselho às atividades do Programa. O PNE foi pioneiro em relação ao repatriamento de dados do Herbário de Kew para a Flora do Nordeste do Brasil (Hind & Miranda, 2008; Araújo et al., 2007; Zappi et al., 2003). Os dados dos catálogos e impressões em cibachrome dos tipos (Figura 2) foram intercambiados, como ocorreu na primeira fase do Projeto de Repatriação do Nordeste do Brasil, por meio da parceria entre o RBG-Kew e três herbários brasileiros locais (CEPEC, HUEFS e IPA), integrando o Subprograma de Biodiversidade do Projeto Plantas do Nordeste, uma colaboração entre o RBG Kew e a Associação Plantas do Nordeste (Davis et al., 2013). O RBG-Kew chegou e disponibilizar esse material no site www.kew.org/science/tropamerica/repatriation.htm, no entanto, não está mais disponível.

A disponibilidade de scanners e de câmeras fotográficas digitais a custos mais acessíveis revolucionou as possibilidades de compartilhamento de imagens e dados de espécimes.



Figura 2. Exemplos de imagens em Cibachrome (processo de impressão fotográfica de alta qualidade e durabilidade) que foram doadas pelo RBG-Kew às instituições do PNE e a alguns pesquisadores no Brasil. As imagens a, b e c são do IPA/SP (Fotos: J. Prado, 2024) e as d, e e f pertencem a UEFS (Fotos: T.S. Nunes, 2024).



Programa Mata Atlântica

O Programa Mata Atlântica foi uma iniciativa desenvolvida entre 2001 e 2010 no âmbito do Acordo de Cooperação Brasil-Alemanha, com objetivos, metas e indicadores de Ciência e Tecnologia para a Gestão de Ecossistemas da Mata Atlântica. Seus objetivos foram:

a) estimular cooperação interinstitucional e multidisciplinar entre os dois países, promovendo o intercâmbio de Brasileiros e Alemães em atividades de pesquisa e desenvolvimento no bioma Mata Atlântica;

b) gerar conhecimento sobre a estrutura e funcionamento no bioma Mata Atlântica, considerando sua diversidade biológica e social;

c) gerar, adaptar, transferir e disseminar conhecimento e tecnologia nos âmbitos nacional e internacional, assim como aprimorar políticas e instrumentos de gestão ambiental que são consistentes com imperativos de sustentabilidade;

d) combinar conhecimento e tecnologia com a proposta de consolidação de métodos e processos de gestão ambiental baseados na interação entre diferentes segmentos sociais envolvidos no Programa no Brasil e na Alemanha; e

e) desenvolver e aplicar abordagens multidimensionais para o entendimento global do meio ambiente e o estabelecimento de sólidas parcerias entre instituições brasileiras e alemãs.

Foram apoiados projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento que envolviam o intercâmbio de pesquisadores, capacitação e o treinamento de recursos humanos, nas seguintes áreas: gestão de ecossistemas; recuperação de ambientes aquáticos; aquicultura; marcadores moleculares; taxonomia de grupos relevantes à Mata Atlântica; nutrição mineral; biologia da reprodução; microbiologia; ecofisiologia; modelagem, entre outros.

Abaixo a relação dos projetos apoiados:

- Dinâmica interna em florestas pluviais: especificidade das interações entre bromélias e fauna associada (Coordenação: Carlos Brisola Marcondes - UFSC / Anne Zillinkens - Univ. Tübingen)

- Conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas no Planalto Atlântico de São Paulo (Coordenação: Jean Paul Walter Metzger - USP / Klaus Henle - UFZ)

- Sustentabilidade de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco e suas implicações para a conservação e desenvolvimento local (Coordenação: Maria de Jesus Nogueira Rodal - UFRPE/Gerard Gottsberger - Univ. Ulm)

- Biota do Solo e Biogeoquímica na Floresta Atlântica do Brasil (SOLOBIOMA): Avaliação da Qualidade de Ecossistema de Florestas Secundárias e de seu Potencial para Conservação da biodiversidade (Coordenação: Renato Marques - UFPR / Hubert Hofer - SMNK)

Os financiamentos foram exclusivamente por meio de bolsas de fomento tecnológico, conforme normas estabelecidas pelo CNPq. A submissão de propostas para obtenção de financiamento foi realizada em atendimento a editais públicos específicos do Programa. Somente pesquisadores vinculados a instituições brasileiras de ensino e pesquisa puderam submeter propostas.

O Programa foi executado pelo CNPq (pelo lado brasileiro) e pelo Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF (pelo lado alemão).

Em sua primeira fase, no período de 2001 a 2005, foram apoiados sete projetos cujos resultados foram avaliados em um Seminário Conjunto (Brasil/Alemanha) realizado em abril de 2005, onde ficou definido a prorrogação do Programa por mais três anos, agosto de 2006 a julho de 2009 e continuidade de quatro dos sete projetos também por mais três anos, caracterizando a segunda fase do Programa.

Foi realizado entre 27 e 29 de abril de 2010 o Seminário de Avaliação dos Projetos. A avaliação final do Programa considerou que foi um exemplo de sucesso na cooperação científica entre Brasil e Alemanha. Um número significativo de artigos científicos foi publicado. Quanto à formação de recursos humanos, um número expressivo de dissertações de Mestrado e teses de Doutorado foram defendidas. O Programa Mata Atlântica contribuiu para a gestão sustentável e conservação dos sistemas florestais fragmentados do bioma, formando grupos integrados de pesquisa, envolvendo partes interessadas em colaborações de forma a desenvolver conhecimentos para gerenciar grandes consórcios interdisciplinares. O financiamento de longo prazo foi crucial para alcançar a experiência necessária para lidar com pesquisa biológica complexa e sua aplicação em níveis sociais.

Os seguintes pontos foram identificados para aperfeiçoamento da cooperação: (1) a facilitação da formação de grupos durante a fase de preparação das propostas pode ser melhorada por missões conjuntas de identificação de parceiros; (2) Uma coerência dos períodos de financiamento de ambos os lados é importante; (3) intercâmbio de recursos humanos e experiências entre grupos de pesquisa deve ser estimulada; (4) ambos os lados devem possuir financiamento para equipamentos, bolsas, viagens e itens de consumo.

Os avaliadores concordaram que o sucesso do Programa Mata Atlântica foi um importante passo para reforçar a tradicional cooperação científica entre Brasil e Alemanha.



Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia - PROTAX

O Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia - PROTAX é uma política de fomento de longa duração do CNPq que completará 20 anos de existência em 2025. Tem como objetivo apoiar projetos de pesquisa que visem contribuir de forma significativa para o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação através da formação de recursos humanos especializados na área da taxonomia para atuação em revisões, inventários, curadorias, gestão de coleções biológicas e a validação dos espécimes depositados em seus acervos, de forma a preencher as lacunas do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira.

Foi implementado a partir das discussões realizadas pelas sociedades científicas, que há anos apontam a carência de taxonomistas e a sua importância para que o país possa gerenciar e conhecer a biodiversidade brasileira por meio de projetos de pesquisas. Apesar do crescimento do número de taxonomistas nos últimos anos, ainda há carência destes profissionais, frente aos compromissos internacionais e ao desafio de abranger a grande extensão territorial e a megadiversidade do Brasil que abriga cerca de 20% de todas as espécies do planeta. Além disso, estima-se que existam 1,8 milhões de espécies no Brasil e apenas 10% são conhecidas (Lewinsohn & Prado, 2005). No entanto, o país enfrenta desafios significativos na conservação da biodiversidade, com 764 espécies da fauna e 3.209 da flora atualmente listadas como ameaçadas (MMA, 2022). As principais ameaças à biodiversidade incluem mudanças no uso da terra, expansão urbana, poluição, espécies invasoras e desenvolvimento de infraestruturas (Bustamante et al., 2019). Para enfrentar esses desafios, é fundamental aumentar os cargos de taxonomistas e melhorar os programas de taxonomia nas áreas da Botânica, Microbiologia e Zoologia no Brasil (Marques & Lamas, 2006, Marinoni et al., 2024). Para suprir a imensa tarefa de inventariar, caracterizar e classificar os mais diversos grupos taxonômicos, há necessidade de uma ação continuada de estímulo à pesquisa associada à formação dos profissionais da área. É um investimento em uma área prioritária cuja importância abrange o cumprimento de metas internacionais assumidas pelo Brasil e uma corrida contra o tempo diante do aumento do desmatamento de áreas naturais, das mudanças climáticas globais com, conseqüentemente, perda de biodiversidade.

A primeira fase do PROTAX ocorreu do período de dezembro de 2005 a novembro de 2010, com o apoio a 41 propostas com a concessão global de 126 (cento e vinte e seis bolsas), sendo 20 (vinte) bolsas de Pós-Doutorado em Taxonomia (PDT), 62 (sessenta e duas) de mestrado (GMT) e 29 (vinte e nove) de doutorado (GDT) concedidas pelo CNPq no valor global de R\$ 10.270.800,00 e 15 (quinze) bolsas PRODOC pela CAPES no valor global de R\$ 2.000.000,00. Para cada curso com



proposta contemplada, foi recomendada também a concessão de R\$10.000,00 (dez mil reais) para despesas de custeio e capital, e um computador portátil do tipo notebook com software sobre taxonomia para uso do curso.

Com o lançamento do Edital 52/2010 – PROTAX no final de 2010 e vigente até 2014, o CNPq consolidou o Programa e com isso o fortalecimento da pesquisa taxonômica e a formação de recursos humanos especializados nesta área no Brasil. O valor global concedido foi na ordem de 19.000.000,00 (dezenove milhões de reais), sendo de R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais), oriundos do Plano Plurianual do CNPq, e R\$ 7.000.000,00 (sete milhões de reais) pela CAPES. Foram apoiados 103 projetos com a concessão global de 504 cotas de bolsas de formação e pesquisa nas seguintes modalidades Apoio Técnico Nível Médio e Nível Superior (AT-NM e AT-NS), Iniciação Científica (IC), Mestrado (GM), Doutorado (GD) e Pós-Doutorado Júnior (PDJ), sendo 369 do CNPq (22 AT-NM, 50 AT-NS, 143 IC, 87 GM, 52 GD e 15 PDJ) e 135 bolsas da Capes (53 GM, 37 GD e 45 PD). O CNPq aportou ainda o valor global de R\$ 1.900.000,00 (um milhão de novecentos mil reais) em custeio.

Em 2015, o CNPq lançou a 3.^a edição do Programa por meio da Chamada CNPq/MCTI/FAP/PROTAX N° 001/2015 para novo período de 48 meses. O valor global concedido, nesta Chamada, foi na ordem de R\$ 14.501.672,35 (quatorze milhões, quinhentos e um mil seiscentos e setenta e dois reais e trinta e cinco centavos), envolvendo recursos do CNPq, da Capes e de FAP's. O valor disponibilizado em bolsas para a Chamada, foi de R\$ 12.085.358,00, sendo R\$ 6.006.858,00, oriundos do PPA do CNPq e R\$ 6.078.500,00 adicionais da Capes. Foram apoiados 111 projetos com a concessão global de 320 cotas de bolsas de formação e pesquisa, sendo 163 do CNPq (12 AT-NM, 26 AT-NS, 45 IC, 22 GM, 21 GD e 37 PDJ) e 157 bolsas da Capes (64 IC, 36 GM, 33 GD, 24 PD). A colaboração de diversas FAP's permitiu um importante aporte de recursos de custeio aos projetos no valor global de R\$ 2.430.714,35 (dois milhões, quatrocentos e trinta mil setecentos e quatorze reais e trinta e cinco centavos).

Tabela 1. Resumo dos recursos investidos no PROTAX de 2005 a 2028.

PROTAX	2005-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2024	2025-2028	TOTAL
CNPq	R\$ 10.000.000,00	R\$ 12.000.000,00	R\$ 6.000.000,00	R\$ 6.000.000,00	R\$ 14.000.000,00	R\$ 48.000.000,00
Capes	R\$ 2.000.000,00	R\$ 7.000.000,00	R\$ 6.000.000,00	-	-	R\$ 15.000.000,00
FAP'S	-	-	R\$ 2.500.000,00	R\$ 8.000.000,00	R\$ 6.000.000,00	R\$ 16.500.000,00
MCTIC	R\$ 500.000,00	-	-	-	-	R\$ 500.000,00
Valor total investido no PROTAX						R\$ 80.000.000,00

Valor total investido no PROTAX em 23 anos foi de R\$ 80.000.000,00.

O PROTAX é regido pela Portaria CNPq nº 991, de 12 de agosto de 2022 e está alinhado com diversas demandas e compromissos nacionais e internacionais de Estado e da Sociedade visando a ampliação do conhecimento, proteção e uso sustentável da Biodiversidade Brasileira. Está amparado pelas diretrizes da Política Nacional da Biodiversidade (Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002). Além de oferecer subsídios para o cumprimento das Metas de Aichi de Biodiversidade e com a elaboração da lista da Flora do Brasil da Estratégia Global para a Conservação de Plantas, dentre outros compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica (GSPC-CDB) a serem concluídos até 2020. Assim como, possui alinhamento com o 4º, o 14º e o 15.º Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2023) da ONU.

Dentre outras ações que o PROTAX contribui, destacam-se:

- O [Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Re flora](#) e a [Lista da Flora do Brasil com acesso on line](#);
- O [Herbário Virtual da Flora e dos Fungos](#) (HVFF-INCT/UFPE);
- O Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio/MCTIC;
- O Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade - SISBIOTA – Brasil;
- O [Catálogo da Fauna do Brasil](#);
- O Programa REFAUNA;
- O Programa Ecológico de Longa Duração - PELD;
- O Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo – BIOTA da FAPESP;
- O Inventário Florestal Nacional - IFN (SBF-MAPA);

Portanto o Programa possui uma importância que perpassa outras relevantes ações do CNPq e de estado, sendo fundamental para o atendimento de compromissos internacionais assumidos pelo Brasil junto ao [Global Biodiversity Information Facility](#) (GBIF) e a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (Global Taxonomy Initiative), destacando a lista da Flora do Brasil 2020 com acesso online que é uma meta a ser concluída até 2020, da Estratégia Global para a Conservação de Plantas da Convenção sobre Diversidade Biológica (GSPC-CDB).

O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora

O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora (Programa Reflora) foi lançado no ano de 2010 pelo CNPq com o objetivo de resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados das plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior de forma a servir de alicerce para o avanço do conhecimento, o uso sustentável e a conservação da flora brasileira (CNPq, 2010). Envolveu inúmeros parceiros, em nível internacional, federal, estadual e empresas privadas que investiram cerca de 24,5 milhões de reais em cinco anos. O Programa Reflora financiou pesquisas sobre taxonomia, evolução, conservação e outros temas e subsidiou a criação do Herbário Virtual Reflora, que, no seu lançamento, reuniu mais de 430 mil imagens e dados dos herbários do Royal Botanic Gardens de Kew (K), Inglaterra, do Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris (P) – França e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Atualmente, os herbários K e P reúnem mais de 530.000 imagens como resultado do repatriamento (K= 267.507 / P=251.071 + PC = 15.342, Total = 533.920). O RB tem atualmente disponíveis no HV Reflora 834.856 imagens

O Programa Reflora, objeto do presente trabalho, será tratado com maiores detalhes nos próximos capítulos, considerando sua implementação, complexidade e recursos investidos, no sentido de demonstrar o alcance das metas e da sua importância para a sociedade e sob o ponto de vista da gestão pública, como ferramenta perene e essencial para pesquisas em biodiversidade e conservação além de contribuir para o cumprimento de metas e acordos internacionais como a Flora do Brasil 2020 online.

Material e Métodos Geral

Foram realizadas pesquisas por meio de acessos e análises de documentos, processos físicos, virtuais e digitalizados, relatórios, notas técnicas, pareceres, acordos, protocolos, dentre outros vinculados ao Programa Reflora e ao Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's Nº 56/2010 – Reflora (CNPq, 2010) disponíveis nos arquivos da Coordenação dos Programas de Pesquisa em Ecologia e Biodiversidade (COEBI) do CNPq, no Sistema Eletrônico de Informações (SEI-CNPq), na Plataforma Integrada Carlos Chagas (PICC) e no Portal da Transparência de Acesso à Informação (<https://falabr.cgu.gov.br/>). Por meio do SEI, foram obtidas as informações referentes aos acordos estabelecidos com as instituições parceiras.

Dados do Programa Re flora foram obtidos a partir dos formulários eletrônicos de submissão das propostas de pesquisa, por meio de ferramentas disponíveis em diferentes setores no CNPq, base de dados, planilhas de bolsistas de mestrado, doutorado e pós-doutorado fornecidas pela Capes. No CNPq, as planilhas foram geradas por meio da *Structured Query Language* (SQL), do *Online Analytical Processing* (OLAP) ou pelo acesso a <http://relatorios.cnpq.br/>, através de acesso à base de dados interna, que permitem obter inúmeras informações para o acompanhamento e a gestão das ações do CNPq como, por exemplo: *nº do processo individual, nº do processo institucional, nome do bolsista, nome do coordenador, CPF, Sexo, Resumo, Sigla Chamada, Nome Chamada, Título do Projeto, Programa, Comitê Assessor, Início da Vigência, Término da Vigência, Grande Área, Área de Conhecimento, Inst. de Origem, UF, Origem, Sigla Origem, Cidade, Inst. Origem, Sgl, País, Inst. de Origem, Inst. de Destino, UF de Destino, Sigla Inst., Sigla Região, Região, Sgl. País Inst. Destino, Cidade Inst. Destino, Coord. Geral, Coordenação, Diretoria, Modalidade do Auxílio, capital solicitado, custeio solicitado, Qtd. Bolsa Solicitada, Total Bolsa Solicitado, capital aprovado, custeio aprovado, Qtd. Bolsa Aprovada, Total, Bolsa Aprovada*. Todos os dados e metadados obtidos dessas referidas bases foram analisados e tratados para melhor acurácia das informações e usados para fim estritamente acadêmico em respeito aos termos estabelecidos na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - 13.709/2018), mantendo-se o sigilo dos dados pessoais.

Foram realizados levantamentos da literatura relacionada ao tema e específica, além de levantamento dos artigos com influência direta ou indireta ao Programa e ao Herbário Virtual Re flora com o auxílio do Portal de Periódicos da Capes, principalmente das bases Scopus e Web of Science, do Google Acadêmico contendo os seguintes parâmetros de pesquisa: "*Herbário Virtual Re flora*" (Todos os campos) OR "*Re flora Virtual Herbarium*" (Todos os campos) OR "*Re flora*" (Todos os campos) OR "*Re flora Programm*" (Todos os campos) OR "*Programa Re flora*" (Todos os campos), "*digitalization*" AND "*herbarium*" (Todos os campos), "*digital imaging*" AND "*herbaria*" (Todos os campos). Levantamentos da literatura relacionada aos demais temas tratados também foram pesquisados, além das referências bibliográficas dos próprios artigos.

Os dados e metadados, contendo as informações das coleções dos Herbários do RBG- Kew (K), do MNHN_Paris (P), assim como dos demais herbários participantes no Herbário Virtual Re flora foram extraídas conforme disponibilização *on line*, no padrão *Darwin Core Archive - Dwc-A* (GBIF, 2021) a partir do endereço <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>. Os arquivos obtidos a partir dos dados de ocorrência (*occurrence.txt*) permitiram extrair informações dos exemplares digitalizados e incorporados ao Herbário Virtual Re flora. São informações relativas às evidências de ocorrências na

natureza, na coleção ou em um conjunto de dados, permitindo obter informações sobre uma instância específica de um táxon. O ID principal necessário é representado por *dwc:occurrenceID* (GBIF, 2021). A lista definitiva de termos de ocorrência pode ser obtida na extensão Occurrence (Core) como. p.ex. *institutionCode*, *collectionCode*, *basisOfRecord*, *occurrenceID*, *catalogNumber*, *occurrenceRemarks*, *recordNumber*, *recordedBy*, *otherCatalogNumbers*, *associatedMedia*, *eventDate*, *year*, *month*, *day*, *verbatimEventDate*, *fieldNotes*, *eventRemarks*, *country*, *countryCode*, *stateProvince*, *municipality*, *locality*, *minimumElevationInMeters*, *maximumElevationInMeters*, *verbatimLatitude*, *verbatimLongitude*, *decimalLatitude*, *decimalLongitude*, *identifiedBy*, *dateIdentified*, *identificationRemarks*, *identificationQualifier*, *identificationVerificationStatus*, *typeStatus*, *scientificName*, *family*, *genus*, *specificEpithet*, *infraspecificEpithet*, *taxonRank*, *scientificNameAuthorship*. De forma suplementar, outras informações foram extraídas diretamente da própria base de dados do Herbário Virtual Re flora. Os dados foram analisados e trabalhados com o uso de ferramentas, como o software R, Gephi e QGis para a elaboração de planilhas, gráficos e mapas e análise dos dados. As informações contidas nessas bases de dados não foram tratadas. Apenas houve tratamento em situações específicas como a informação no campo “stateProvince” de um táxon onde foram removidos os colchetes ([]) que delimitam a unidade da federação em muitos exemplares oriundos da coleção de Paris.

Análises e elaboração de gráficos e mapas com auxílio de softwares específicos (Microsoft Excel, R Studio e QGis).

Conclusão Geral

O presente estudo demonstra que o Programa Re flora representou um marco significativo para a pesquisa, para o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade vegetal e para os herbários brasileiros, consolidando-se como uma das iniciativas mais abrangentes da botânica nacional nos últimos anos. Por meio de uma rede colaborativa envolvendo instituições nacionais e internacionais, o programa viabilizou o resgate de informações históricas, a digitalização de coleções e a modernização da infraestrutura dos herbários brasileiros. Além disso, promoveu a formação de recursos humanos especializados, fortaleceu colaborações internacionais e inseriu a botânica brasileira na era da taxonomia eletrônica, contribuindo diretamente para metas globais como a World Flora Online e a *Global Strategy for Plant Conservation*.

Com um investimento superior a 24 milhões de reais e por um monitoramento rigoroso por meio das reuniões de Acompanhamento e Avaliação (A&A), o programa demonstrou eficiência na execução e superação de desafios, consolidando-se como um modelo de sucesso em gestão de projetos



de pesquisa. O Simpósio Refflora, realizado durante o 11º Congresso Latino-Americano de Botânica, em Salvador, evidenciou o impacto positivo do programa na ciência botânica e na conservação da flora brasileira.

Um dos mais importantes legados do programa foi indubitavelmente a criação do Herbário Virtual Refflora (Herbário Virtual Refflora), que se tornou uma das maiores bases de dados de plantas na América Latina e o maior herbário virtual tropical do mundo. Coordenado pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), o Herbário Virtual Refflora integra coleções nacionais e internacionais, disponibilizando mais de 4,7 milhões de imagens e de registros georreferenciados para consulta pública. Suas funcionalidades avançadas possibilitam buscas detalhadas e interações com outras plataformas, contribuindo para estudos taxonômicos, ecológicos e de mudanças climáticas, além de gerenciamento das informações digitalizadas. O sistema do Herbário Virtual Refflora não é apenas um repositório de imagens, mas sim um ambiente de trabalho online onde os mesmos especialistas que incluem as informações para a "Flora do Brasil" também podem realizar novas determinações nas amostras através de imagens em alta resolução, bem como indicar tipos nomenclaturais, associar duplicatas, incluir dados de georeferenciamento e também complementar dados relacionados aos eventos de coleta, como a indicação dos estados e municípios de materiais históricos a partir do reconhecimento das localidades indicadas nas etiquetas. Além disso, toda a expertise para o desenvolvimento dos sistemas que compõem o Herbário Virtual Refflora é brasileira, tanto por parte da COPPE/UFRJ, quanto por parte do JBRJ, que atuou ativamente na arquitetura desses sistemas.

A digitalização das coleções de herbários consolidou-se como um processo essencial para a preservação dos acervos, a pesquisa e o compartilhamento de dados sobre a biodiversidade. Aliada ao constante aprimoramento dos equipamentos, das técnicas fotográficas e dos softwares especializados, garantiu agilidade, qualidade e acessibilidade aos dados. A incorporação de novas tecnologias, como inteligência artificial e o aprendizado de máquina, expandirá ainda mais as possibilidades de análise e reforça a importância da confiabilidade das informações disponibilizadas.

O legado do Programa Refflora é inquestionável. Além de fortalecer a infraestrutura científica brasileira, fomentou a produção de conhecimento de alto impacto e impulsionou a formação de novos pesquisadores. Para garantir a continuidade desses avanços, é essencial a manutenção de investimentos e a formulação de políticas públicas que assegurem a expansão e atualização das coleções digitais. O sucesso do Refflora é um exemplo inspirador de como a cooperação entre instituições e a dedicação de pesquisadores e gestores podem transformar desafios em avanços significativos para a ciência e para a sociedade.

Referências Bibliográficas

- Araújo, A.C., César, E. & Simpson, D.A.** 2007. Lista preliminar da família Cyperaceae na Região Nordeste do Brasil. Série Repatriamento de Dados do Herbário Kew para a Flora do Nordeste do Brasil 3: 1–32.
- BFG - The Brazil Flora Group.** 2018. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69: 1513–1527. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869402>.
- Bogan, A.E. & Spamer, E.E.** 1995. Comment on Towards a Harmonized Bionomenclature for Life on Earth. *The Bulletin of Zoological Nomenclature* 52: 126–136. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.6748>. Acesso em 16 de fevereiro de 2024.
- Borsch, T., Berendsohn, W., Dalcin, E., Delmas, M., Demissew, S., Elliott, A., Fristsch, P., Fuchs, A., Geltman, D., Günter, A., Haevermans, T., Knapp, S., Le Roux, M.M., Loizeau, P.-A., Miller, C., Miller, J., Miller, J.T., Palese, R., Paton, A., Paernell, J., Pendry, C., Qin, H.-N., Sosa, V., Sosef, M., Von Raab-Straube, E., Ranwashe, F., Raz, L., Salimov, R., Smets, E., Thiers, B., Thomas, W., Tulig, M., Ulate, W., Ung, V., Watson, M., Jackson, P.W. & Zamora, N.** 2020a. World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon* 69: 1311–1341. <https://doi.org/10.1002/tax.12373>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Bustamante, M. M. C., Metzger, J. P., Scariot, A. O., Bager, A., Turra, A., Barbieri, A., Neves, A., Boesing, A. L., Agostinho, A. A., Marques, A. C., Dias, B., Grelle, C. E. V., Caixeta, D., Sawyer, D., Scarano, F., Sousa, F. D. R., Fernandes, G. W., Queiroz, H., Miranda, H. S., Schongart, J., Quintão, J. M. B., Martinelli, L. A., Gomes, L. C., Cunha, M. C. Da, Piedade, M. T. F., Sato, M. N., Vale, M. M., Aquino, M. F. S. De, Vogt, N., May, P., Fearnside, P., Prado, R. B., Rodrigues, R. R., Thomaz, S. M., Pivello, V. R., Imperatriz Fonseca, V. L., Farjalla, V. F.** 2019. Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In: Joly, C. A.; Scarano, F. R.; Seixas, C. S.; Metzger, J. P.; Ometto, J. P.; Bustamante, M. M. C.; Padgurschi, M. C. G.; Pires, A. P. F.; Castro, P. F. D.; Gadda, T.; Toledo, P. (Ed.). 1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. cap. 3, p. 93-213.
- CBD-Convention on Biological Diversity.** 2012. Global Strategy for Plant Conservation: 2011–2020. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. http://www.plants2020.net/files/Plants2020/popular_guide/englishguide.pdf.

- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.** 2010. Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's Nº 56/2010 – Reflora. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - Reflora. 20p. Available in http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&id=209-98-1229&detalha=chamadaDetalhada&filtro=encerradas. Acesso em 17 de Setembro de 2019.
- Cracraft, J.** 2002. The Seven Great Questions of Systematic Biology: An Essential Foundation for Conservation and the Sustainable Use of Biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 127–144. <https://doi.org/10.2307/3298558>.
- Davis, K., Fontes, E. & Marinoni, L.** 2013. Ex situ collections and the Nagoya Protocol: A briefing on the exchange of specimens between European and Brazilian ex situ collections, and the state of the art of relevant ABS practices. In The role to be played by biological collections under the Nagoya Protocol. Disponível em https://eubrdialogues.com/sites/default/files/acoes/documentos/background_paper.pdf. Acesso em 26 de Novembro de 2024.
- Egler, I. & Santos, M.M.** (coord.). 2006. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. MCT/CGEE. Brasília. 317p.
- Eshbaugh, W.H.** 1995. Systematics Agenda 2000: An historical perspective. *Biodivers. Conserv.* 4: 455–462. <https://doi.org/10.1007/BF00056336>. Acesso em 16 Fevereiro de 2024.
- Forzza, R.C., Carvalho Jr., A., Andrade, A.C.S., Franco, L., Estevão, L.A., Fonseca-Kruel, V.S., Coelho, M.A.N., Tamaio, N. & Zappi, D.C.** 2017. Coleções biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro À luz das metas da GSPC/CDB: onde estaremos em 2020? *Revista de Museologia Interdisciplinar* 5: 135–159. <https://doi.org/10.26512/museologia.v5i9.17281>.
- GBIF-Global Biodiversity Information Facility.** 2021. Darwin Core Archives – How-to Guide, version 2.2. Copenhagen: GBIF Secretariat. <https://ipt.gbif.org/manual/en/ipt/2.5/dwca-guide>. Acesso em 11 de Setembro de 2023.
- Herbário Virtual Reflora.** 2024. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>.
- Hind, D.J.N. & Miranda, E.B.** 2008. Lista Preliminar da Família Compositae. Série Repatriamento de Dados do Herbário de Kew para a Flora do Nordeste 4: 1–104.

- Jackson, P.W. & Miller, J.S.** 2015. Developing a World Flora Online: A 2020 challenge to the world's botanists from the international community. *Rodriguésia* 66: 939–946. <https://www.scielo.br/j/rod/a/mrbWyQHwRqzQDh8gLP6DjQz>. Accessed on 27 Nov 2023.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I.** 2005. Quantas espécies há no Brasil. *Megadiversidade* 1: 36–42.
- Loizeau, P.A. & Jackson, P.W.** 2017: World Flora Online mid-term update. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 102: 341–346. <https://doi.org/10.3417/D-16-00008A>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Marques, A.C. & Lamas, C.J.E.** 2006. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. *Papéis Avulsos de Zoologia* 46(13):139-174. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492006001300001>.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. *Diário Oficial da União*. 108. Seção 1. Publicado em 07/06/2022. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733> [Accessed: 10/06/2022] » <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>
- Nogueira, E.** 1987. *Botânica no Brasil - Descrição do quadro atual/Linhas de ação*. Assessoria Editorial e Divulgação Científica do CNPq, Brasília, 54p.
- ODS BRASIL.** 2023. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2023. A Agenda 2030. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em 08 de Dezembro de 2023.
- PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.** 1992. Convention on biological diversity, June 1992. Disponível em <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8340>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Reflora - Herbário Virtual.** 2024. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em 03 de Abril de 2024.
- Systematics Agenda 2000.** 1994. Systematics Agenda 2000: charting the biosphere. Technical report. 34 pp. Systematics Agenda 2000, a consortium of the American Society of Plant Taxonomists, the Society of Systematic Biologists, and the Willi Hennig Society, in cooperation with the Association of Systematics Collections. New York and Washington. 40p.



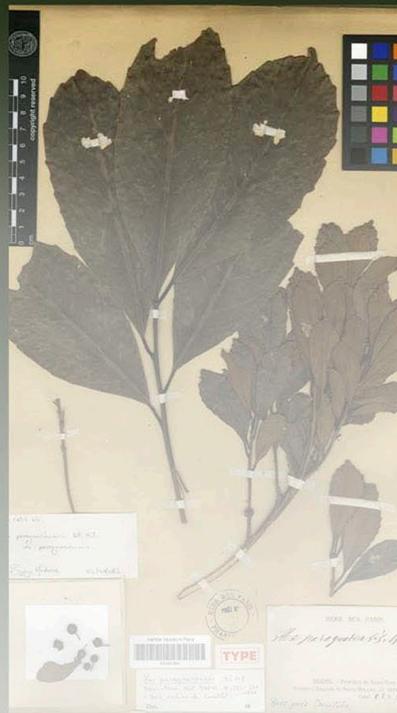
Thiers, B.M. 2020. *Herbarium: The quest to preserve and classify the world's plants*. Timber Press, Inc. 279p.

Zappi, D., Lughadha, E.N., Nunes, T.S., Miranda, E., Machado, M., Hind, N., Lewis, G., Mayo, S., Barbosa, M.R.V., Juchum, F. & César, E. 2003. Repatriamento dos Dados do Herbário de Kew para o Nordeste do Brasil. P. 55–57. In: Jardim, M.A.G., Bastos, M.N.C. & Santos, J.U.M. (eds.). *Desafios da botânica no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal*. Belém. 294p.

REFLORA



Caryocar brasiliense Cambes - Poqut



Ilex paraguariensis A.S. - HB - Erva Mate



Passiflora - Passiflora



Hancornia speciosa Gomes - Mangaba



CAPÍTULO 1

Mimbal esculenta Grant - Mandioca



PROGRAMA REFLORA

Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira

Desde o descobrimento do Brasil, diversas missões estrangeiras estiveram em nosso território coletando amostras da flora brasileira, levando à descrição de muitas das espécies de nossa rica biodiversidade. O material biológico, que compõe um capítulo importante da nossa história científica, encontra-se conservado e depositado em diversos museus, na sua grande maioria europeus.

O Programa "Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - REFLORA" tem como objetivo resgatar e disponibilizar para o Brasil e para o mundo imagens e informações de amostras da flora brasileira que foram coletadas até o século XX por missões estrangeiras e depositadas no Royal Botanic Gardens de Kew (RBGK) - Inglaterra, e no Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN) - França.

Implementado pelo CNPq, em 2010, com um orçamento inicial de aproximadamente R\$ 22 milhões, o REFLORA é um dos projetos mais importantes para o conhecimento e o desenvolvimento da Botânica no Brasil. O REFLORA contribui para subsidiar a elaboração da Flora do Brasil on line, um dos compromissos assumidos pelo país para a Convenção da Biodiversidade, em 2020. O Herbário Virtual disponibiliza, atualmente, 450 mil amostras.

RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES:

- Conhecimento, conservação e uso sustentável da flora brasileira;
- Validação da identidade taxonômica de todos os espécimes analisados;
- Capacitação de recursos humanos em Taxonomia;
- Subsídio para a elaboração da Lista da Flora do Brasil com acesso *online*, que é uma meta a ser concluída até 2020, da Estratégia Global para a Conservação de Plantas da Convenção sobre Diversidade Biológica (GSPC-CDB), da qual o Brasil é signatário.

IMAGENS REPATRIADAS* PELO HERBÁRIO VIRTUAL REFLORA:

	Não Typus	Typus	Sub-total
RBGK	51.873	22.221	74.094
MNHN	28.663	17.931	46.594
		Total	120.688

* Número de imagens repatriadas até maio/2014.

Bougainvillea spectabilis Willd. - Bougainville ou Tico-tico



Pithecolobium microphyllum Stapf ex Wadlow - Jibrandi



Oncidium concolor Hook. - Orquídea Chuva de Ouro

CONHEÇA O HERBÁRIO VIRTUAL DO REFLORA

<http://www.herbariovirtualreflora.jbrj.gov.br/>





Capítulo 1. O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora”¹

Autores: Fernando da Costa Pinheiro, Rafaela Campostrini Forzza, Paula Moraes Leitman & Jefferson Prado

Resumo: O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora”, lançado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2010, envolveu inúmeros parceiros, em nível internacional, federal, estadual e empresas privadas, totalizando aproximadamente 24,5 milhões de reais em investimentos no período de 5 anos. Teve como objetivo resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados de plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior. Sob os auspícios do Programa, projetos de pesquisas foram financiados com recursos de custeio, capital e bolsas, e abordaram aspectos de taxonomia, evolução a adaptação fitogeográfica, dinâmica populacional, biologia molecular, conservação, uso e aspectos históricos das expedições e a relação com a colonização do Brasil. Adicionalmente, com os subsídios do Programa Reflora, o Herbário Virtual Reflora foi criado, permitindo o cumprimento dos objetivos iniciais do Programa com o acolhimento de mais de 500 mil imagens e dados repatriados dos herbários do RBG-Kew e do MNHN de Paris, assim como, dados e imagens de outros herbários nacionais e internacionais, que foram sendo agregados posteriormente. Este artigo descreve o contexto histórico de criação e de implementação do Programa e do Herbário Virtual Reflora, que se tornou uma das ferramentas mais importantes para as pesquisas e para o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade de plantas e de fungos, sendo fundamental para o cumprimento de metas e acordos internacionais assumidos pelo Brasil como a Flora do Brasil 2020.

Palavras-chave: Coleções Botânicas; Formação de Recursos Humanos; Repatriamento de Dados; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Cooperação internacional

Abstract: The program “Reflora - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora” was established by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) in 2010, involved numerous participants at the

¹ *Capítulo que originou o artigo “*The Reflora Program: implementation, repatriation, and creation of the Reflora Virtual Herbarium as a tool for biodiversity studies*” publicado na Revista Biota Neotropica 02/12/2024 (<https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2024-1701>) – Anexo I (págs. 150 a 169).



international, federal, state, and private company levels, and included approximately 24.5 million reais in investments over a period of 5 years. It had the objective of rescuing and making available images and information about herbarium specimens of Brazilian plants deposited in foreign collections. Under the auspices of this program, research projects were financed with consumable, durable, and grant resources that covered aspects of taxonomy, evolution and phytogeographic adaptation, molecular biology, conservation, use, and historical details of expeditions and their relationship to the colonization of Brazil. Additionally, using subsidies from the Reflora Program, the Reflora Virtual Herbarium was created allowing the program to fulfill its initial objectives of receiving 500 thousand images and repatriating data from the RBG-Kew and MNHN-Paris herbaria, as well as data and images from other national and foreign herbaria that were subsequently added. This article describes the historical context of creating and implementing the Reflora Virtual Herbarium, which has become one of the most important tools for research and advancing knowledge about the biodiversity of plants and fungi, in addition to being fundamental to fulfill international goals and agreements assumed by Brazil, such as Flora of Brazil 2020.

Keywords: Botanical Collections; Human Resource Training; Repatriation of Data; National Council for Scientific and Technological Development; International Cooperation

Contextualização

Após trinta e cinco anos do lançamento do Programa Flora, o CNPq contribuiu mais uma vez de forma substancial para o avanço das pesquisas quanto ao conhecimento sobre a biodiversidade vegetal brasileira e para a sua conservação com o lançamento, em 2010, do Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - Reflora”, foco deste trabalho, doravante chamado de Programa Reflora. Foi uma iniciativa que contou com forte empenho do Dr. José Oswaldo Siqueira, Diretor, à época, de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde (DABS-CNPq), para que se tornasse realidade.

O Programa Reflora ficou vinculado à Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - CGCTM e contou com um Comitê Técnico-Científico - CTC, formados por representantes das FAPs, CAPES, CNPq e demais instituições envolvidas, ao qual caberá a orientação na implantação, acompanhamento e avaliação do projeto em todos os níveis e etapas, conforme documento base anexado e aprovado pelas entidades parceiras. Assim, em função da importância estratégica para o Brasil, a relevância do conjunto de atividades para a ciência,

expectativas de resultados e impactos deste projeto nos cenários nacional e internacional, o CNPq deverá direcionar esforços e articulação para a consolidação do Reflora.

Com mais esta ação, o CNPq ofereceu subsídios para que o estado brasileiro cumprisse as Metas de Aichi de Biodiversidade da Estratégia Global para a Conservação de Plantas, dentre outros compromissos internacionais assumidos no âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica (GSPC-CDB). Além de possuir ainda estreito alinhamento com o 4º, o 14º e o 15º Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2023) da ONU.

O principal objetivo do Reflora foi resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados das plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior de forma a servir de alicerce para o avanço do conhecimento, o uso sustentável e a conservação da flora brasileira (CNPq, 2010). Ao longo do desenvolvimento do Programa Reflora observaremos que, as metas foram ampliadas de forma significativa.

O Programa Reflora foi implementado com o objetivo principal de resgatar e disponibilizar imagens em alta resolução e informações de exemplares herborizados das plantas brasileiras depositadas no Royal Botanic Gardens de Kew (RBG-Kew), Inglaterra e no Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN-Paris) – França, de forma a servir de alicerce para o avanço do conhecimento, o uso sustentável e a conservação da flora brasileira.

O Programa Reflora subsidiou a criação, elaboração e a implementação do Herbário Virtual Reflora (Herbário Virtual Reflora) para abrigar, além do material oriundo do repatriamento, imagens e dados de vários acervos nacionais. Tornou-se uma ferramenta fundamental para as pesquisas principalmente taxonômicas e de conservação, além de subsidiar o alcance de metas internacionais supracitadas (BFG 2021). Graças a esse avanço o Brasil detém hoje uma plataforma de pesquisa integrada, dinâmica e com dados validados e curados por cerca de 1000 taxonomistas, permitindo obter informações sobre diversas espécies da flora brasileira depositadas nas coleções que integram o Herbário Virtual Reflora.

Com base neste relevante aspecto, o presente trabalho buscou contextualizar e evidenciar a contribuição do Programa Reflora para o avanço científico, tecnológico e de inovação, para a gestão e valoração das coleções biológicas, para a conservação e para a ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira.

O Programa Reflora foi uma das ações mais ambiciosas e desafiadoras envolvendo inúmeros pesquisadores e parcerias (Tab. 1), em nível internacional, federal, estadual e empresas privadas (Figura 4, Tab. 4 e Tab. 5), cujo investimento totaliza aproximadamente 24,5 milhões de reais no

período de 5 anos, o que o torna uma iniciativa sem precedentes na história recente da botânica brasileira.

Em função dessa complexidade e dos atores envolvidos, o CNPq constituiu, por meio da Portaria CNPq 105/2011 de 27/05/2011, o Comitê Técnico (CT) para acompanhamento do Projeto - Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - Re flora-, em acordo com o Documento Básico do referido Projeto. O Comitê Técnico, coordenado pelo CNPq, era composto por representantes das diferentes instituições parceiras:

Representantes do CNPq:

Paulo Sérgio Lacerda Beirão - Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde - DABS/CNPq;

Manoel Barral Neto - Diretor de Cooperação Institucional - DCOI/CNPq;

Cláudia Queiroz Gorgati - Coordenadora Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - CGCTM/CNPq;

Maria Lucilene Araújo Velo - Assessoria de Cooperação Internacional - ASCIN; e

Ana Lúcia Delgado Assad - Assessoria de Cooperação Nacional - ASNAC.

Representantes das Instituições:

Eimear Nic Lughadha - Royal Botanic Garden de Kew - Inglaterra;

Marc Pignal – Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris - MNHN -França;

Marli Pires Morim - Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

Emídio Cantídio de Oliveira Filho - CAPES;

Mario Neto Borges - CONFAP.

Representantes das Empresas Parceiras:

Débora Cristina Castellani - Natura; e

Luiz Eugênio Mello - Instituto Tecnológico Vale

Representantes da Comunidade Científica:

Ana Maria Giulietti Harley - Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS; e

José Oswaldo de Siqueira - Universidade Federal de Lavras - UFLA.

As atribuições do CT eram: definir estratégias e diretrizes do Programa; aprovar e adequar o documento base; analisar e recomendar para aprovação os projetos qualificados em julgamento de mérito, quando solicitado; orientar o acompanhamento das ações e projetos aprovados; Sugerir modificações, prorrogações, continuidade ou interrupção de projetos; definir sobre a necessidade de assessoramento técnico-científico independente e indicar consultores científicos, quando necessário; e opinar sobre casos omissos, quando solicitado pelo CNPq.

O principal objetivo do Re flora foi resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados das plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior de forma a servir de alicerce para o avanço do conhecimento, o uso sustentável e a conservação da flora brasileira (CNPq 2010). Verifica-se, no entanto, que o Re flora foi além dos objetivos e metas iniciais, ampliando a rede de colaboração entre herbários brasileiros e estrangeiros e a digitalização desses acervos, subsidiando fortemente ainda o projeto Flora do Brasil 2020, hoje denominado Flora e Funga do Brasil.

Conforme a Nota Técnica de 05/08/2010, encaminhada à Diretoria Executiva do CNPq (DEX), o Programa Re flora foi estruturado em duas linhas de ação.

Primeira linha de ação

A Primeira linha de ação envolveu o acesso às informações e a digitalização de amostras coletadas no Brasil até o século XX por missões estrangeiras depositadas no Royal Botanic Gardens de Kew (RBG-Kew) – Inglaterra, e no Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris (MNHN-Paris) – França. Essas duas instituições possuem as maiores coleções de plantas oriundas do Brasil na Europa (Forzza et al., 2015a). Esta etapa foi possível a partir do estabelecimento de parcerias a partir:

- a) da Carta de Entendimento entre o CNPq e o Royal Botanic Gardens, Kew, do Reino Unido assinada em 06/10/2009; e
- b) do Convênio de Cooperação entre o CNPq, do Brasil e o Museu Nacional de História Natural, da França assinado em 09/10/2009.

Ambas as parcerias possuíam vigência total de cinco anos a partir da data da assinatura.

Nesta linha constava a seleção das amostras a serem trabalhadas, digitalizadas, autenticadas, e transferidas para constituir uma base de dados digitais em plataforma de TI, constituindo a base física do Herbário Virtual, instalado no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), para disponibilização ao público nacional e internacional.

Para a implementação, foram elaborados e acordados planos de trabalho específicos para cada instituição em comum acordo com as equipes brasileiras e estrangeiras. Estes planos especificaram o conjunto de atividades, regras, normas, responsabilidades, cronogramas, metas, indicadores e custos para a execução de cada atividade no RBG - Kew, no MNHN - Paris e no JBRJ.

Esta linha de ação foi autorizada pela Diretoria Executiva do CNPq (DEX) em sua 18ª reunião de 10 de agosto de 2010 com previsão de investimentos na ordem de R\$ 11.000.000,00 (onze milhões de reais), oriundos das esferas federal, estadual e de empresas privadas para investimentos no JBRJ e nas instituições parceiras no exterior.

Para isso o CNPq estabeleceu e formalizou parcerias com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Natura Cosméticos S.A., a Companhia VALE S.A., o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) e a Fundação Flora de Apoio a Botânica, garantindo o aporte de recursos financeiros necessários para viabilizar essa 1ª linha de ação.

A primeira garantia financeira foi estabelecida em 03/08/2010, quando o Termo de Referência da ação “Plantas Do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual Para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira-Reflora” foi assinado pela Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais (ASCOF) e Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais (Documento Legal de Aprovação: Ata da Reunião do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, realizada em 03/05/2010), garantindo o aporte de recursos na ordem de R\$ 8.000.000,00 (oito milhões de reais) da Ação transversal com desembolso previsto para os anos de 2010, 2011 e 2012. Esse recurso permitiu a contratação de duas propostas sob a forma de encomenda.

A proposta intitulada "*Ampliação, integração e disseminação digital de dados repatriados da flora brasileira - Reflora*", processo: 565048/2010-4, faz parte da rede do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT/HVFF), cuja entrada no contexto do Reflora contou com o apoio da Diretoria do CNPq em função de sua missão e relevante experiência desde 2009 no repatriamento digital e por já possuir um programa de repatriamento dos dados textuais de acervos do Brasil depositados em herbários do exterior (Maia et al., 2017). Foi desenvolvido em parceria com o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), para a rede *speciesLink*. Esta rede é a base informacional do HVFF, que utiliza os mesmos modelos de dados e protocolos de comunicação adotados pela rede *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), o que torna o processo de repatriamento da base textual mais eficiente. A proposta recebeu o valor global do CNPq de R\$ 1.968.409,40, sendo R\$ 1.677.909,40 em custeio, R\$ 184.000,00 em Capital e R\$ 106.500,00 em bolsas ATP-A, BEP e EV-2 (Figura 3b). Os recursos de bolsas permitiram que 13 bolsistas fossem indicados ao longo da vigência do projeto (21/01/2011 a 20/01/2014).

A proposta para construção e implementação da base física do Herbário Virtual e repatriamento foi efetivada no âmbito do projeto, contratado sob a forma de encomenda, processo 564922/2010-2, intitulado: “*Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora*”. Recebeu o valor global do CNPq de R\$ 3.929.676,80, sendo R\$ 1.330.865,10 em custeio, R\$ 1.182.211,70 em Capital e R\$ 1.416.600,00 em bolsas DTI e ATP (Figura 3a). Os recursos de bolsas permitiram que 75 bolsistas fossem indicados ao longo da vigência do projeto (29/12/2010 a 28/02/2015).

Bolsa Solicitada		Parecer Recurso Bolsa Aprovada				
Bolsa Nível	Qtde/Duração	Qtde	Duração	Bolsa Nível Aprovado	Parecer Recurso Bolsa Aprovado	Total
DTI-A	4 - 36	4	36	DTI-A	Favoravel	576.000,00
DTI-B	1 - 36	1	36	DTI-B	Favoravel	108.000,00
ATP - A	23 - 36	23	36	ATP - A	Favoravel	455.400,00
DTI-C	7 - 36	7	36	DTI-C	Favoravel	277.200,00
Total Bolsas						1.416.600,00

Custeio	Solicitação	Recomendação	Valor Deliberação Final
Custeio (Total)	3.145.000,00		
Total Custeio	3.145.000,00	0,00	1.330.865,10

Capital	Solicitação	Recomendação	Valor Deliberação Final
Capital (Total)	2.408.076,80		
Total Capital	2.408.076,80	0,00	1.182.211,70

Valor Total (Custeio + Capital)		Valor Deliberação Final
		2.513.076,80
Total Geral (Custeio + Capital + Bolsa)		3.929.676,80

Discriminação Orçamentária - BOLSAS			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
7N34T217G10	0142024289	33901800	1.416.600,00

Discriminação Orçamentária - CUSTEIO			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
7N34T217G10	0142024289	33902000	1.330.865,10

Discriminação Orçamentária - CAPITAL			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
7N34T217G10	0100000000	44902000	1.182.211,70

Discriminação Orçamentária - BOLSAS			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
9493	0100000000	33901800	102.500,00

Discriminação Orçamentária - CUSTEIO			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
7N34T217G10	0142024289	33902000	1.677.909,40

Discriminação Orçamentária - CAPITAL			
Plano Interno	Fonte	Natureza Despesa	Valor
9493	0100000000	44902000	184.000,00

Figura 3. Formulários de Deliberação da Diretoria da Plataforma Integrada Carlos Chagas contendo detalhamento dos recursos aprovados para as propostas sob a forma de encomenda. a) processo: 564922/2010-2; b) processo: 565048/2010-4.

A segunda formalização de aporte financeiro foi realizada em 09/12/2010 com a assinatura do Protocolo de Cooperação e do Contrato de Patrocínio entre o CNPq, a Natura Cosméticos S.A., a Fundação Flora de Apoio a Botânica e o Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro no valor global de R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais). Esses recursos permitiram a consolidação de parcerias com três instituições de excelência técnica em desenvolvimento, interoperabilidade de sistemas de informação e na área de infraestrutura computacional (armazenamento, processamento e conectividade), conferindo subsídios ao JBRJ a capacidade para desenvolver, manter e hospedar o Herbário Virtual Re flora (Forzza et al., 2017b), conforme os seguintes componentes:

- “Adequação da Infraestrutura Computacional” em cooperação com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC);
- “Desenvolvimento e Manutenção de Sistemas” com o Programa de Engenharia de Sistemas e Computação/COPPE (PESC/COPPE) e com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP) realizadas através de contratos de prestação de serviços.

Importante ressaltar que o recurso viabilizou, ainda, que as atividades de repatriamento fossem desenvolvidas no Royal Botanical Gardens, Kew, Inglaterra (Forzza et al., 2017b).

Em 5 de novembro de 2014 foi estabelecido o Protocolo de Cooperação e do Contrato de Patrocínio entre o CNPq, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e o Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro no valor global R\$

1.999.746,62 (um milhão e novecentos e noventa e nove mil e setecentos e quarenta e seis reais e sessenta e dois centavos).

O recurso liberado em dezembro de 2015 possibilitou adequar a infraestrutura do JBRJ para suprir o aumento de demanda de espaço de armazenamento e capacidade de processamento das imagens e seus dados associados (Forzza et al., 2017b).

Em 30/11/2011, foi assinado o Convênio de Implementação do Programa Re flora entre o CNPq e o MNHN-Paris. Para início das atividades, foi formalizado, em 12/11/2012 o Instrumento de Doação de Recursos Financeiros entre o CNPq (Donatário) e a empresa VALE S.A. (Doadora) no valor global de R\$ 1.741.095,40 (um milhão, setecentos e quarenta e um mil, noventa e cinco reais e quarenta centavos). Esse recurso foi repassado ao MNHN-Paris por meio do Acordo de Cooperação para Financiamento do Programa Re flora estabelecido entre o CNPq e o MNHN-Paris em 28/03/2013.

Com a necessidade de prorrogação e de recursos financeiros adicionais para que as atividades no RBG-Kew fossem concluídas foi estabelecido em 22/02/2015, o Plano de Trabalho para a promoção de atividades científicas e tecnológicas entre o CNPq e o British Council do Reino Unido, com aporte de recursos no valor de £676.094 (seiscentos e setenta e seis mil e noventa e quatro libras esterlinas), aproximadamente, no câmbio da época, R\$ 2.696.003,00 (dois milhões e seiscentos e noventa e seis mil e três reais).

Essas ações e investimentos propiciaram a criação do Herbário Virtual Re flora (Herbário Virtual Re flora) pelo Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, lançado em 30/09/2013, com imagens de espécimes provenientes dos Herbários K, P e RB permitindo o acolhimento e a disponibilização, na época, de mais de 420 mil imagens e das informações repatriadas oriundas do RBG-Kew, do MNHN-Paris e do RB (Forzza et al., 2015; BFG, 2018).

O Herbário Virtual Re flora é hoje o maior conjunto de dados e imagens de plantas na América Latina e um dos maiores do mundo (BFG, 2018) e será tratado com maiores detalhes no Capítulo Dois.

Em função do Programa Re flora e do Herbário Virtual Re flora, o Brasil detém hoje uma plataforma de pesquisa pública integrada a Flora e Funga do Brasil, com informações validadas, permitindo reconhecer que o país possui 52870 espécies (nativas, naturalizadas e cultivadas), sendo 5044 de Algas, 1620 de Briófitas, 1414 de Samambaias e Licófitas, 121 de Gimnospermas, 36451 de Angiospermas e 8220 de Fungos (Flora e Funga do Brasil, 2025).

Desde a publicação da Flora Brasiliensis (1840–1906), a maior obra florística do neotrópico (Daly & Prance, 1989), contendo a descrição de 22.767 espécies de plantas terrestres, o Brasil concluiu outro grande desafio: o projeto Flora do Brasil 2020. Este projeto, subsidiado pelo Programa Re flora,

objetivou cumprir a Meta 1 estabelecida pela SPC-CDB para 2020, com a divulgação de descrições, chaves de identificação e ilustrações para todas as espécies de plantas, algas e fungos conhecidos para o país.

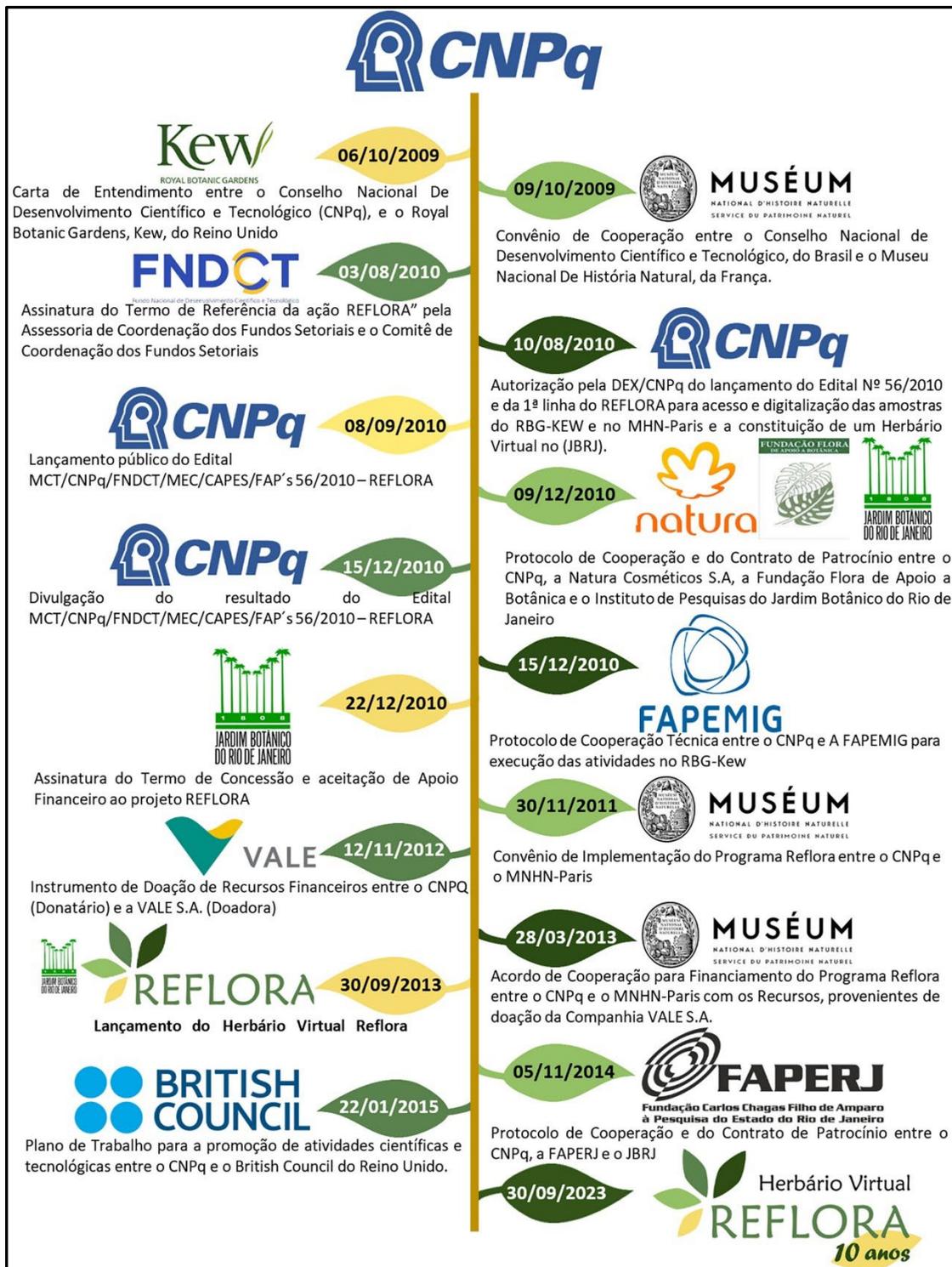


Figura 4. Linha do Tempo do Programa Reflora (Pinheiro et al., 2024).

Segunda linha de ação

A segunda linha de ação envolveu o lançamento do Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's N° 56/2010 – Re flora (CNPq, 2010), autorizado pela Diretoria Executiva do CNPq (DEX) em sua 18ª reunião ocorrida em 10/08/2010, visando fomentar projetos de pesquisa individuais ou em redes, envolvendo equipes brasileiras e de instituições estrangeiras e de formação de recursos humanos.

O Edital objetivava investir recursos financeiros em projetos selecionados que visavam contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil. Esses projetos deviam envolver a pesquisa, o resgate e o uso de informações sobre espécies da flora brasileira, coletadas nos séculos XVIII, XIX e XX, depositadas nos herbários do Royal Botanic Gardens de Kew, na Inglaterra, e do Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, na França com disponibilização dessas informações no Herbário Virtual Re flora. Com essa iniciativa, buscava-se ampliar o conhecimento sobre a flora brasileira, promover seu uso sustentável e garantir sua conservação. O repatriamento das informações foi complementado pelo financiamento de projetos de pesquisa que possibilitaram alcançar novos objetivos estratégicos, fortalecendo as ações de repatriação dos dados, como os apresentados a seguir:

a) produzir um acervo de imagens digitalizadas e informações gerais de amostras de materiais tipo e coleções clássicas representativas da distribuição geográfica das espécies que constam da Lista de Espécies da Flora do Brasil, que estão depositadas nos dois herbários europeus. Este acervo resgatado e disponibilizado, através de Herbário Virtual Re flora estabelecido no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, para o Brasil e o mundo;

b) possibilitar a identificação dos espécimes selecionados por taxonomistas brasileiros e, em se tratando de materiais-tipo, designar as modalidades dos espécimes;

c) aprimorar a Lista de Espécies da Flora do Brasil, associando a imagem do tipo ao código de barras do voucher citado na lista;

d) capacitar recursos humanos, em especial alunos de pós-graduação, na linha de pesquisa de taxonomia de espécies brasileiras e em outras linhas correlatas;

e) permitir o desenvolvimento de pesquisas botânicas, fitogeográficas, ecológicas e históricas relacionadas ao conhecimento resgatado;

f) efetuar estudos de diversidade genética, biologia da conservação e resgate de germoplasma de espécies selecionadas que foram coletadas durante as expedições dos naturalistas, cujo material está depositado nos herbários europeus e que hoje se apresentem raras e/ou ameaçadas de extinção em nossa flora; e

g) fortalecer as ações de cooperação internacional para a pesquisa botânica, em conjunto, difusão de conhecimento e intercâmbio de pesquisadores e estudantes.

As propostas envolviam projetos individuais ou em redes temáticas com o foco em pesquisas integradas ao processo de repatriamento, que contribuam para a ampliação do conhecimento e maior colaboração entre grupos brasileiros e o RBG Kew e MNHN-Paris, direcionadas às seguintes linhas temáticas:

- a) *Taxonomia, Filogenia, Evolução e Adaptação das espécies de plantas brasileiras;*
- b) *Fitogeografia dos biomas brasileiros, com ênfase em Atlas com imagens e mapas das espécies de plantas brasileiras;*
- c) *Conservação, uso e biodiversidade, com ênfase na dinâmica de espécies e populações, priorizando espécies raras e/ou ameaçadas de extinção em nossa flora;*
- d) *Estudos de biologia molecular com ênfase em ecologia molecular e código de barras de DNA (“barcode”) para espécies de uso econômico ou com potencial de uso;*
- e) *História de expedições científicas dos naturalistas dos séculos XVIII e XIX; e*
- f) *Relação da flora brasileira com processos colonizatórios e de desenvolvimento do país.*

Foram aportados recursos financeiros na ordem de R\$ 17.010.000,00 para gastos com capital, custeio e bolsas para o financiamento de propostas de até R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) para projetos de pesquisa individuais e de até R\$ 600.000,00 (seiscentos mil reais) para projetos em redes de pesquisa, com duração de execução de 36 (trinta e seis) meses. Os recursos foram oriundos do CNPq (R\$ 3.000.000,00), da CAPES (R\$ 3.000.000,00), do FNDCT (R\$ 5.000.000,00) e de 12 Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais (FAP’s) (R\$ 6.010.000,00), disponibilizados em até três parcelas anuais a partir da data de assinatura dos Acordos de Cooperação. As bolsas da CAPES e os recursos das FAPs participantes foram concedidos às propostas aprovadas no edital, diretamente aos coordenadores de projetos por meio de instrumentos próprios das concedentes.

O Edital foi lançado em 08/09/2010, finalizando as inscrições em 26 de outubro de 2010, recebendo uma demanda bruta de 32 propostas, no valor global de R\$ 7.874.714,92.

Após carta consulta aos pesquisadores e a análise do perfil da demanda das propostas no Edital, o CNPq autorizou a composição, por meio da Portaria CNPq n.º 335/2010, e a convocação de quatro pesquisadores para compor o Comitê Julgador das propostas (Tabela 2 e Figura 5).

Tabela 2. Membros do Comitê Julgador do Edital 56/2010 - Re flora.

Nome	Instituição	UF	PESQUISADOR
Prof. Dr. Armando Carlos Cervi	UFPR	PR	PQ-1B
Profa. Dra. Eliana Regina Forni-Martins	UNICAMP	SP	PQ-1D
Prof. Dr. Paulo Takeo Sano	USP	SP	PQ-2
Profa. Dra. Tânia Wendt	UFRJ	RJ	PQ-2



Figura 5. Comitê Julgador do Edital 56/2010 - Reflora. Em sequência da esquerda para a Direita, o Dr. Armando Carlos Cervi, Dr. Paulo Takeo Sano, a Dra. Eliana Regina Forni-Martins e a Dra. Tânia Wendt.

O julgamento das propostas foi realizado no período de 16 a 19/11/2010 na sede do CNPq em Brasília – DF. O Comitê realizou a análise e a avaliação do mérito, relevância e adequação das propostas submetidas, bem como do orçamento (Relatório do Comitê Julgador do Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's N° 56/2010 – Reflora), conforme os critérios de julgamento, previsto no item **II.3.1** do referido Edital (Tab. 3).

Tabela 3. Critérios de Julgamento da Chamada 56/2010 - Reflora.

Critérios de análise e julgamento		Peso	Nota
A	Aderência, mérito e relevância do projeto para o desenvolvimento científico e tecnológico em relação à ação de repatriamento de dados dos museus KEW e MNHN	5	0 a 10
B	Pertinência e adequação da metodologia proposta	4	0 a 10
C	Experiência prévia do Coordenador na área do projeto de pesquisa, considerando sua produção científica ou tecnológica relevante	4	0 a 10
D	Coerência e adequação entre a capacitação e a experiência da equipe do projeto aos objetivos, atividades e metas propostos	3	0 a 10
E	Adequação do orçamento aos objetivos, atividades e metas propostas	2	0 a 10
F	Impacto na formação de recursos humanos e criação de competência	3	0 a 10
G	Adequação, complementariedade e integração dos projetos para financiamento em rede de pesquisa e adequação da metodologia e ações de gestão	4	0 a 10
H	Integração entre grupos de pesquisa consolidados e emergentes oriundos de regiões menos desenvolvidas	2	0 a 10

O Comitê Julgador realizou a análise e a avaliação das 32 propostas quanto ao mérito, a relevância, a adequação e ao orçamento aos termos estabelecidos no Edital 56/2010 – Re flora (CNPq, 2010). Ao todo foram vinte e cinco propostas recomendadas no mérito para aprovação, totalizando R\$ 5.704.638,63 (cinco milhões, setecentos e quatro mil, seiscentos e trinta e oito reais e sessenta e três centavos).

A Diretoria do CNPq, em reunião realizada em 03/12/2010 no CNPq, Brasília, DF, recomendou a aprovação final de 24 propostas dentre as recomendadas pelo Comitê Julgador, no valor global de R\$ 5.633.800,15 em recursos de capital, custeio e bolsas de Iniciação Científica (IC) e Apoio Técnico (AT) de nível médio (2A) e superior (1A). O CNPq divulgou a aprovação final das propostas em 15/12/2010 no site do CNPq e no Diário Oficial da União (DOU), Seção 3, N.º 239, pág. 16. Os projetos iniciaram suas vigências entre dezembro de 2010 e junho de 2011. A relação dos projetos submetidos e aprovados encontram-se listados na Tab. 6.

As Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados do Amazonas (FAPEAM), da Bahia (FAPESB), do Distrito Federal (FAPDF), do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCARIA), de Santa Catarina (FAPESC) e de São Paulo (FAPESP) aportaram nos projetos o valor global de R\$ 1.224.830,60 (um milhão e duzentos e vinte e quatro mil e oitocentos e trinta reais, e sessenta centavos). Embora as Fundações FAPEG, FAPEPI, FAPEMA, FAPES tenham aderido ao Edital, não houve propostas destes estados. Conforme informado anteriormente, as Fundações FAPEMIG e FAPERJ aportaram recursos, respectivamente, aos trabalhos previstos na primeira Linha de ação que foram executados em Kew (R\$ 1.761.671,00) e no JBRJ (R\$ 1.999.746,62), cabendo ao CNPq financiar os projetos aprovados desses estados. A tabela 2 mostra o montante de recursos previstos pelas Fundações Estaduais que aderiram a ação do Programa Re flora.

Adicionalmente a CAPES aportou R\$ 1.653.453,90 para a concessão de 72 bolsas de mestrado (GM), 25 Doutorado Sanduíche no Exterior (SWE) e 20 Pós-doutorado no Exterior (PDE) aos processos selecionados no edital.

Tabela 4. Instituições Parceiras do Programa Reflora.

	Instituições Parceiras - Programa Reflora	
		Sigla
Parceiros Financiadores	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	CNPq
	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	CAPES
	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	MCTI
	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro	FAPERJ
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais	FAPEMIG
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	FAPESP
	Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal	FAPDF
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas	FAPEAM
	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina	FAPESC
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia	FAPESB
	Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná	Fundação Araucária
	Fundo Newton/ <i>British Council</i>	FN/BC
	Natura Cosméticos S.A.	Natura
	Vale S.A.	Vale
	Parceiros executores	Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Muséum National d'Histoire Naturelle - Paris		MNHN-Paris
Royal Botanic Gardens - Kew		RBG-Kew

Tabela 5. Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais que aderiram ao Edital 56/2010 e ao Programa Reflora e respectivos recursos financeiros.

Fundação	UF	Valor Disponibilizado	Valor Aplicado	Saldo
FAPDF	DF	R\$ 500.000,00	R\$ 350.924,31	R\$ 149.075,69
FAPEAM	AM	R\$ 1.000.000,00	R\$ 276.885,54	R\$ 723.114,46
FAPEG	GO	R\$ 200.000,00	R\$ 0,00	R\$ 200.000,00
FAPEMA	MA	R\$ 300.000,00	R\$ 0,00	R\$ 300.000,00
FAPEMIG	MG	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.761.671,00	-R\$ 761.671,00
FAPEPI	PI	R\$ 160.000,00	R\$ 0,00	R\$ 160.000,00
FAPERJ	RJ	R\$ 2.000.000,00	R\$ 1.999.746,62	R\$ 253,38
FAPES	ES	R\$ 200.000,00	R\$ 0,00	R\$ 200.000,00
FAPESB	BA	R\$ 100.000,00	R\$ 99.884,48	R\$ 115,52
FAPESC	SC	R\$ 200.000,00	R\$ 99.998,50	R\$ 100.001,50
FAPESP	SP	R\$ 2.000.000,00	R\$ 359.887,77	R\$ 1.640.112,23
Fundação Araucária	PR	R\$ 150.000,00	R\$ 37.250,00	R\$ 112.750,00
FUNDECT	TO	R\$ 200.000,00	R\$ 0,00	R\$ 200.000,00
TOTAL		R\$ 8.010.000,00	R\$ 4.986.248,22	R\$ 3.023.751,78

Tabela 6. Relação das Propostas Submetidas no Edital 56/2010 – Reflora e o respectivo resultado da avaliação.

Processo	Beneficiário	Sexo	Título do Processo	Instituição	UF	Recomendação	Aprovação
563568/2010-0	Alexandre Salino	M	Sistemática de samambaias neotropicais com ênfase nos gêneros <i>Thelypteris</i> , <i>Blechnum</i> , <i>Microgramma</i> , <i>Pecluma</i> e <i>Ctenitis</i> .	UFMG	MG	Recomendada	Aprovada
563550/2010-4	Ana Maria Goulart de Azevedo Tozzi	F	Repatriamento das informações das coleções botânicas depositadas nos Herbarios K e P de representantes do clado miletíode sens. lat. (Leguminosae, Papilionoideae) ocorrentes no Brasil, com ênfase nas tribos Phaseoleae e Millettieae	UNICAMP	SP	Recomendada	Aprovada
563545/2010-0	Ana Paula Santos Gonçalves	F	Taxonomia, Distribuição Geográfica e Delimitação das Espécies em <i>Merostachys</i> (Poaceae : Bambusoideae : Arthrostylidiinae)?	UFV	MG	Recomendada	Aprovada
563539/2010-0	Ana Zannin	F	Flora Catarinense Revisitada	UFSC	SC	Recomendada	Aprovada
563548/2010-0	Andre Marcio Araujo Amorim	M	Reflora em Malpighiales com ênfase no Leste Setentrional Brasileiro	UESC	BA	Recomendada	Aprovada
563535/2010-5	Carolyn Elinore Barnes Proença	F	FloResCer: Flora Integrada do Cerrado e Pantanal, Região Centro-Oeste	UnB	DF	Recomendada	Aprovada
563556/2010-2	Cássio van den Berg	M	Repatriamento de materiais críticos da flora brasileira de orquídeas: tribo Cranichideae e subtribos Laeliinae, Zygopetalinae e Stanhopeinae, e Orchidaceae da Flora da Bahia.	UEFS	BA	Recomendada	Aprovada
563534/2010-9	Claudia Petean Bove	F	Nova Taxonomia de Hidrofitas de Alta Diversidade: Podostemaceas Neotropicais	UFRJ	RJ	Recomendada	Aprovada
563559/2010-1	Dalva Graciano Ribeiro	F	MORFOLOGIA, ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E FITOQUÍMICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>HYPENIA</i> (MART. EX BENTH.) R. HARLEY - LAMIACEAE OCORRENTES NO CERRADO	UnB	DF	Não recomendada	Não aprovada
563567/2010-4	Dulcineia de Carvalho	F	Descrição, distribuição geográfica e diversidade genética de espécies da flora arbórea brasileira coletadas nos séculos 18, 19 e 20	UFLA	MG	Não recomendada	Não aprovada
563560/2010-0	Fátima Regina Gonçalves Salimena	F	Verbenaceae J. St.-Hil. do Brasil: Resgate Histórico e atualização nomenclatural	UFJF	MG	Recomendada	Aprovada
563537/2010-8	Itayguara Ribeiro da Costa	M	Estudos filogenéticos e macroecológicos voltados à conservação do gênero <i>Psidium</i> L. (Myrtaceae Juss.)	UFC	CE	Recomendada	Aprovada
563541/2010-5	Jimi Naoki Nakajima	M	Herbário Virtual: Repatriamento de Asteraceae e Melastomataceae do Brasil	UFU	MG	Recomendada	Aprovada
563547/2010-3	João Aguiar Nogueira Batista	M	Base de dados, lista de espécies e biogeografia das Orchidaceae de Minas Gerais e do gênero <i>Habenaria</i> no Brasil, Biosistemática e revisão taxonômica do complexo <i>Habenaria repens</i>	UFMG	MG	Recomendada	Aprovada
563542/2010-1	João Semir	M	Estudos taxonômicos e filogenéticos na subtribo Pleurothallidinae (Orchidaceae)	UNICAMP	SP	Recomendada	Não aprovada
563562/2010-2	Kátia Cavalcanti Pôrto	F	COLEÇÕES DE BRIÓFITAS E FUNGOS BRASILEIROS DEPOSITADAS NO HERBÁRIO DO MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS (PC)	UFPE	PE	Não recomendada	Não aprovada
563569/2010-7	Lorelai Brilhante Kury	F	Compreender Auguste de Saint-Hilaire, viajante e botânico	FIOCRUZ	RJ	Recomendada	Aprovada
563533/2010-2	Luci de Senna-Valle	F	Plantas do Brasil Central: resgate histórico e herbário virtual de Glaziou	UFRJ	RJ	Recomendada	Aprovada
563546/2010-7	Luciano Paganucci de Queiroz	M	Estudos de sistemática em grupos representativos da Flora Neotropical: repatriamento e taxonomia de espécies da Flora Brasileira	UEFS	BA	Recomendada	Aprovada
563565/2010-1	Luiz Carlos Duarte de Souza	M	Levantamento florístico do norte Catarinense	IPECA	SC	Não recomendada	Não aprovada
563536/2010-1	Luiz Orlando de Oliveira	M	História evolutiva de espécies vegetais coletadas durante as expedições dos naturalistas e sua contribuição para a conservação e uso sustentável da biodiversidade brasileira	UFV	MG	Não recomendada	Não aprovada

Processo	Beneficiário	Sexo	Título do Processo	Instituição	UF	Recomendação	Aprovação
563538/2010-4	Luiza Sumiko Kinoshita	F	Repatriacao das especies brasileiras de Gentianales: Apocynaceae (tribo Willughbeieae) e Rubiaceae (Manettia Mutis ex L).	UNICAMP	SP	Recomendada	Aprovada
563571/2010-1	Margareth Ferreira de Sales	F	Sistemática, filogenia e acervo virtual de coleções tipo de Euphorbiaceae, com ênfase nas tribos Hippomaneae, Hurea e Crotonae.	UFRPE	PE	Recomendada	Aprovada
563563/2010-9	Maria das Gracas Lins Brandão	F	Pesquisa, recuperação e disponibilização de dados, imagens e amostras de espécies coletadas por naturalistas ingleses e franceses em Minas Gerais e Goiás, no século XIX.	MHNJB	MG	Recomendada	Aprovada
563561/2010-6	Michael John Gilbert Hopkins	M	Integração, qualificação e disponibilização dos dados relacionados com coletas botânicas na Amazonia brasileira	INPA	AM	Recomendada	Aprovada
563564/2010-5	Milton Groppo Júnior	M	Sistemática e taxonomia de Rudgea Salisb. (Psychotriaceae, Rubiaceae)	USP	SP	Não recomendada	Não aprovada
563544/2010-4	Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Camara	M	Resgate e tratamento dos dados das coleções brasileiras de briófitas feitas por Glaziou	UnB	DF	Recomendada	Aprovada
563554/2010-0	Renato Goldenberg	M	RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES E IMAGENS DE COLETAS HISTÓRICAS DE MELASTOMATACEAE	UFPR	PR	Recomendada	Aprovada
563570/2010-5	Rosângela Simão Bianchini	F	Resgate e herbario virtual nos Herbarios K e P de materiais históricos de Convolvulaceae do Brasil	IBT	SP	Recomendada	Aprovada
563543/2010-8	Sérgio Luis Antonello	M	UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA PESQUISA E ENSINO: CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO CLARO, SP	UNESP	SP	Não recomendada	Não aprovada
563551/2010-0	Sergio Romaniuc Neto	M	Resgate histórico e científico das plantas do Brasil depositadas nos herbarios de Kew e Paris: clado Urticoide (Cannabaceae, Moraceae, Ulmaceae e Urticaceae).	IBT	SP	Recomendada	Aprovada
563558/2010-5	Tânia Regina dos Santos Silva	F	REPATRIAMENTO, TAXONOMIA, FILOGENIA E CONSERVAÇÃO DE GRUPOS DE ANGIOSPERMAS DO BRASIL	UEFS	BA	Recomendada	Aprovada

O Edital, portanto, obteve um aporte global de R\$ 7.019.118,63, o que representa 41,5% do valor total previsto, em investimentos de recursos de custeio, capital e bolsas às propostas aprovadas oriundas dos estados do Amazonas, da Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e do Distrito Federal (Figura 6).

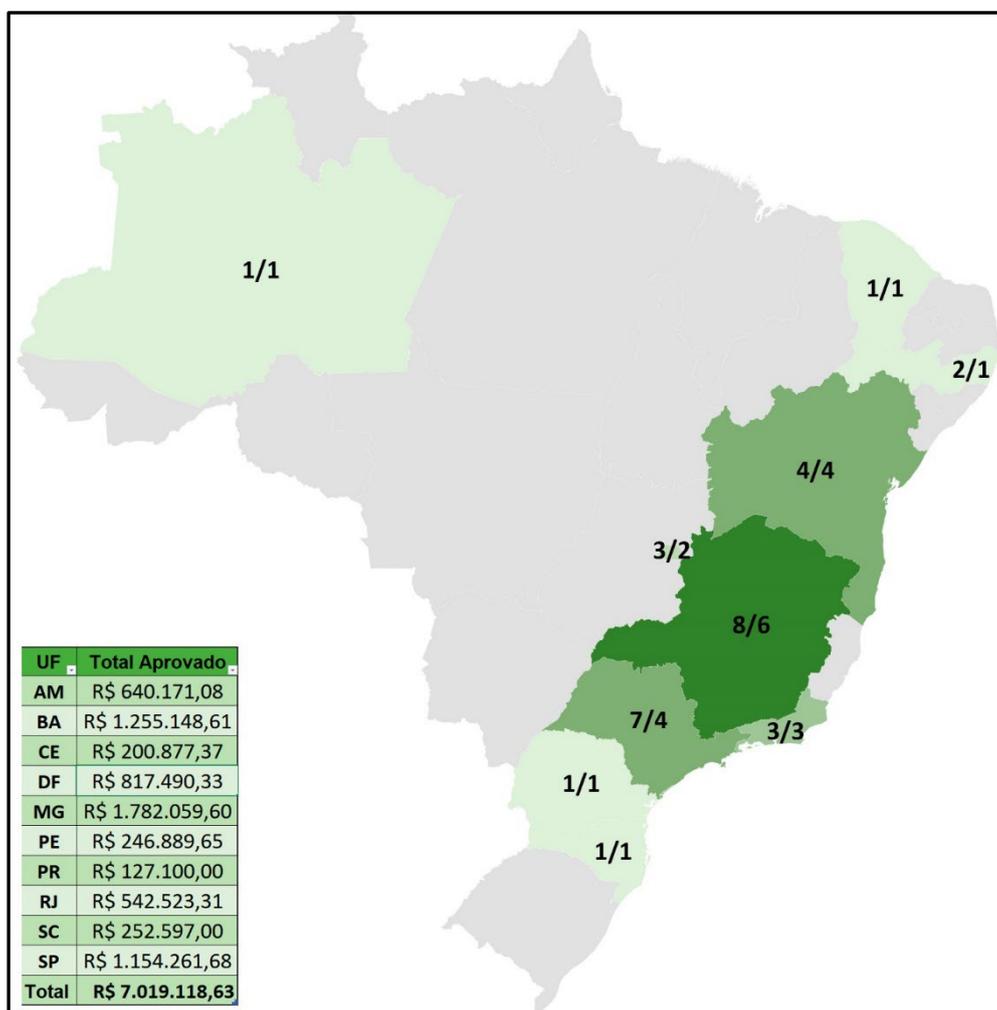


Figura 6. Total de Propostas submetidas pelo total de propostas atendidas no Edital 56/2010 – Reflora por unidade da federação (fonte: Pinheiro et al., 2024).

Os projetos tiveram suas vigências iniciadas entre os meses de dezembro de 2010 e junho de 2011. Dezoito projetos iniciaram a vigência em dezembro de 2010, três iniciaram a vigência em janeiro de 2011, um iniciou em março de 2011, um em abril de 2011 e um em junho de 2011.

O Edital previa, em seu item II.4 a realização de reuniões anuais para monitoramento e avaliação dos projetos de pesquisa, a serem organizadas pelo Comitê Técnico do Reflora, em

colaboração com a Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (SEPED) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e com a participação dos coordenadores das propostas aprovadas. Ao todo foram realizadas três reuniões de monitoramento ou de acompanhamento e avaliação (A&A).

Investimento Global

O Programa Reflora, com suas duas linhas de ação, contou com investimentos na ordem de R\$ 24.460.744,22 no período de cinco anos. Foram R\$ 9.103.578,00 do CNPq/FNDCT, R\$ R\$ 4.986.248,22 das FAPs, R\$ 3.000.000,00 da Natura, R\$ 2.933.820,00 da Capes, R\$ 2.696.003,00 do Fundo *Newton/British Council* e R\$ 1.741.095,00 da Vale S.A. (Figura 7). O detalhamento dos recursos encontra-se disponível na Tabela 7.

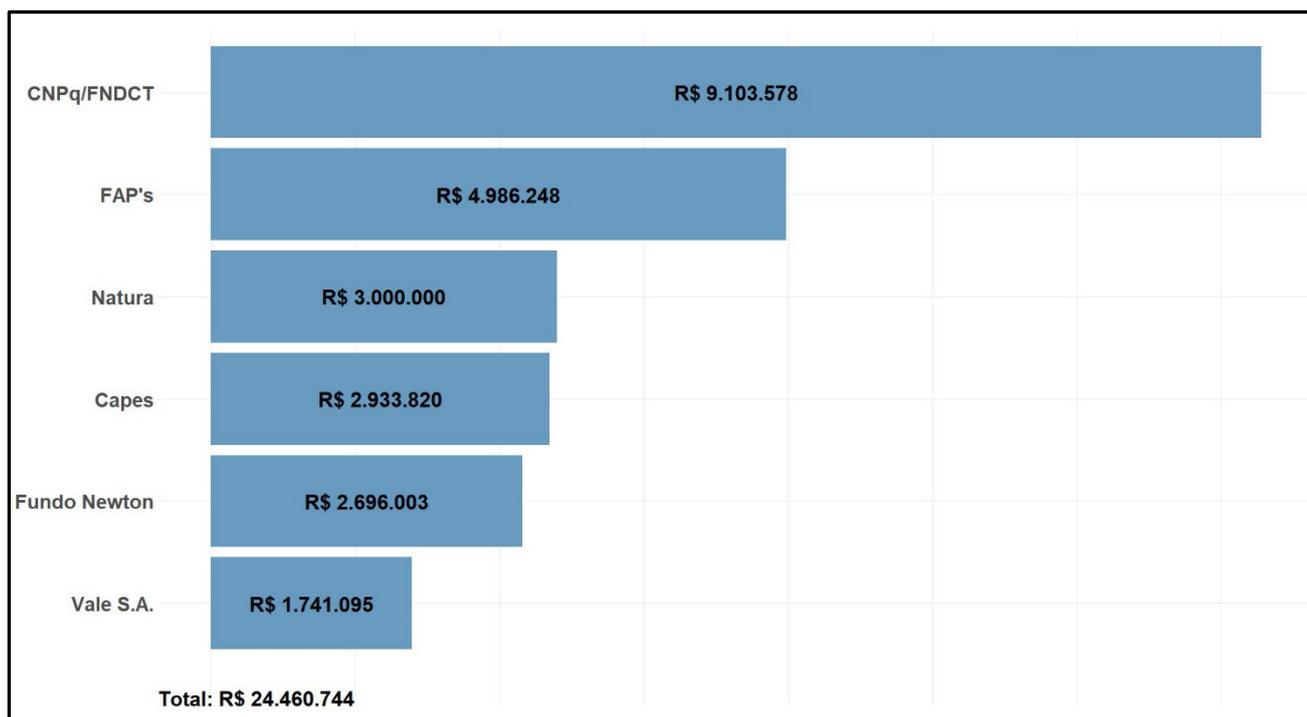


Figura 7. Total de recursos investidos pelos parceiros do Programa Reflora. Fonte: Pinheiro et al., 2024).

Tabela 7. Recursos totais investidos nos projetos por parceiro financiador.

Processo	CNPq/FNDCT				R\$-FAP				R\$-CAPES			Natura	VALE S.A.	FUNDO-NEWTON-CONSELHO-BRITÂNICO	TOTAL-CONCEDIDO (CNPq+FAP+CAPES+Natura+Vale+Fundo New)			
	Bolsa	Capital	Custeio	Total	Bolsa	Capital	Custeio	Total	Bolsa	Custeio	Total	Custeio			Bolsa	Capital	Custeio	Total
563568/2010-0	R\$-0,00	R\$-26.400,00	R\$-110.820,34	R\$-137.220,34	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00				R\$-57.600,00	R\$-28.400,00	R\$-110.820,34	R\$-194.820,34
563550/2010-4	R\$-0,00	R\$-18.500,00	R\$-103.303,00	R\$-121.803,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-93.843,00	R\$-93.843,00	R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00				R\$-28.800,00	R\$-18.500,00	R\$-197.146,00	R\$-244.446,00
563545/2010-0	R\$-48.480,00	R\$-63.050,00	R\$-57.663,80	R\$-169.193,80	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00				R\$-106.080,00	R\$-63.050,00	R\$-57.663,80	R\$-226.793,80
563539/2010-0	R\$-95.160,00	R\$-4.838,50	R\$-0,00	R\$-99.998,50	R\$-0,00	R\$-10.739,50	R\$-89.259,00	R\$-99.998,50	R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00				R\$-123.960,00	R\$-15.578,00	R\$-89.259,00	R\$-228.797,00
563548/2010-0	R\$-24.840,00	R\$-14.000,00	R\$-57.196,68	R\$-96.036,68	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-151.740,00	R\$-10.800,00	R\$-162.540,00				R\$-176.580,00	R\$-14.000,00	R\$-67.996,68	R\$-258.576,68
563535/2010-5	R\$-105.840,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-105.840,00	R\$-0,00	R\$-85.600,00	R\$-186.324,31	R\$-271.924,31	R\$-266.400,00	R\$-32.400,00	R\$-298.800,00				R\$-372.240,00	R\$-85.600,00	R\$-218.724,31	R\$-676.564,31
563556/2010-2	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-71.900,00	R\$-71.900,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00				R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-71.900,00	R\$-100.700,00
563534/2010-9	R\$-28.440,00	R\$-5.925,00	R\$-87.529,40	R\$-121.894,40	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-115.200,00	R\$-0,00	R\$-115.200,00				R\$-143.640,00	R\$-5.925,00	R\$-87.529,40	R\$-237.094,40
563560/2010-0	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-54.900,00	R\$-54.900,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00				R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-54.900,00	R\$-83.700,00
563537/2010-8	R\$-17.280,00	R\$-47.380,00	R\$-53.000,00	R\$-117.660,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-82.530,00	R\$-5.400,00	R\$-87.930,00				R\$-99.810,00	R\$-47.380,00	R\$-58.400,00	R\$-205.590,00
563541/2010-5	R\$-100.320,00	R\$-60.897,99	R\$-102.270,27	R\$-263.488,26	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-638.550,00	R\$-27.000,00	R\$-665.550,00				R\$-738.870,00	R\$-60.897,99	R\$-129.270,27	R\$-929.038,26
563547/2010-3	R\$-17.280,00	R\$-17.300,00	R\$-57.229,82	R\$-91.809,82	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00				R\$-74.880,00	R\$-17.300,00	R\$-57.229,82	R\$-149.409,82
565048/2010-4	R\$-178.500,00	R\$-236.000,00	R\$-1.716.909,40	R\$-2.131.409,40	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00				R\$-178.500,00	R\$-236.000,00	R\$-1.716.909,40	R\$-2.131.409,40
563569/2010-7	R\$-43.680,00	R\$-13.400,00	R\$-23.200,00	R\$-80.280,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00				R\$-101.280,00	R\$-13.400,00	R\$-23.200,00	R\$-137.880,00
563533/2010-2	R\$-32.160,00	R\$-0,00	R\$-101.466,00	R\$-133.626,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-70.110,00	R\$-10.800,00	R\$-80.910,00				R\$-102.270,00	R\$-0,00	R\$-112.266,00	R\$-214.536,00
563546/2010-7	R\$-0,00	R\$-9.700,00	R\$-35.012,19	R\$-44.712,19	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-99.884,48	R\$-99.884,48	R\$-89.280,00	R\$-21.600,00	R\$-110.880,00				R\$-89.280,00	R\$-9.700,00	R\$-156.496,67	R\$-255.476,67
563538/2010-4	R\$-0,00	R\$-1.899,00	R\$-49.050,50	R\$-50.949,50	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-30.049,50	R\$-30.049,50	R\$-28.800,00	R\$-0,00	R\$-28.800,00				R\$-28.800,00	R\$-1.899,00	R\$-79.100,00	R\$-109.799,00
563571/2010-1	R\$-17.280,00	R\$-43.350,00	R\$-64.456,97	R\$-125.086,97	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-71.820,00	R\$-21.600,00	R\$-93.420,00				R\$-89.100,00	R\$-43.350,00	R\$-66.056,97	R\$-218.506,97
563563/2010-9	R\$-77.280,00	R\$-93.890,00	R\$-225.103,00	R\$-396.273,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-226.980,00	R\$-10.800,00	R\$-237.780,00				R\$-304.260,00	R\$-93.890,00	R\$-235.903,00	R\$-634.053,00
563561/2010-8	R\$-218.520,00	R\$-56.592,00	R\$-1.773,54	R\$-276.885,54	R\$-108.360,00	R\$-46.258,00	R\$-122.267,54	R\$-276.885,54	R\$-115.200,00	R\$-0,00	R\$-115.200,00				R\$-442.080,00	R\$-102.850,00	R\$-124.041,08	R\$-668.971,08
563544/2010-4	R\$-17.520,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-17.520,00	R\$-0,00	R\$-20.000,00	R\$-59.000,00	R\$-79.000,00	R\$-53.730,00	R\$-5.400,00	R\$-59.130,00				R\$-71.250,00	R\$-20.000,00	R\$-64.400,00	R\$-155.650,00
564922/2010-2	R\$-1.416.600,00	R\$-1.330.865,10	R\$-1.182.211,70	R\$-3.929.676,80	R\$-0,00	R\$-1.413.746,62	R\$-586.000,00	R\$-1.999.746,62	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-1.000.000,00			R\$-1.416.600,00	R\$-2.744.611,72	R\$-2.768.211,70	R\$-6.929.423,42
563554/2010-0	R\$-0,00	R\$-5.500,00	R\$-52.650,00	R\$-58.150,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-37.250,00	R\$-37.250,00	R\$-57.600,00	R\$-0,00	R\$-57.600,00				R\$-57.600,00	R\$-5.500,00	R\$-89.900,00	R\$-153.000,00
563570/2010-5	R\$-0,00	R\$-20.762,90	R\$-0,00	R\$-20.762,90	R\$-0,00	R\$-13.237,10	R\$-36.325,80	R\$-49.562,90	R\$-86.400,00	R\$-0,00	R\$-86.400,00				R\$-86.400,00	R\$-34.000,00	R\$-36.325,80	R\$-156.725,80
563551/2010-0	R\$-39.120,00	R\$-43.283,63	R\$-0,00	R\$-82.403,63	R\$-0,00	R\$-11.166,37	R\$-175.266,00	R\$-186.432,37	R\$-84.060,00	R\$-27.000,00	R\$-111.060,00				R\$-123.180,00	R\$-54.450,00	R\$-202.266,00	R\$-379.896,00
563558/2010-5	R\$-36.480,00	R\$-13.130,00	R\$-254.487,27	R\$-304.097,27	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-0,00	R\$-217.620,00	R\$-59.400,00	R\$-277.020,00				R\$-254.100,00	R\$-13.130,00	R\$-313.887,27	R\$-581.117,27
TOTAL	R\$-2.514.780,00	R\$-2.126.664,12	R\$-4.462.133,88	R\$-9.103.578,00	R\$-108.360,00	R\$-1.800.747,50	R\$-1.515.469,63	R\$-3.224.577,22	R\$-2.701.620,00	R\$-232.200,00	R\$-2.933.820,00	R\$-1.000.000,00			R\$-5.324.780,00	R\$-3.727.411,71	R\$-7.209.803,51	R\$-16.261.975,22
RBG-KEW							R\$-1.761.671,00	R\$-1.761.671,00				R\$-2.000.000,00		R\$-2.696.003,00				R\$-6.457.674,00
MNHN-PARIS													R\$-1.741.095,00					R\$-1.741.095,00
TOTAL-MUSEUS																		R\$-8.198.769,00
TOTAL-Reflora																		R\$-24.460.744,22

Monitoramento e Avaliação

O Edital previa, em seu item II.4 a realização de reuniões anuais para monitoramento e avaliação dos projetos de pesquisa, a serem organizadas pelo Comitê Técnico do Re flora, em colaboração com a Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (SEPED) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e com a participação dos coordenadores das propostas aprovadas. Ao todo foram realizadas três reuniões de monitoramento ou de acompanhamento e avaliação (A&A).

A 1ª reunião ocorreu nos dias 10 e 11/05/2012, no Sede do CNPq, em Brasília – DF, com representantes do Comitê Técnico do Programa Re flora e dos coordenadores dos projetos aprovados no Edital 56/2010 – Re flora e das encomendas, contabilizando 27 participantes. A reunião objetivou avaliar a execução do Programa, mas principalmente serviu para acompanhar e delinear estratégias para o seu desenvolvimento, bem como trazer os projetos de pesquisa para melhor conhecimento do Comitê Técnico. Esta reunião gerou 2 documentos: o Relatório da Reunião do Comitê Técnico e dos coordenadores dos projetos científicos e uma carta produzida pelos coordenadores dos projetos (Figura 8). Estes documentos evidenciaram os progressos alcançados até àquela data, as políticas e estratégias envolvidas, as dificuldades e as possíveis soluções visando ao cumprimento das ações previstas no âmbito do Programa Re flora.

Dentre as dificuldades, os coordenadores destacaram 1. O atraso pelo Instituto Vale na liberação de verbas para o Museu Nacional de História Natural – Paris para apoiar as atividades do Re flora o que comprometeu a execução dos projetos; 2. O não repasse pela FAPERJ da verba prevista para o JBRJ, até aquela data, para a execução dos trabalhos de infraestrutura para a implantação do herbário Virtual; 3. Algumas bolsas de mestrado da CAPES não puderam ser implementadas por questões de prazo; e 4. O não repasse de recursos da FAP-DF para os dois projetos do Distrito Federal prejudicou a implementação de bolsas do CNPq e da CAPES. Com isso, os coordenadores solicitaram a prorrogação do prazo dos processos do Edital por pelo menos um ano e, assim que concedida, o CNPq deve comunicar a decisão à CAPES para que novos prazos de bolsas sejam negociados. Sugeriu-se, ainda, a possibilidade de que os recursos para bolsas da CAPES não-utilizados sejam remanejados para outras modalidades de bolsas.

A solicitação de prorrogação foi acatada pelo CNPq e todos os processos passaram a ter término de vigência em 28 de fevereiro de 2015.

Reunião dos coordenadores do REFLORA

Brasília, 11 de Maio de 2012

Os coordenadores dos projetos aprovados no âmbito do edital REFLORA (Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's No 56/2010), Ana Maria Goulart de Azevedo Tozzi (UNICAMP), Cássio Van den Berg (UEFS), Fátima Regina Gonçalves Salimena (UFJF), Jimi Naoki Nakajima (UFU), Tânia Regina dos Santos Silva (UEFS), Alexandre Salino (UFMG), Ana Paula Santos Gonçalves (UFV), André Márcio Araujo Amorim (UESC), Carolyn Elinore Barnes Proença (UnB), Itayguara Ribeiro da Costa (UFC), João Aguiar Nogueira Batista (UFMG), Lorelai Brilhante Kury (FIOCRUZ-RJ), Luci de Senna-Valle (UFRJ), Margareth Ferreira de Sales (UFRPE), Maria das Graças Lins Brandão (UFMG), Michael John Gilbert Hopkins (INPA), Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Câmara (UNB), Rosângela Simão Bianchini (IB) e Sílvia Venturi (representando Ana Zanin - UFSC) e os membros do comitê técnico, Ana Maria Giulietti (UEFS), Marc Pignal (MNHN), Marli Pires Morim (JBRJ), Eimear Níe Lughadha (RBG-Kew), Debora Castellani (Natura), e convidados, Rafaela Camprostrini Forzza (JBRJ), Leonor Costa Maia (UFPE), Alayde Carvalho (FAPESB), Caroline Heidrich Seibert (FAPESB), Luiz Carlos Nunes (CONFAP) reunidos nos dias 10 e 11 de Maio de 2012 discutimos as propostas do Programa REFLORA e dos projetos participantes evidenciando os progressos alcançados até a presente data, as políticas e estratégias envolvidas no Programa e as dificuldades encontradas.

A reunião foi extremamente produtiva, tendo fornecido subsídios para o estabelecimento de parcerias e cooperações entre os membros dos projetos, da estrutura logística do Programa, das etapas atingidas até o momento, dos cronogramas das atividades a serem desenvolvidas no país e no Royal Botanic Garden de Kew. Por outro lado, considerando os atrasos verificados na implantação e liberação de verbas vinculadas ao Programa, foi notória a necessidade de resolução dos seguintes problemas:

- 1- O não-cumprimento pela Vale da parte que lhe cabe no acordo contratado no âmbito deste edital. Pelo exposto, a Vale comprometeu-se a liberar verbas para o MNHN - Paris para apoiar as atividades do REFLORA. O não

cumprimento desta etapa está comprometendo a execução dos projetos, uma vez que a maioria deles inclui atividades no herbário de Paris. Ressaltamos que no planejamento financeiro da maioria dos projetos está orçada apenas uma viagem à Europa, a fim de visitar os herbários de Kew e de Paris. Adicionalmente há projetos que preveem a ida apenas a Paris e que se encontram, portanto, inviabilizados. Neste contexto, nós, os coordenadores, sugerimos que haja uma ação no sentido de que se em três meses a Vale não honrar o compromisso assumido, sejam tomadas providências no sentido de buscar novas parcerias para custear esta etapa do Programa.

- 2- Em relação à contrapartida apoiada pelas FAP's, ficou evidente que algumas estão honrando seus compromissos, mas infelizmente isso não está ocorrendo com a FAP-DF e a FAPERJ. A FAP-DF não repassou os recursos para os dois projetos do Distrito Federal. Ambos os projetos receberam bolsas do CNPq e da CAPES, mas algumas destas não foram implementadas por falta de recursos financeiros para desenvolvimento das atividades. A FAPERJ está em débito com o JBRJ no repasse de verba prevista no Programa para a execução dos trabalhos de infraestrutura para a implantação do herbário virtual.
- 3- No que diz respeito às bolsas concedidas pela CAPES, algumas bolsas de mestrado não puderam ser implementadas por questões de prazo. Além disso, a não-concessão de bolsas de pós-doutorado (estágio senior) aos coordenadores de projetos, por questões normativas, impõe um outro obstáculo.

Considerando ainda o atraso no início das atividades do REFLORA nós, coordenadores, solicitamos a prorrogação do prazo do Edital em pauta por pelo menos um ano, excetuando-se as atividades a serem desenvolvidas no herbário de Kew, que estão ocorrendo conforme o cronograma. Quando a prorrogação para execução dos projetos for concedida, solicitamos que o CNPq comunique a decisão à CAPES para que novos prazos de bolsas sejam negociados. Sugere-se a possibilidade de que os recursos para bolsas custeadas pela CAPES não-utilizados sejam remanejados para outras modalidades de bolsas.

Tendo em vista o êxito desta reunião e a importância da mesma para a integração dos projetos e tomada de decisões no âmbito do Programa, sugerimos que sejam mantidas as reuniões anuais previstas no Edital, sendo a próxima a ser realizada em maio de 2013, e que sejam tomadas as providências para solução dos problemas apontados.

Assinam os coordenadores:

Ana Maria Goulart de Azevedo Tozzi (UNICAMP)

Cássio Van den Berg (UEFS)

Fátima Regina Gonçalves Salimena (UFJF)

Jimi Naoki Nakajima (UFU)

Tânia Regina dos Santos Silva (UEFS)

Alexandre Salino (UFMG)

Ana Paula Santos Gonçalves (UFV)

André Márcio Araujo Amorim (UESC)

Carolyn Elinore Barnes Proença (UnB)

Itayguara Ribeiro da Costa (UFC)

João Aguiar Nogueira Batista (UFMG)

Lorelai Brilhante Kury (FIOCRUZ-RJ)

Luci de Senna-Valle (UFRJ)

Margareth Ferreira de Sales (UFRPE)

Maria das Graças Lins Brandão (UFMG)

Michael John Gilbert Hopkins (INPA)

Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Câmara (UNB)

Rosângela Simão Bianchini (IB)

Sílvia Venturi (representando Ana Zanin - UFSC)

Figura 8. Carta produzida pelos coordenadores em 11/05/2012, durante a 1ª reunião de monitoramento e avaliação dos projetos de pesquisa

A 2.^a reunião A&A ocorreu entre os dias 15 e 17/05/2013, na Sede do CNPq, em Brasília – DF, e contou com a presença de cerca de 50 participantes, entre pesquisadores dos projetos, membros do Comitê Técnico, de Acompanhamento e de Avaliação (CAA) e representantes institucionais parceiros do Re flora.

Os projetos foram avaliados por um Comitê criado especificamente para o acompanhamento e avaliação (CAA) do Re flora formado pelos pesquisadores Dr. José Oswaldo Siqueira, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Dra. Ana Maria Giulietti Harley, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e pela Dra. Ariane Luna Peixoto, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ).

De acordo com o relatório do CAA, a análise dos resultados parciais dos projetos constantes nos relatórios e nas apresentações realizadas durante a reunião, possibilitaram a constatação do bom andamento dos projetos, já mostrando resultados relevantes, incluindo um número significativo de espécimes repatriados e com dados referendados por especialistas em diferentes grupos taxonômicos, e com leituras de outros campos do conhecimento. Destacaram também as publicações, os novos mestres e doutores com formação diferenciada pela participação em um projeto internacional de tal magnitude, bem como o estabelecimento de parcerias interinstitucionais. Ressaltou a importância do Programa Re flora, diante do conjunto de resultados, constatando também um grande avanço na organização, execução e resultados globais obtidos.

O CAA, destacou ainda, dentre as contribuições do Programa:

- melhoria da infraestrutura das instituições envolvidas;
- formação de recursos humanos especializados em taxonomia e curadoria;
- organização, informatização e disponibilização *online* das coleções;
- inserção da botânica brasileira na era da taxonomia eletrônica;
- valorização das coleções com a validação taxonômica;
- contribuição direta a outros grandes projetos como a Lista de Espécies da Flora do

Brasil *online*;

- subsídios a integração das coleções brasileiras a *Global Strategy for Plant Conservation: World Flora Online 2020*, fazendo parte da Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário.

Como na reunião anterior, nesta também foi produzida uma carta (Figura 9) pelos coordenadores dos projetos apontando soluções para o bom andamento dos projetos e do Programa Re flora, principalmente no que se refere a liberação dos recursos ainda pendentes.

A 3ª reunião de acompanhamento e avaliação ocorreu nos dias 18 e 19/10/2014, em Salvador na Bahia, antecedendo o 65º Congresso Nacional de Botânica e 11º *Congreso Latinoamericano de Botânica*. O CAA contou com a participação do Dr. Willian Way Thomas, do New York Botanical Garden, da Dra. Ana Maria Giulietti Harley e da Dra. Ariane Luna Peixoto, que participaram da reunião anterior. Nesta reunião o CAA destacou o progresso bem-sucedido do Programa Reflora, evidenciado por resultados relevantes, repatriação significativa de espécimes e formação diferenciada de mestres e doutores (Figura 11). Destacou também a colaboração internacional, a produção científica de qualidade em revistas internacionais e a superação das expectativas em termos de descrição de novas espécies e correções nomenclaturais. A CAA reconheceu o Reflora como um catalisador potencializado, beneficiando-se da preparação prévia de cientistas, da infraestrutura da rede *speciesLink* e da elaboração da Lista das Espécies da Flora do Brasil. O texto enfatiza o avanço nas coleções de herbários, na formação de taxonomistas e na internacionalização da Botânica brasileira, destacando o sucesso do programa e a florescente e dinâmica ciência botânica do país.

Além da terceira reunião de A&A, houve a oportunidade de inserir na programação do 11º *Congreso Latinoamericano de Botânica*, o Simpósio Reflora - Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira que ocorreu no período vespertino do dia 20/10/2014, com apresentações da Diretoria do CNPq, do JBRJ, do RBG-Kew, do MNHN Paris, do INCT/HVFF e do CAA (Figura 10). Foi uma importante sugestão contida na carta elaborada pelos coordenadores dos projetos durante a 2ª reunião de A&A. Foi um dos momentos mais importantes da gestão do Reflora, pois permitiu aproximar essa etapa de avaliação junto à comunidade botânica, não só do Brasil, mas também de outros países da América Latina e contou com a presença de aproximadamente 50 participantes entre pesquisadores dos projetos, membros do CAA e representantes institucionais parceiros do Reflora.



Figura 10. 3.ª reunião de acompanhamento e avaliação, 18 e 19 de outubro de 2014, Salvador, Bahia, antecedendo o 65º Congresso Nacional de Botânica e 11º Congresso Latinoamericano de Botânica.

Relatório da Reunião do Comitê Técnico e dos Coordenadores dos Projetos Científicos do Programa Reforela

Data: 10 e 11 de Maio de 2012
Local: Auditório CNPq - Brasília - DF



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

Em seguida, foi proferida a palestra "O que esperar da visita a Kew, no contexto do Reforela" pela Dra. Einar Nils Lughadha, do Royal Botanic Gardens of Kew (RBG-Kew).
Foi solicitado aos coordenadores avaliar a sobreposição entre os projetos do Reforela e discutir sobre a adequação de metas e cronograma. A previsão é de que mais de 80 pesquisadores visitem Kew entre 2012 e 2013, havendo um limite imposto de 10 a 12 pesquisadores simultaneamente.
A Dra. Einar ressaltou ainda que o agendamento das visitas é fundamental, recomendando que toda correspondência seja remetida com cópia para reforela@kew.org.uk
-Após o intervalo, o Dr. Marc Pignatelli, do Museu Nacional de História Natural de Paris proferiu a palestra "O que esperar da visita a Paris, no contexto do Reforela?"

O Dr. Pignatelli informou que serão utilizados códigos de barras no processo de digitalização das exsiccatas do herbário, para a identificação dessas exsiccatas. Todas as imagens serão digitalizadas, sem seleção prévia, e poderão ser visualizadas on-line. Todavia, na ausência dos recursos acordados pela Vale, não há como realizar esse trabalho, visto que o Museu não tem pessoal disponível para digitalização e também não conta com recursos para contratação. Os recursos da Vale viabilizarão a contratação de pessoal para realizar a separação e digitalização das exsiccatas coletadas no Brasil, cujas informações e imagens deverão ser repostadas.

Alguns pesquisadores foram felicitados pelos coordenadores de projetos, e o Dr. Marc Pignatelli fez os seguintes esclarecimentos:

O MNHN está passando por uma reforma em diversos locais, o que dificultará o acesso ao material por parte dos pesquisadores. Assim, será necessário organizar um cronograma para otimizar as visitas, em concordância com o cronograma de obras.
Uma vez que o recurso esteve disponível, as visitas ao MNHN podem ser iniciadas no verão (européu) de 2012.

A reunião prosseguiu com a apresentação de 10 dos 13 projetos do GRUPO II.

Título do projeto	Coordenador/Instituição
Segurança de gametofitas neotropicas com ênfase nos gêneros <i>Thelypodium</i> , <i>Blechnum</i> , <i>Miconium</i> , <i>Pectunia</i> e <i>Cuscuta</i> .	Alexandre Salero - UFMG
Taxonomia, Distribuição Geográfica e Delimitação das Espécies em <i>Menthastris</i> (Poaceae: Bambusoideae - Arthropylloideae).	Ana Paula Santos Gonçalves - UFV



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

desde 2002, já se discutia onde ficariam armazenadas as coleções virtuais. E parece que finalmente esta questão está sendo resolvida de forma satisfatória.

No final da discussão foi sugerida a elaboração de um documento a ser encaminhado pelos coordenadores dos projetos, ao CNPq, apresentando dificuldades enfrentadas na execução dos projetos (bolsas CAPES, não repasse financeiro das FAPs e da Vale).

O coordenador-geral da COGEC/CNPq, Onivaldo Randig, destacou que o documento será importante para fortalecer a negociação com as instituições parceiras, como a CAPES, as FAPs e o Instituto Vale.

Após o debate, foi dado prosseguimento às apresentações dos projetos do Grupo III.

Título do projeto	Coordenador/Instituição
Flora Catarinense Revisada	Ana Zanin - UFSC
Compendium Aquaticae de Saint-Hilaire, viajante e botânico. Plantas do Brasil (CNPq): registro histórico do herbário virtual de Grazão.	Lorelai Britante Kury - FIOCRUZ/RJ
Plantas, recuperação e disponibilização de dados, imagens e arquivos de espécies coletadas por naturalistas ingleses e franceses em Minas Gerais e Goiás, no século XIX.	Maria das Graças Lima Brandão - UFPA

No final da manhã, os participantes ratificaram a importância de elaborar documento com as dificuldades encontradas na execução dos projetos no âmbito do Programa, e possíveis soluções. Para tal, os participantes foram divididos em dois grupos, um para a elaboração desse documento e outro para definir alguns aspectos relacionados às visitas a Kew.

O primeiro grupo elaborou documento contendo algumas reivindicações e sugestões de encaminhamentos possíveis, que foi posteriormente lido em voz alta, assinado pelos coordenadores de projetos presentes e entregue ao CNPq. Este consta como anexo ao presente relatório.
O segundo grupo, tendo como base o cronograma de visitas a Kew já agendadas para o ano de 2012, discutiu possíveis sobreposições de ação naquele herbário. Os coordenadores de projeto que continham sobreposições de famílias em seus planos de trabalho entraram em acordo com o representante do Kew Gardens, Einar Nils Lughadha, sobre a quem caberia estudar cada gênero nessas famílias taxonômicas.

A representante de Kew informou ainda, particularmente para aqueles coordenadores de projeto com ações previstas no tema de avaliação de status de conservação de espécies, que o herbário pode oferecer tratamento em uma ferramenta de informática (GeoCAT) que facilita sobremodo o cálculo de extensão de ocorrência de spp., com a vantagem de utilizar formato aceito pela IUCN. Discutiu-se ainda sobre a situação de alguns projetos que envolvem utilização de laboratórios em Kew, essencialmente para estudos de filogenia. O CNPq informou, a este respeito, que o pagamento das análises necessárias nos laboratórios poderia ser feito através de pagamento de serviços no exterior. Sobre a questão do gerenciamento das coletas realizadas no passado, a Profa. Carolyn Proença (USJ) informou que está sendo desenvolvido um mapa com nomes das localidades no passado.

O Kew Gardens comprometeu-se ainda a disponibilizar espaço uma vez por mês para a palestra aberta a todos do herbário sobre o REFLORA. Também referente a divulgação das ações e comunicação entre os pesquisadores, foi proposta de um blog ou sistema Wiki, a ser gerenciado no endereço do IJBR, onde poderão ser postadas pelos pesquisadores notícias diversas sobre o andamento das visitas. Decidiu-se ainda que seria encaminhada aos organizadores do Congresso de Botânica a ser realizado em novembro de 2012, a proposta de uma mesa-redonda sobre o REFLORA.

A representante da Natura, Sr^a Debora Cristina Castellani, falou elaboração de novo plano de ação e cronograma de desenvolvimento, com a apresentação das dificuldades encontradas e possíveis soluções.



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

Relatório da Reunião

I - Resumo das apresentações e discussões (10/05/2012)

Nos dias 10 e 11 de maio de 2012, reuniram-se no Auditório do Bloco D do Edifício Santos Dumont - Sede do CNPq, situado à SHIS Quadra 1 - Lago Sul, em Brasília - DF, representantes do Comitê Técnico do Programa REFLORA e coordenadores dos projetos aprovados no Edital 56/2010 - Reflora e das encomendas do Herbário Virtual, com o objetivo de avaliar a execução do Programa, bem como apresentar os projetos de pesquisa, as dificuldades e as possíveis soluções visando ao cumprimento das ações previstas no âmbito do Programa REFLORA. Segue anexa lista de presença dos participantes da Reunião do Reforela.

A pauta da reunião abrangia a apresentação geral dos objetivos do Programa, informações sobre o que esperar de uma visita ao Herbário de Kew e ao Museu de História Natural de Paris no contexto do Reforela, apresentação das encomendas e projetos aprovados no âmbito do Programa Reforela, e discussão em grupo visando definir estratégias para o trabalho em Kew, além de identificação das dificuldades enfrentadas e proposição de alternativas visando a alcance dos objetivos e metas previstas.

A reunião teve início às 10h do dia 10 de maio de 2012 com a presença do Diretor da DABIS, o Prof. Paulo Sérgio Lacerda Benito, que apresentou os objetivos estratégicos e específicos do Programa Reforela, aspectos previstos por instituição parceira e desembolsos já efetuados. O Diretor destacou que o Programa pode ser mais ambicioso em suas metas e recursos, sendo importante incluir os museus europeus e americanos, que contêm coleções importantes da flora brasileira.

O Dr. Benito destacou a impossibilidade de instituições governamentais brasileiras repassarem recursos para as empresas internacionais. Parcerias com empresas privadas, como a Natura e a Vale, tem possibilitado o repasse de recursos para as instituições internacionais, onde estão depositadas importantes coleções da flora brasileira, e que necessitam de recursos para preparação e digitalização de dados e imagens visando à repatriação dessas informações para o Brasil. Exceto a oferta da FAPEMIG, instituição governamental brasileira cujo regulamento prevê o financiamento para instituições internacionais, e que atcou recursos para o Herbário de Kew. Inclusive essa FAP já efetuou repasse de recursos a esta instituição, visando o cumprimento das atividades previstas por esta instituição no âmbito do Reforela.

No entanto, tem ocorrido atraso nos pagamentos por parte de algumas instituições parceiras, como a Vale e a FAPEMIG, para o Museu Nacional de História Natural de Paris e o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Herbário Virtual), respectivamente. Estas instituições não receberam, até o momento, nenhum recurso dessas financiadoras, sendo que falta



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

Reflora em Malgáliehas com ênfase no Leste Sertão/Paraná. André Marcio Araújo Amorim - UESC

Flora Integrada do Cerrado e Pantanal, Região Centro-Oeste. Carolyn Elinore Barnes Piozana - UIB

Estudos filogenéticos e macroevolutivos voltados à conservação do gênero *Paspalum* L. (Myrtaceae: Juss.). Bayranga Ribeiro da Costa - UFC

Base de dados, lista de espécies e biogeografia das Orquídeas de Minas Gerais e do gênero *Habenaria* no Brasil. Evolucionária e revisão taxonômica do complexo *Habenaria* repens. João Aguiar Nogueira Batista - UFPA

Sistemática, filogenia e ajuízo virtual de coleções tipo de Euphorbiaceae, com ênfase nas sub-gêneros *Hanea* e *Crotalaria*. Margareth Faria de Sáles - UFRRPE

Integração, qualificação e disponibilização dos dados relacionados ao Projeto de Pesquisa em Análises de Dados em História Natural. Michael John Gilbert Huggins - INPA

Registro e tratamento dos dados das coleções brasileiras de bromélias. Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Camargo - UIB

Registro e herbário virtual nos Herbários K e P de materiais históricos de Condições do Brasil. Rosângela Simão Bianchini - IBT

II - Resumo das apresentações e discussões (11/05/2012)

A reunião teve início no dia 11/05 com a apresentação da palestra da Profa. Rafaela Camposini Forzza, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, intitulada "Qual o papel do projeto 'Plantas do Brasil: Registro Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira no contexto do Reforela?'".

A inclusão de dados no Herbário do Jardim Botânico (JBRJ) pode ser realizada diretamente no sistema on-line, utilizando-se o programa Excel para a importação de arquivos de dados. Foram feitas adaptações no sistema que possibilita a transcrição de dados da imagem de Kew - RBG - Kew e também a transcrição de dados de Paris - RBG - Paris.

A Profa. Rafaela informou que os quanto sistemas abrigados no JBRJ, cujas finalidades são sobrepõem, deverão ser compatibilizados, visando à otimização de tempo e recursos:

- Herbário Virtual - Encomenda do CNPq para o JBRJ
- Jabot - Sistema institucional do JB criado em 2003, modificado para a entrada dos novos dados;
- Lista da flora do Brasil - hospedado no CRIA, com domínio do JB;
- Espécies ameaçadas



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

anda ser assinado Acordo de Cooperação e Plano de Trabalho entre as partes. Com relação à Natura e à FAPEMIG - os desembolsos vêm sendo realizados conforme o acordado com o CNPq.

Na última reunião com o CNPq, ocorrida em 01/03/2012, o Instituto Vale informou que vai realizar o desenvolvimento conforme acordado inicialmente. Foi solicitado à Capes flexibilização dos prazos para implementação das bolsas. Com relação ao atraso no repasse de recursos pelas FAP-DF e FAPEMIG, foi destacado que, no âmbito do Programa Reforela, há mecanismos jurídicos que asseguram o cumprimento do acordado no Termo de Cooperação entre o CNPq e essas instituições parceiras. Apesar da complexidade do programa, devemos ser mais ambiciosos, incorporando outros meios que abarcam recursos importantes para o resgate da flora e fauna brasileira, como o Smithsonian, Munique, Dinamarca, ressaltou o Dr. Benito, informou ainda que o CNPq teve cortes expressivos no orçamento, sendo importante buscar outros mecanismos de levantamento de recursos financeiros, de forma a viabilizar a construção do herbário virtual representativo da diversidade da flora brasileira (Reflora).

A reunião prosseguiu com a apresentação dos projetos do Edital 56/2010 por grupo temático. Cabe informar que os projetos aprovados no âmbito do Edital nº 56/2010 foram divididos em três grupos, conforme sugerido da Dr^a Ana Maria Gijssels Harley, diretora da Comunidade Científica no Comitê Técnico do Reforela: a) Grupo I - Projetos que fazem repatriamento de um grupo taxonômico e trabalharam em uma seção do herbário Kew; b) Grupo II - Projetos cujos temas de pesquisa abrangem diversos grupos taxonômicos, de uma região geográfica ou tipo de vegetação e que trabalharam em várias seções do herbário de Kew; c) Grupo III - Temas com foco histórico ou biogeográfico.

Nesse sentido, foram apresentados cinco dos sete projetos que compõem o Grupo I, conforme segue abaixo:

Título do projeto	Coordenador/Instituição
Repatriamento das informações das coleções botânicas depositadas nos (Leguminosae, Psyllidaceae) ocorrentes no Brasil, com ênfase nas Toci - UNICAMP.	Ana Maria Gijssels Harley - UFPA
Repatriamento de materiais críticos da flora brasileira de: orquídeas: ríbido <i>Cranichideae</i> e subgêneros <i>Laelium</i> , <i>Zygotriaene</i> e <i>Strombosyne</i> .	Cassio van den Berg - UFRS
Verbenaceae J. St. Hill do Brasil: Registro Histórico e atualização não-hierárquica.	Fátima Regina Gonçalves Salimera - UFPA
Herbário Virtual: Repatriamento de Atractaceae e Melastomataceae do Brasil.	Jim Nani Nagaiwa - UFU
Rosellomonte, taxonomia, filogenia e conservação de grupos de <i>Argemone</i> do Brasil.	Tatiana Regina dos Santos Silva - UFRS



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

Reflora em Malgáliehas com ênfase no Leste Sertão/Paraná. André Marcio Araújo Amorim - UESC

Flora Integrada do Cerrado e Pantanal, Região Centro-Oeste. Carolyn Elinore Barnes Piozana - UIB

Estudos filogenéticos e macroevolutivos voltados à conservação do gênero *Paspalum* L. (Myrtaceae: Juss.). Bayranga Ribeiro da Costa - UFC

Base de dados, lista de espécies e biogeografia das Orquídeas de Minas Gerais e do gênero *Habenaria* no Brasil. Evolucionária e revisão taxonômica do complexo *Habenaria* repens. João Aguiar Nogueira Batista - UFPA

Sistemática, filogenia e ajuízo virtual de coleções tipo de Euphorbiaceae, com ênfase nas sub-gêneros *Hanea* e *Crotalaria*. Margareth Faria de Sáles - UFRRPE

Integração, qualificação e disponibilização dos dados relacionados ao Projeto de Pesquisa em Análises de Dados em História Natural. Michael John Gilbert Huggins - INPA

Registro e tratamento dos dados das coleções brasileiras de bromélias. Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Camargo - UIB

Registro e herbário virtual nos Herbários K e P de materiais históricos de Condições do Brasil. Rosângela Simão Bianchini - IBT

II - Resumo das apresentações e discussões (11/05/2012)

A reunião teve início no dia 11/05 com a apresentação da palestra da Profa. Rafaela Camposini Forzza, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, intitulada "Qual o papel do projeto 'Plantas do Brasil: Registro Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira no contexto do Reforela?'".

A inclusão de dados no Herbário do Jardim Botânico (JBRJ) pode ser realizada diretamente no sistema on-line, utilizando-se o programa Excel para a importação de arquivos de dados. Foram feitas adaptações no sistema que possibilita a transcrição de dados da imagem de Kew - RBG - Kew e também a transcrição de dados de Paris - RBG - Paris.

A Profa. Rafaela informou que os quanto sistemas abrigados no JBRJ, cujas finalidades são sobrepõem, deverão ser compatibilizados, visando à otimização de tempo e recursos:

- Herbário Virtual - Encomenda do CNPq para o JBRJ
- Jabot - Sistema institucional do JB criado em 2003, modificado para a entrada dos novos dados;
- Lista da flora do Brasil - hospedado no CRIA, com domínio do JB;
- Espécies ameaçadas



Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - COCET
Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO E DOS COORDENADORES DE PROJETOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA "PLANTAS DO BRASIL: REGISTRO HISTÓRICO E HERBÁRIO VIRTUAL PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FLORA BRASILEIRA - REFLORA

Brasília, 10 e 11 de maio de 2012

- O CNPq deverá encaminhar aos organizadores do Congresso de Botânica, a ser realizado em novembro de 2012, proposta de uma mesa-redonda sobre o Programa REFLORA.

- Os coordenadores sugerem que sejam tomadas providências no sentido de buscar novas parcerias para custear as ações previstas com os recursos do Instituto Vale, caso dentro três meses esta instituição não cumpra com o compromisso assumido no Termo de Cooperação acordado com o CNPq no âmbito do Reforela.

- O CNPq irá fortalecer a negociação com a FAP-DF e FAPEMIG, no sentido de viabilizar o repasse de recursos das FAP-DF para os dois projetos do Distrito Federal, e da FAPEMIG para o JBRJ.

- O CNPq discutirá com a CAPES possibilidade de flexibilização dos prazos para implementação das bolsas.

- Foi acordado que cada coordenador de projeto encaminhará ao CNPq propostas de prorrogação de prazo, pelo menos por um ano, tendo em vista o atraso no início das atividades do Programa.

- Foi sugerida a realização da próxima reunião do Reforela em maio de 2013.

Foi acordado que a ata da reunião será assinada pelos representantes do Comitê Técnico e distribuída aos participantes da reunião do Reforela.

Ana Maria Gijssels Harley Universidade Estadual de Feira de Santana	Onivaldo Randig Coordenador Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e Meio Ambiente - CNPq
Marc Pignatelli Muséum National d'Histoire Naturelle - Paris	Marc Pignatelli Museu Nacional de História Natural - Paris
Einar Nils Lughadha Royal Botanic Garden of Kew - Inglaterra	Einar Nils Lughadha Royal Botanic Garden of Kew - Inglaterra
Mari Pires Morim Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro	Mari Pires Morim Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Fernando da Costa Pichardo Coordenador do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC/CNPq	Fernando da Costa Pichardo Coordenador do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas - COGEC/CNPq
Paulo Sérgio Lacerda Benito Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e Florestais - CNPq	Paulo Sérgio Lacerda Benito Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e Florestais - CNPq
Debora Cristina Castellani Natura	Debora Cristina Castellani Natura

Figura 11. Relatório da Reunião do Comitê Técnico e dos Coordenadores dos Projetos Científicos do Programa Reforela.

Recursos Humanos

A atuação e a formação de recursos humanos foram abordadas, envolvendo apenas alguns aspectos considerados relevantes e do ponto de vista da gestão. Em função da complexidade e da riqueza com que o assunto pode ser explorado, o tema, por si só, forneceria dados suficientes para a formulação de uma pesquisa específica nesse tema.

Para a concessão de bolsas, houve um aporte de recursos financeiros na ordem de R\$ 5.324.760,00, permitindo que os projetos do Programa Re flora recebessem 239 cotas nas seguintes modalidades:

Bolsas do CNPq

Bolsas por Cota no País

- Apoio Técnico Nível Médio – AT-NM (17 cotas/384 meses)
- Apoio Técnico Nível Superior - AT-NS (28 cotas /612 meses)
- Iniciação Científica – IC (38 cotas /1026 meses)

Bolsas de Fomento Tecnológico e Extensão Inovadora

- Especialista Visitante – EV (1 cota/1 mês)
- Apoio Técnico em Extensão no País – ATP (28 cotas/1008 meses)
- Desenvolvimento Tecnológico e Industrial – DTI (12 cotas /432 meses)

Bolsas da Capes

- Mestrado – GM (72 cotas /504 meses)
- Doutorado Sanduíche no Exterior – SWE (22 cotas /70 meses)
- Pós-Doutorado no Exterior – PDE (21 cotas /132 meses)

As Bolsas de Fomento Tecnológico e Extensão Inovadora possuem como característica a possibilidade de serem administradas através do saldo de recursos, podendo ser remanejadas pelos coordenadores, conforme as modalidades disponíveis e as necessidades do projeto. Dessa forma, as modalidades/níveis dessas bolsas apresentam diferenças entre o que foi concedido e o que foi executado. As bolsas AT e IC são administradas por cotas e só puderam ser modificadas mediante autorização prévia do CNPq, havendo poucas alterações nessas modalidades. Seja por saldo de recurso

ou por cota, essas mesmas bolsas puderam ser usufruídas por diferentes bolsistas, fato que explica a diferença do número de cotas disponíveis e o número de bolsistas apresentado a seguir.

Essas cotas permitiram a participação de 328 bolsistas, com destaque para as mulheres que representam 67% desse total (222). As bolsas foram implementadas durante o período de 01/01/2011 até 01/05/2016, sendo janeiro de 2013, o mês com o maior número de bolsistas (149) atuando concomitantemente, ao passo que em dezembro de 2023 ocorreu o pico de finalização de bolsas, com 23 bolsistas concluindo suas bolsas (Figura 12).

Foram implementadas as seguintes bolsas: 2 EV-2, 2 EV-3, 52 ATP-A, 6 ATP-B, 3 DTI-A, 5 DTI-B, 18 DTI-C, 45 AT-NM, 48 AT-NS, 83 IC, 19 PDE, 37 – GM e 9 – SWE (Figura 13), totalizando R\$ 4.438.105,89 pagos aos beneficiários, cerca de 83,35% do total concedido.

Os pesquisadores relataram dificuldades para a implementação das bolsas ofertadas pela Capes por questões normativas da agência, principalmente devido a incompatibilidade do calendário de ida a Kew e Paris e o prazo para implementação, fato observável entre o número de bolsas concedidas e de bolsas efetivamente implementadas.

Outro dado importante se refere ao perfil dos bolsistas e o avanço nos níveis de formação acadêmica. Conforme informações obtidas dos Currículos Lattes dos bolsistas, até maio de 2024, dos 113 que tinham o Ensino Médio, apenas 29 permanecem na mesma formação, enquanto 35 obtiveram a graduação, 8 a especialização, 30 o mestrado e 11 o doutorado. Dos 131 bolsistas graduados, 11 obtiveram a especialização, 47 o mestrado e 26 o doutorado. Dos 49 mestres, 23 concluíram o doutorado (Figura 14 e Figura 15). Esses números indicam, portanto, um destaque expressivo no aumento de profissionais que seguiram a carreira acadêmica, com um salto de 112,2% e de 206,9% no número de mestres e de doutores, respectivamente, entre os bolsistas egressos, conforme detalhado na Figura 15. Esta figura mostra ainda que as mulheres também são maioria quando observamos os mais diferentes níveis de formação.

A Tabela 8 mostra as áreas de formação dos bolsistas e dos egressos indicando concentração nas Ciências Biológicas e na Botânica. Houve uma quantidade significativa de profissionais nas mais diversas áreas, indicando um caminho de interesse multidisciplinar, envolvendo, além das Ciências Biológicas, as Ciências da Saúde, das Agrárias, Sociais e Humanas e Exatas e da Terra.

Neste sentido, as bolsas de pesquisa foram fundamentais por proporcionarem a inserção de profissionais em projetos promovendo o desenvolvimento sociocultural, o conhecimento e o desenvolvimento científico. Bloch et al. (2014) afirmam que o recebimento de uma bolsa pode influenciar tanto a produção científica como a trajetória profissional do indivíduo, impactando o



desempenho acadêmico dos pesquisadores. Os investimentos em bolsas de pesquisa são essenciais para o avanço científico, a inclusão, a inovação e a formação de recursos humanos, enquanto seu fracionamento compromete a pesquisa, amplia desigualdades, provoca fuga de talentos e limita o desenvolvimento tecnológico, impactando negativamente o progresso social e econômico do Brasil. (Amaral et al., 2015).

É inegável, portanto, que essas bolsas de formação e pesquisa desempenharam um papel fundamental para o avanço das pesquisas, para a efetiva implementação do Herbário Virtual Re flora, para o êxito alcançado pelo Programa Re flora e para os próprios beneficiários. Do ponto de vista social, é possível afirmar que a concessão dessas bolsas provocou um impacto positivo na formação de muitos participantes, especialmente aqueles em início de carreira, ao fornecer oportunidade para desenvolver conhecimentos, habilidades e maturidade, abrindo caminho para qualificações específicas independentemente das áreas profissionais que seguiram posteriormente.

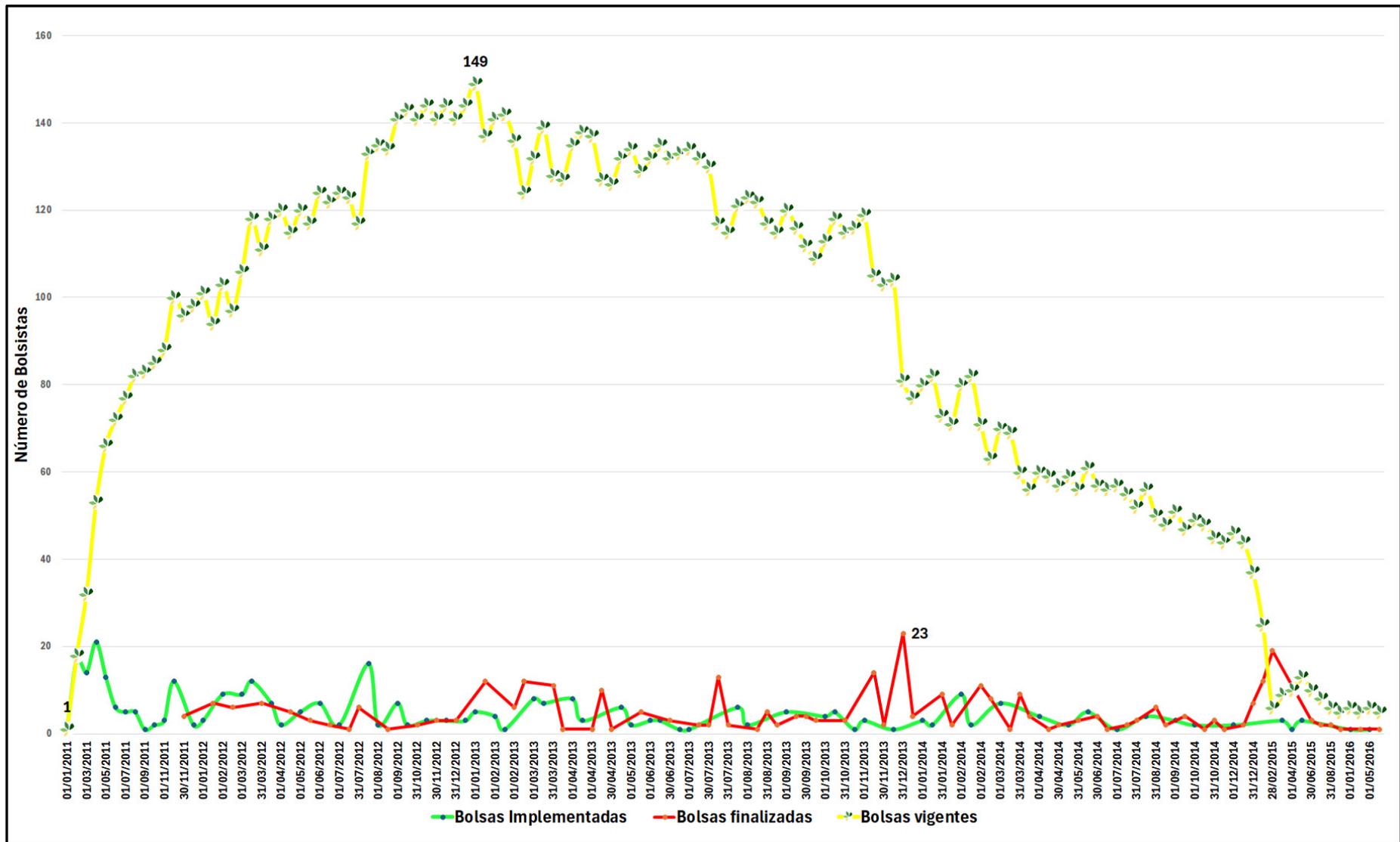


Figura 12. Bolsas implementadas, finalizadas e vigentes acumuladas no âmbito dos projetos do Programa Reflora, durante o período de 01/01/2011 a 31/05/2016 (Fonte: Pinheiro et al., 2024).

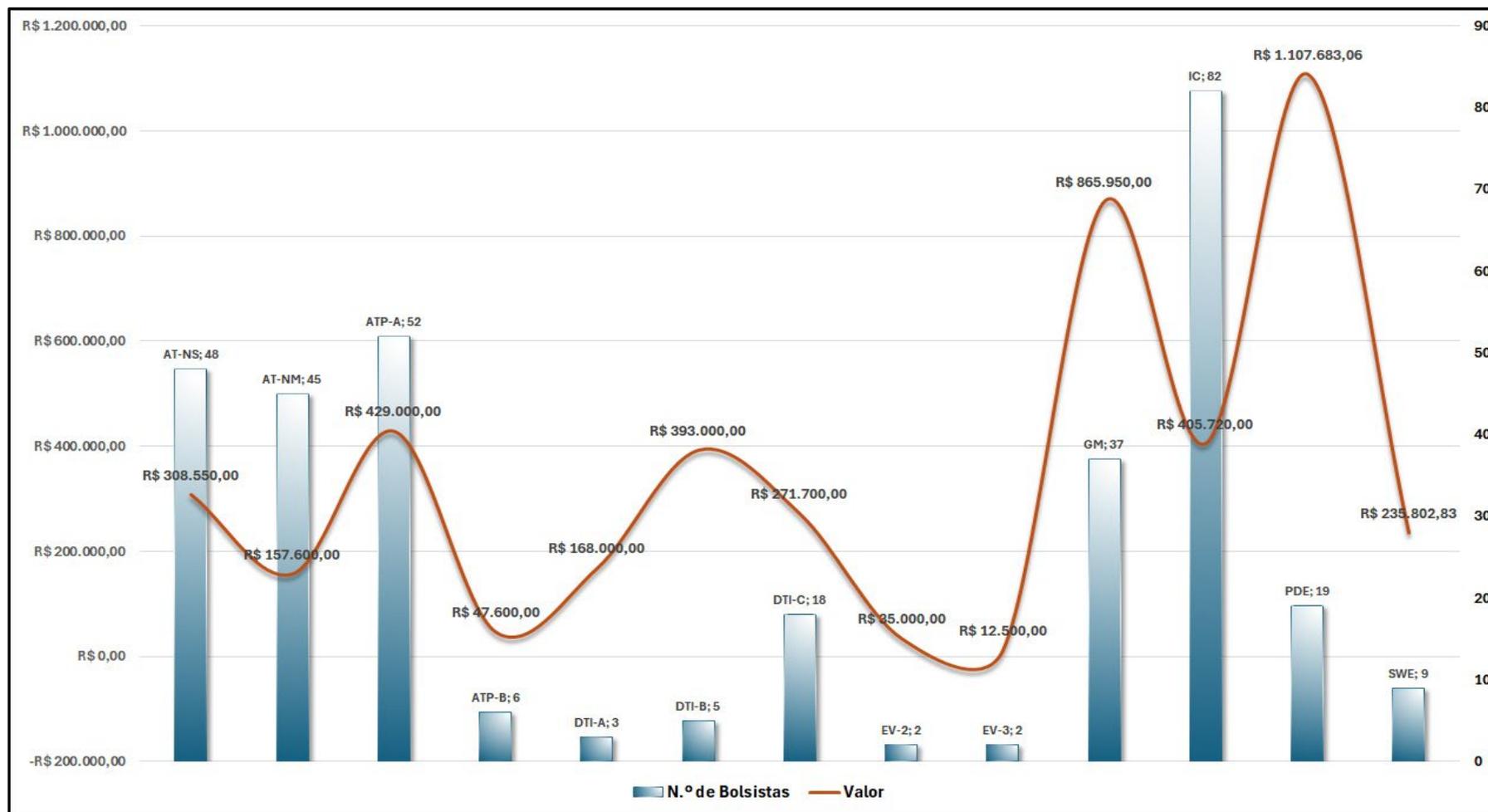


Figura 13. Número de bolsistas e de valor financeiro global por modalidade e nível de bolsa no âmbito dos projetos do Programa Reflora (fontes: CNPq, 2010, Capes 2023 e Portal da Transparência, 2023, Pinheiro et al., 2024). Nomes das Modalidades/Nível de Bolsas: EV-2 = Especialista Visitante; EV-3 = Especialista Visitante; ATP-A = Apoio Técnico em Extensão no País; ATP-B = Apoio Técnico em Extensão no País; DTI-A = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; DTI-B = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; DTI-C = Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; PDE = Pós-Doutorado no Exterior; GM = Mestrado; AT-1A = Apoio Técnico; AT-2A = Apoio Técnico; IC = Iniciação Científica.

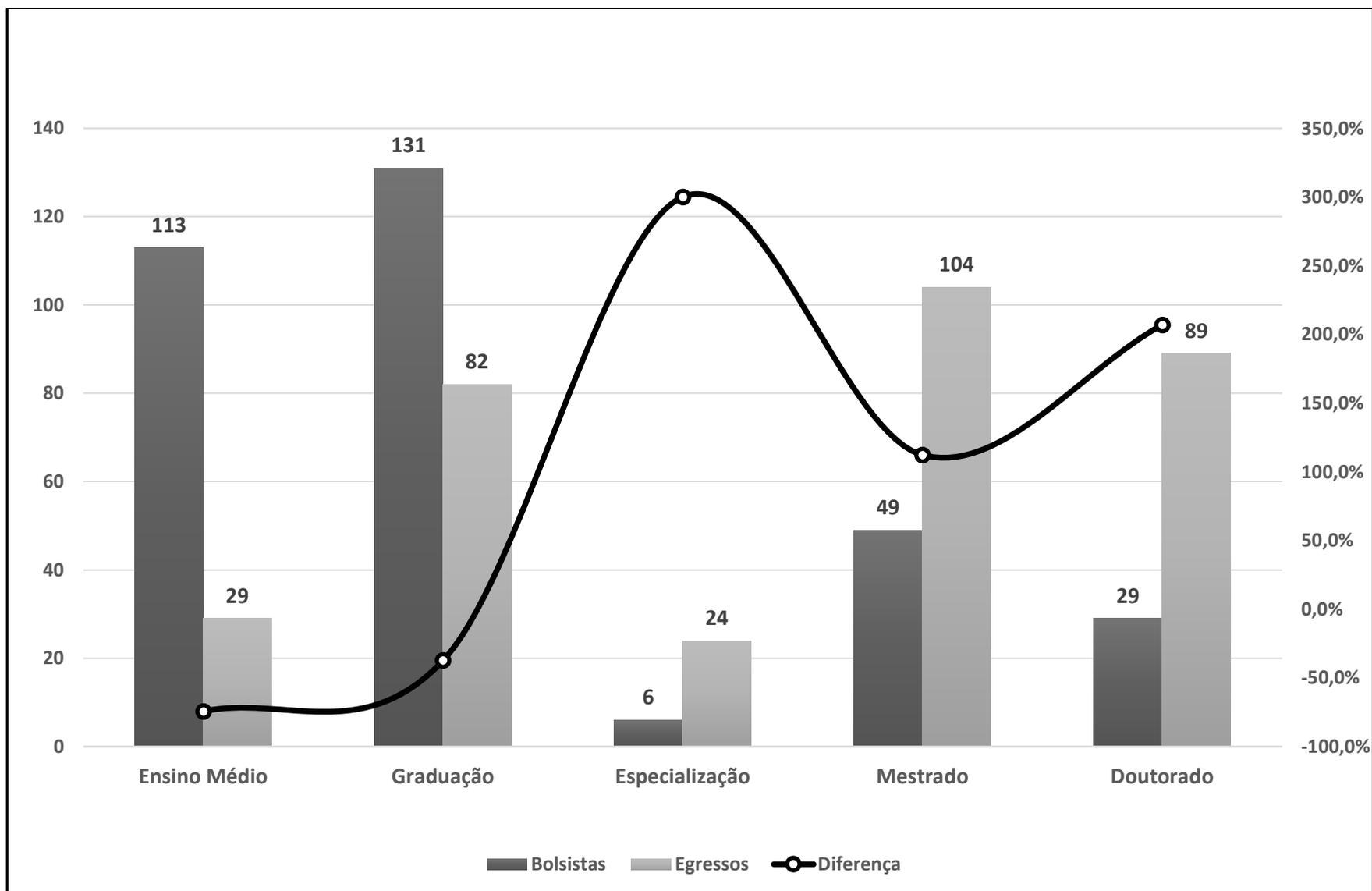


Figura 14. Comparativo do nível de formação dos bolsistas e dos bolsistas egressos, juntamente com a porcentagem de mudança para cada nível. (Fonte: Plataforma Lattes/CNPq maio de 2024; Pinheiro et al., 2024).

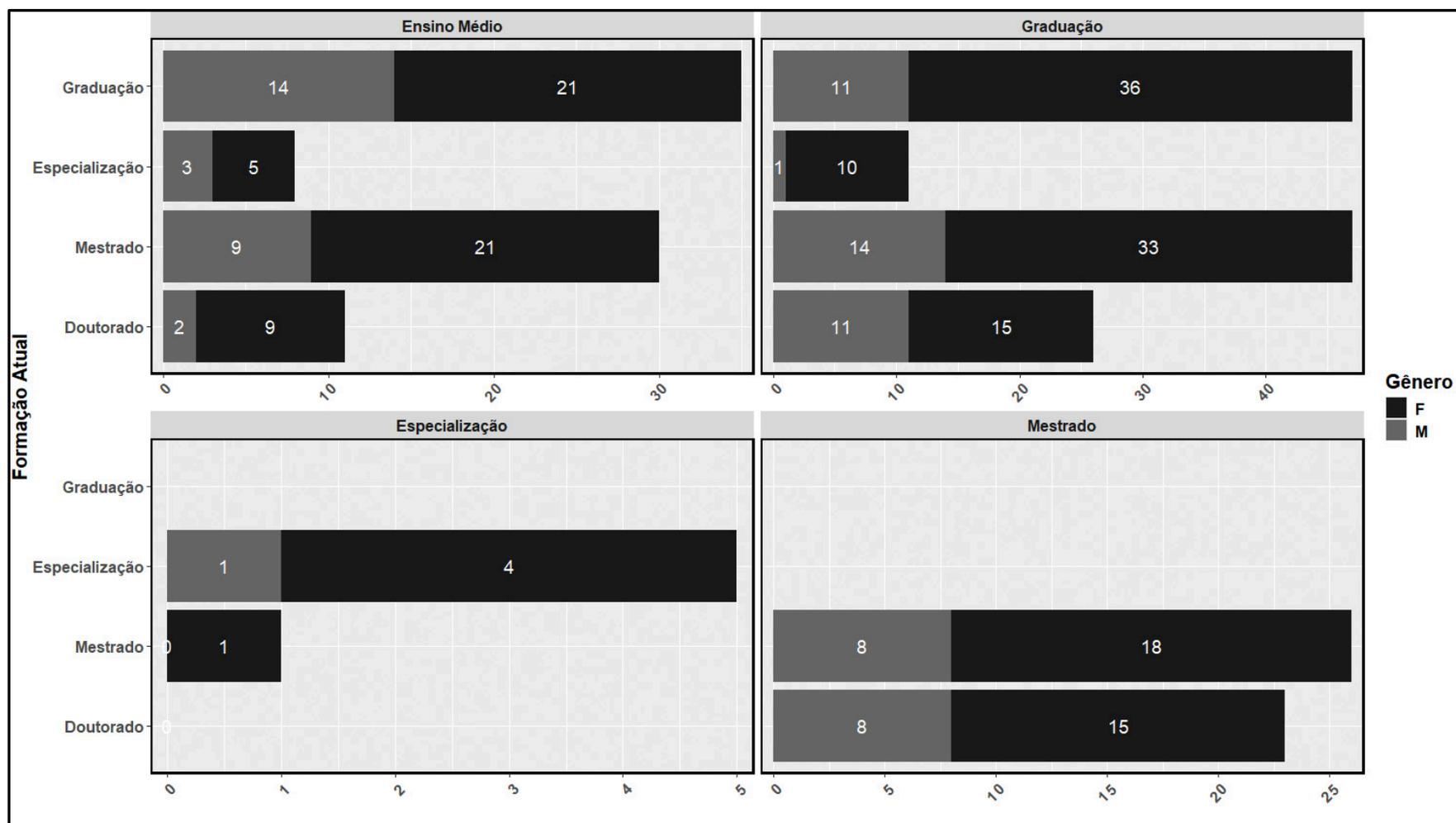


Figura 15. Evolução da formação acadêmica dos bolsistas por gênero feminino (F) e masculino (M) a partir de 4 níveis de formação na época da implementação da bolsa (Fonte: Plataforma Carlos Chagas e Plataforma Lattes (CNPq) – maio de 2024, Pinheiro et al., 2024).

Tabela 8. Distribuição dos bolsistas egressos por nível de formação e área de especialização (G=Graduação, E=Especialização, M=Mestrado, D=Doutorado) (Fonte: Pinheiro et al., 2024).

Área de Formação	Bolsistas Egressos de Nível Médio					Bolsistas Egressos com Graduação					Bolsistas Egressos com Especialização			Bolsistas Egressos com Mestrado			TOTAL
	G	E	M	D	Total	G	E	M	D	Total	E	M	Total	M	D	Total	
Botânica, Biologia Vegetal, Botânica Tropical, Biodiversidade (Botânica), Ciências Biológicas (Fungos), Ciências Biológicas (Biologia Vegetal), Biologia de Fungos, Algas e Plantas, Ciências Biológicas (Botânica), Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente	0	0	9	6	15	0	0	26	15	41	0	0	0	15	18	33	89
Ciências Biológicas	23				23	31		1	2	34							57
Ensino Médio					29												29
Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Enfermagem, Microbiologia Clínica Avançada, Análises Clínicas, Patologia Clínica, Fitoterapia Clínica, Saúde Coletiva, Ciências da Saúde, MBA em Gestão em Saúde e Farmácia Hospitalar, Medicina (Radiologia), Farmácia-Bioquímica, Fisioterapia em Uroginecologia	5	4	1	1	11	2	2	2	2	8	0	0	0	0	0	0	19
Ciências Florestais, Engenharia Florestal, Ciências Agrárias (Fisiologia Vegetal), Agronomia, Agronomia (Horticultura)	4	0	5	0	9	2	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	14
Ecologia, Ecologia e Conservação, Biodiversidade, Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Biodiversidade e Saúde, Biodiversidade e Meio Ambiente, Biodiversidade em Unidades de Conservação, Biologia (Ecologia), Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Ecologia e Gestão de Recursos Naturais, Ecologia e Recursos Naturais	0	0	2	0	2	1	0	8	2	11	0	0	0	1	2	3	16
Outras 60 áreas de formação	3	4	13	4	24	11	9	10	2	32	5	1	6	10	3	13	75
TOTAL	35	8	30	11	113	47	11	47	26	131	5	1	6	26	23	49	299

O Cumprimento das Metas

Conforme Paton (2024), o herbário de Kew (K) disponibilizou para o Herbário Virtual Re flora 264.608 imagens. Destas, 53.431 não possuem informações do país de origem e 8.949 são referentes a coletas não efetuadas no Brasil. Portanto, 202.228 são materiais que foram coletados no Brasil, pertencentes à 259 famílias, 3.004 gêneros e 25.980 estão identificadas em níveis de espécies, havendo dentre elas, 13.162 tipos nomenclaturais. Os tipos estão incluídos em 202 famílias, 1.542 gêneros e 8.121 espécies. O número de materiais repatriados por unidade da federação está exposto na figura 4 e na tabela 3. As unidades da federação com maiores números de materiais são Minas Gerais (18.245), Amazonas (17.654), Bahia (17.014), Rio de Janeiro (13.051) e Mato Grosso (9.448). No entanto, o número de materiais que não possuem informações sobre a unidade da federação chega a 63.154 exemplares. Ao todo são 38.284 exemplares que possuem informação de localização georreferenciadas (Figura 5a). Dos dados que contém a informação correta do ano de coleta, oito indicam ser do século XVII, 29.453 são do século XVIII, 131.682 do século XIX e 9.700 do século XX. Portanto, 31.385 amostras não possuem os dados de data da coleta organizados de forma satisfatória (Tab. 9).

Tabela 9. Quantitativo das imagens repatriadas dos Herbários de Kew (K) e Paris (P).

Herbário	Imagens Repatriadas	Outros Países	Brasil	Famílias	Gêneros	Espécies	UF	Sem UF	Georreferenciadas	N.º de Exemplares por século de coleta			
										XVII	XVIII	XIX	XX
K	264.608	8949	202.228	202	1542	8121	139.074	63.154	38.284	8	29.453	131.682	9.700
P	248.155	69.555	148.004	310	2866	22.968	76.938	71.066	15.284	227	66.812	34.400	1.554

De acordo com os dados informados em Invernon (2024), foram repatriadas e disponibilizadas para o Herbário Virtual Re flora, 248.155 exemplares do Herbário P. Destas, 30.596 não possuem informações do país de origem e 69.555 são referentes a coletas efetuadas em outros países. Portanto, 148.004 são materiais indicados como oriundos do Brasil, pertencentes à 310 famílias, 2.866 gêneros e 22.968 estão identificadas em níveis de espécies, havendo dentre elas, 14.626 (28450 - Herbário Virtual Re flora) tipos nomenclaturais. Esses tipos estão incluídos em 188 famílias. 1.358 gêneros e 7.477 espécies. Os números de materiais repatriados por unidades da federação estão expostos na figura 4, sendo que os estados de Minas Gerais (18.720), do Rio de Janeiro (18.384), da Bahia (6.122), de São Paulo (5.709) e do Amazonas (4.817), os que possuem maiores números de exemplares respectivamente. No entanto, o número de materiais que não possuem informações sobre a unidade da federação chega a 71.066 exemplares. Do total, 15.284 exemplares possuem informações de localização georreferenciadas (Figura 17b).

Dos dados que contém a informação correta do ano de coleta, 227 indicam ser do século XVII, 66.812 do século XVIII, 34.400 do século XIX e 1.554 do século XX. Neste sentido, 45.011 amostras não possuem dados referentes a data da coleta, informados de forma satisfatória (Figura 18).

O MNHN-Paris adicionalmente enviou os espécimes digitalizados do PC Herbarium - *Cryptogamy Collection* num total de 3.605 exemplares (PC Herbarium, 2024).

O Documento Básico do Re flora previa a captura das imagens de cerca de 180 mil espécimes depositados no RBG-KEW e de 460 mil do MNHN-Paris. Entretanto, a carta de entendimento entre o CNPq e o RBG-Kew estimava um número de 250.000 (duzentas e cinquenta mil), enquanto no Convênio de Implementação do Programa Re flora entre o MNHN-Paris e o CNPq havia a previsão de transferência de 300.000 (trezentas mil) amostras. Pelos dados disponíveis dos exemplares coletados no Brasil, somente o herbário de Kew cumpriu o que estava previsto na carta de entendimento com a repatriação de 255.659 imagens, enquanto o herbário de Paris esse número ficou muito aquém do estimado com 178.600 imagens repatriadas.

Diante do volume de informações e da estrutura envolvida, erros ou falta de capturas são inevitáveis podendo ser a explicação da ausência de informações em determinados campos de dados. Há também a ocorrência de falhas, ocasionando a não importação de algumas imagens (358 imagens de K e 335 imagens de P). Outro desafio foi a captura de dados, realizadas por bolsistas, em sua maioria biólogos, a partir de etiquetas escritas à mão, em inglês ou francês, com nomes de localidades de alguns séculos atrás. Em função disso, foi necessário também um trabalho histórico para a correta extração das informações associadas, sendo fundamental a supervisão da digitação por doutores em botânica.

Dados dos materiais, principalmente os oriundos do herbário do MNHN, que necessitam de revisão, tratamento e uniformização para alinhamento das informações constantes no Herbário Virtual Re flora e no <https://ipt.jbrj.gov.br>. Como toda estrutura que envolve tecnologia da informação, é previsível que o Herbário Virtual Re flora tenha que passar por correções, melhorias e aperfeiçoamento do sistema para se adequar as futuras ferramentas, assim como se adaptar às necessidades das coleções integrantes, do público especialista alvo e das políticas de ampliação do conhecimento, de gestão e de conservação da biodiversidade.

Após 13 anos da sua criação, verifica-se um evidente indicativo que o Programa Re flora, mesmo com a diferença entre o que foi previsto, o que foi efetivamente incorporado ao Herbário Virtual Re flora e as falhas de transferência de dados, cumpriu todas as metas de repatriamento das amostras oriundas dos Herbários de K e P. Atendeu grande parte da necessidade dos especialistas botânicos e taxonomistas brasileiros ao viabilizar o acesso a essas coleções históricas, ricas em tipos

nomenclaturais. Paralelamente, é inegável que todo o êxito alcançado pelo Programa Reflora, deve-se fundamentalmente aos recursos humanos envolvidos de todos os níveis, primordiais para que o Herbário Virtual Reflora se tornasse realidade.

Reconhecimento Internacional

O Programa Reflora e o Herbário Virtual Reflora têm merecido a atenção de muitos pesquisadores ao redor do mundo com destaque em diversos artigos científicos ao fornecer importantes informações para inúmeras pesquisas, além de demonstrar o fortalecimento da cooperação internacional. Le Brass et al. (2017) informa que, com os subsídios do Programa Reflora, as transcrições dos dados das imagens repatriadas realizadas pela equipe do Herbário Virtual Reflora foram incorporadas às *databases* do MNHN-Paris e a taxa de captura de dados aumentou significativamente desde 2012. Isso permitindo, ainda, incrementar outros projetos como o do Herbário Virtual Auguste de Saint-Hilaire (Neto et al., 2015).

Pearce et al. (2020) destacam que o Herbário Virtual Reflora agregou herbários europeus, norte-americanos e brasileiros para criar o maior herbário tropical virtual do mundo e o primeiro herbário virtual a ter a ter um foco principal na conservação. Com base neste aspecto, o RVH tornou-se um recurso vital para a ciência da conservação e é justificadamente conhecido como um programa de sucesso; embora ainda haja espaço para melhorias significativas em relação à conservação (Canteiro et al. 2019) e outras áreas da pesquisa botânica.

O Programa Reflora subsidiou não só o Brasil, como também o Reino Unido a cumprir seus compromissos internacionais junto a CDB, ao mesmo tempo, que somou esforços para alcançar as metas da GSPC (Legran & Stone, 2018).

Grimes e McNulty (2016), ressaltam que o Programa Reflora é um bom exemplo de como essas colaborações em pesquisa podem contribuir diretamente para os compromissos internacionais e para as novas pesquisas que serão geradas por meio da cooperação internacional.

Meineke et al. (2018) citam o Programa Reflora como exemplo sem precedentes de coleção digital ao oferecer oportunidades de colaboração entre disciplinas e entre instituições, incluindo aquelas nos trópicos, que historicamente tiveram acesso limitado a espécimes mantidos nos museus da América do Norte e da Europa.

O conhecimento sobre a biodiversidade vegetal brasileira melhorou substancialmente durante a última década, devido ao desenvolvimento de importantes projetos de pesquisa, bem como, a vários

programas de pesquisa importantes criados no âmbito do CNPq, principalmente o Programa Re flora (BFG, 2018).

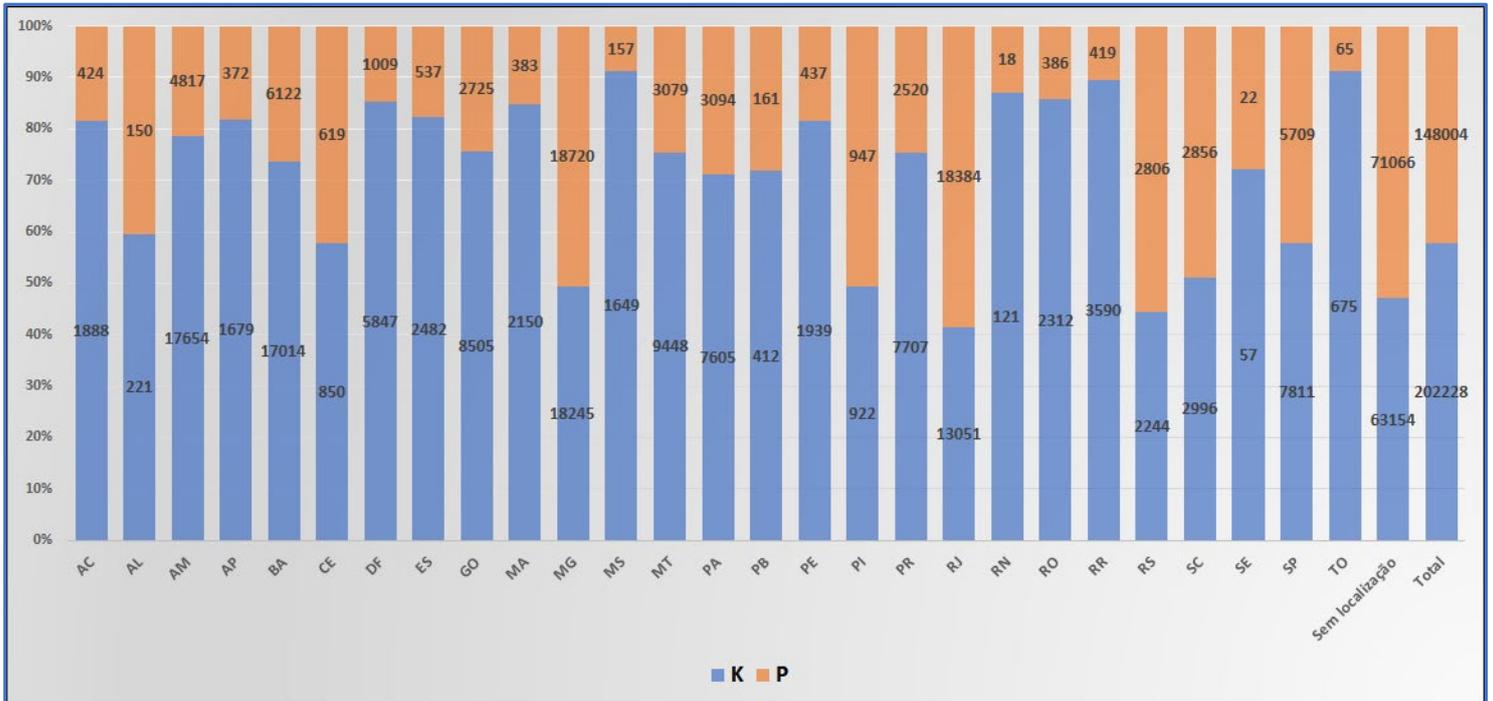


Figura 16. Números de materiais repatriados dos herbários de Kew (K) e Paris (P), por unidade da federação (Fonte: Pinheiro et al., 2024).

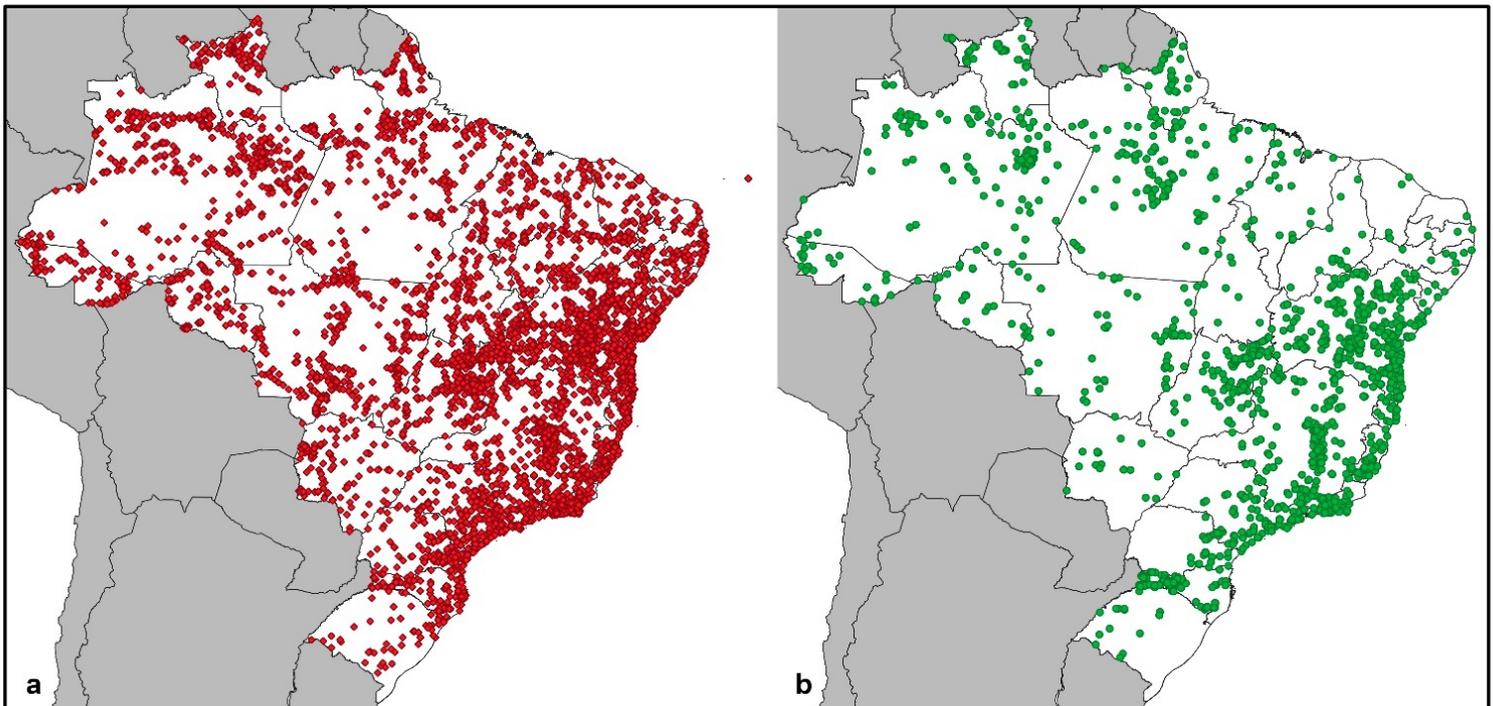


Figura 17(a, b). Distribuição dos locais de origem dos materiais georreferenciados oriundos dos Herbários de Kew [K(a)] e de Paris [P(b)].

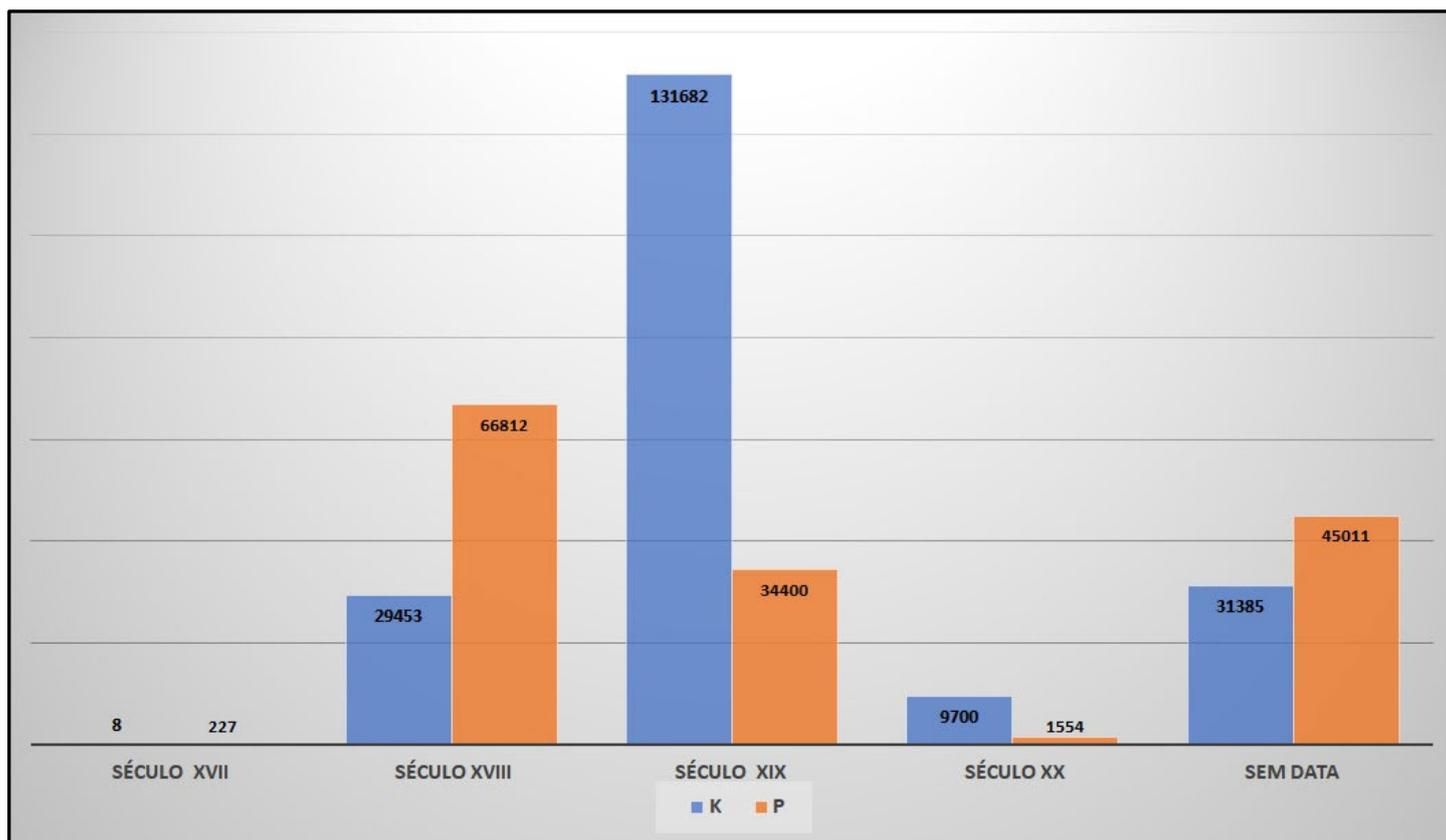


Figura 18. Número de exemplares (exsicatas) dos Herbários de Kew (K) e de Paris (P), por século de coleta (fonte: Herbário Virtual Re flora).

Desafios Atuais e Perspectivas Futuras

As informações contidas nos acervos biológicos, como os herbários, constituem uma base de conhecimento fundamental para pesquisas relacionadas à biodiversidade, a conservação e a restauração. É necessária uma infraestrutura de pesquisa colaborativa que possibilite amplo acesso e gratuito às informações dessas coleções, podendo ser alcançado através da digitalização dos espécimes e dos respectivos dados associados (Borsch et al., 2020a), assim como estabelecer estratégias e ações de governança das espécies validadas (Garnett et al., 2020). Atualmente, com a disponibilização pública digital das informações e das imagens dos espécimes vinculados às coleções biológicas, aliada a velocidade de acesso aos dados da biodiversidade proporcionada pelos dispositivos da tecnologia da informação, conhecimento de máquina e o uso adequado da inteligência artificial, avanços significativos estão sendo alcançados, principalmente nas duas últimas décadas. No entanto, ainda há muito a se avançar e barreiras a vencer, uma vez que os recursos investidos na ciência e na preservação das coleções e de suas respectivas instituições são escassos, e vem sofrendo ainda com acentuado declínio nos últimos anos. Com esta pesquisa foi possível observar uma parte significativa dessa

realidade vivida pelos herbários do país que, muitas vezes, sobrevivem graças aos esforços de funcionários e colaboradores. Não se pode esquecer ainda todo o investimento que foi realizado ao longo desses anos desde o Programa Flora, iniciado na década de 70, para que pudéssemos hoje estar nesse nível de conhecimento.

O investimento global do Programa Re flora não foi superior, em função de que apenas 41,5% do total de recurso previsto na segunda Linha de ação (17 milhões) foi aplicado. Parte disso pode ser devido à baixa demanda de apenas 32 propostas concorrentes, provavelmente ocasionada, principalmente pelo curto período estabelecido para submissão de propostas, divulgação limitada, concorrência com outros editais simultâneos, como o SISBIOTA e o PROTAX, e o baixo entendimento dos termos do Edital por falta de clareza e por ser amplo. Isso gerou a sugestão por parte dos coordenadores que a iniciativa do Programa Re flora deveria ser expandida pra outros herbários, porém que o edital fosse especificamente focado no resgate histórico, ou seja, no repatriamento de fato. Esses apontamentos são importantes pois são questões que ainda precisam ser superadas nos lançamentos das Chamadas do CNPq. De uma maneira geral, a divulgação e a abertura das Chamadas públicas se concentram no segundo semestre, em um tempo limitado entre a submissão, análise e contratação das propostas, que obrigatoriamente deve ocorrer no início do mês de dezembro devido ao prazo para empenho dos recursos estabelecido pelo governo federal. Superar a limitação de recursos e um planejamento efetivo distribuído ao longo do ano traria benefícios, tanto para o CNPq, que elaboraria melhor todas as fases das Ações e Chamadas, quanto para os pesquisadores que teriam tempo hábil para entender os termos das Chamadas e elaborar propostas de melhor qualidade.

Atualmente, mesmo com a escassez de recursos, o Programa Re flora continua efetuando avanços nas pesquisas por meio de investimentos pontuais que ocorreram após 2014 e, mais recentemente, do próprio CNPq com a aprovação do projeto “*Avanços do Programa Re flora: Finalização do Repatriamento do Herbário W e Restabelecimento de Parcerias com Herbários Brasileiros*” em 2024.

O Programa Re flora deixou um grande aprendizado para a gestão e para a política pública no que se refere aos custos do repatriamento, pois foi o modelo de parceria possível à época. A partir de 2014, os investimentos para o repatriamento de coleções de outros países passaram a ter um custo inferior, envolvendo recursos humanos do Brasil, por meio de investimentos em bolsas no exterior e cooperação mútua entre as instituições.

É comum informar que o Brasil possui a maior biodiversidade do mundo, hipótese esta, baseada em diversos autores que chegaram a essa estimativa como Mittermeier et al. (1997), Heywood & Davis

(1997), Lewinsohn & Prado (2002, 2005), Shepherd (2005). Esses resultados só foram possíveis com os subsídios, diretos ou indiretos, das informações contidas nas coleções biológicas do Brasil e do exterior. No entanto, grande parte dos cidadãos desconhece o caminho percorrido pelos cientistas para se chegar a essa conclusão. Foram esforços e estudos iniciados há séculos pelos naturalistas, muitas vezes de forma voluntária e com recursos próprios, que contribuíram significativamente para o conhecimento atual.

A estimativa de Giulietti et al. (2005) aponta para a existência de cerca de 56.000 espécies de plantas no Brasil, excluindo os fungos, um número que demonstra a rica biodiversidade do país. No entanto, destaca a dificuldade de estimar o número total de espécies e a compreensão dessa diversidade, comprometendo os esforços de conservação em função da escassez de financiamento para pesquisas nessa área, de levantamentos abrangentes, de taxonomistas, assim como, de estudos taxonômicos mais amplos. São desafios urgentes, sendo fundamental investir em programas de capacitação e em pesquisas de longo prazo para garantir a preservação da flora brasileira e o avanço do conhecimento científico. Neste contexto é possível afirmar que o Programa Re flora contribui de forma significativa para mitigar essa lacuna e o Brasil está próximo de alcançar essa estimativa.

Em 2012 eram reconhecidas cerca de 41.000 espécies (Forzza et al., 2012) e hoje o projeto Flora e Funga do Brasil (2024) reconhece, 52.830 espécies (nativas, naturalizadas e cultivadas), sendo 5044 de Algas, 1618 de Briófitas, 1412 de Samambaias e Licófitas, 121 de Gimnospermas, 36408 de Angiospermas e 8227 de Fungos.

O Programa Re flora promove a cooperação nacional, internacional, a diversidade cultural e a diplomacia na ciência. A partir do acesso aos dados disponíveis, haverá subsídios para a elaboração de novas análises e obtenção de respostas às perguntas que sempre motivaram os pesquisadores da área da biodiversidade vegetal ao longo desses séculos e assim perpetuar a valorização das coleções biológicas e o avanço do conhecimento sobre a Biodiversidade. O Programa Re flora deixou um legado notável, com a captura e repatriação de centenas de milhares de imagens de espécimes, superando as estimativas iniciais, ao agregar novas coleções nacionais e internacionais (Figura 12). Este esforço colaborativo entre instituições brasileiras e estrangeiras resultou em um avanço significativo para a ciência botânica do Brasil. Neste momento de eventos climáticos extremos, cuja mitigação envolve o reflorestamento, a recuperação de áreas degradadas e a conservação da biodiversidade, há necessidade premente de investimentos contínuos nas pesquisas relacionadas, que dependem diretamente das informações contidas nos acervos das coleções botânicas. Assim como “Sem Plantas não há Vida”,



sem coleções adequadamente gerenciadas e disponibilizadas não haverá pesquisas de qualidade sobre a biodiversidade.

O Programa Re flora, embora tenha enfrentado desafios e escassez de recursos nos últimos anos, demonstra que investir em coleções biológicas assegura o avanço e o futuro do conhecimento científico além de subsidiar a conservação do valioso patrimônio biológico do Brasil.

Referências Bibliográficas

- Amaral, J.F.G, Rocha, A.F.R., Rosa, B.A.S. & Patias, L.F.** 2020. “Os Impactos do Fracionamento de Investimentos em Bolsas de Pesquisa no Ensino Público”. *Revista Missioneira* 22: 76–84. <https://doi.org/10.31512/missioneira.v22i1.58>.
- BFG-The Brazil Flora Group.** 2018. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69: 1513–1527. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869402>.
- Bloch, C., Graversen, E.K. & Pedersen, H.S.** 2014. Competitive Research Grants and Their Impact on Career Performance. *Minerva* 52: 77–96. <https://doi.org/10.1007/s11024-014-9247-0>, Acesso em 23 de Maio de 2024.
- Borsch, T., Berendsohn, W., Dalcin, E., Delmas, M., Demissew, S., Elliott, A., Fritsch, P., Fuchs, A., Geltman, D., Günter, A., Haevermans, T., Knapp, S., Le Roux, M.M., Loizeau, P.-A., Miller, C., Miller, J., Miller, J.T., Palese, R., Paton, A., Paernell, J., Pendry, C., Qin, H.-N., Sosa, V., Sosef, M., Von Raab-Straube, E., Ranwashe, F., Raz, L., Salimov, R., Smets, E., Thiers, B., Thomas, W., Tulig, M., Ulate, W., Ung, V., Watson, M., Jackson, P.W. & Zamora, N.** 2020a. World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon* 69: 1311–1341. <https://doi.org/10.1002/tax.12373>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Canteiro, C., Barcelos, L., Filard, F., Forzza, R., Green, L., Lanna, J. & Nic Lughadha, E.** 2019. Enhancement of conservation knowledge through increased access to botanical information. *Conservation Biology* 33: 523–533. <https://doi.org/10.1111/cobi.13291>.
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.** 2010. Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's Nº 56/2010 – Re flora. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - Re flora. 20p. Available in http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&id=209-98-1229&detalha=chamadaDetalhada&filtro=encerradas. Acesso em 17 de Setembro de 2019.
- Daly, D.C. & Prance, G.T.** 1989. Brazilian Amazon. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.). Floristic inventory of tropical countries, pp. 401–426. New York Botanical Garden, New York.
- Flora e Funga do Brasil.** 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 02 de Dezembro de 2024.

- Forzza, R.C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D., Carvalho, A.A. Jr, Nadruz-Coelho, M.A., Costa, A.F., Costa, D.P., Hopkins, M., Leitman, P.M., Lohmann, L.G., Lughadha, E.N., Maia, L.C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M.P., Peixoto, A.L., Pirani, J.R., Prado, J., Queiroz, L.P., Souza, S., Souza, V.C., Stehmann, J.R., Sylvestre, L.S., Walter, B.M.T. & Zappi, D.C.** 2012. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. *Bioscience* 62: 39–45. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.8>.
- Forzza, R.C., Dalcin, E.C., Silva, L.A.E. da, Silva Júnior, C.M. Da, Braga, W.R., Lima, R.O., Filardi, F. L.R., Leitman, P.M., Lanna, J.M. & Queiroz, N.** 2017. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Re flora. Relatório de Atividades Desenvolvidas 2011-2016. 51p. Disponível em <https://dSPACE.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/104/1/Relat%C3%B3rio%20Reflora%20FAPERJ-CNPq-SiBBR%202011-2017.pdf>.
- Forzza, R.C., Filardi F.L., Condak, J.P., Filho, M.A.A., Leitman, P., Monteiro, S.H. & Monteiro, V. F.** 2015. Herbário Virtual Re flora. *UNISANTA Bioscience* 4: 88–94.
- Garnett, T., Christidis, L., Conix, S., Costello, M.J., Zachos, F.E., Bámki, O.S., Bao, Y., Barik, S.K., Buckeridge, J.S., Hobern, D., Lien, A., Montgomery, N., Nikolaeva, S., Pyle, R.L., Thomson, S.A., Van Dijk, P.P., Whalen, A., Zhang, Z.-Q. & Thiele, K.R.** 2020. Principles for creating a single authoritative list of the world’s species. *PloS Biology* 18: e3000736. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000736>.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P., Wanderley, M.G.L. & van den Berg, C.** 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conservation Biology* 19: 632–639.
- Grimes, R. & McNulty, C.** 2016. The newton fund: Science and innovation for development and diplomacy, science and diplomacy. <http://www.sciencediplomacy.org/article/2016/newton-fund-science-and-innovation-for-development-and-diplomacy>. Acesso em 28 de Dezembro de 2023.
- Herbário Virtual Re flora.** 2024. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>.
- Heywood, V.H. & Davis, S.D.** 1997 Introduction. In: Davis, S.D., Heywood, V.H. & Hamilton, A.C. (ed.) *Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Vol. 3. The Americas. Cambridge, U.K.: IUCN, pp. 1–39.

- Invernon, V., Reflora & B.F.G.** 2024. P herbarium - Muséum national d'histoire naturelle, Paris - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora. Version 1.159. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=p_reflora&v=1.159.
- 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, P., Rouhan, G. & Haevermans, T.** 2017. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data* 4: 1–16. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16>. Acesso em 28 de Dezembro de 2023.
- Legrand, T. & Stone, D.** 2018. Science diplomacy and transnational governance impact. *British Politics* 13: 392–408. <https://doi.org/10.1057/s41293-018-0082-z>. Acesso em 28 de Dezembro de 2023.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I.** 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I.** 2005. Quantas espécies há no Brasil. *Megadiversidade* 1: 36–42.
- Maia, L.C., Vieira, A.O.S., Peixoto, A.L., Stehmann, J.R., Barbosa, M.R.V., Menezes, M.** 2017. Construindo redes para promover o conhecimento da biodiversidade brasileira: a experiência do INCT-Herbário Virtual. Recife, Editora Universitária da UFPE.
- Meineke, E.K., Davies, T.J., Daru, B.H. & Davis, C.C.** 2018. Biological collections for understanding biodiversity in the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society Botany* 374: 20170386. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0386>. Acesso em 03 de Janeiro de 2024.
- Mittermeier, R.A., Robles-Gil, P. & Mittermeier, C.G. (eds.).** 1997. Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico.
- Neto, S.R., Pignal, M., Souza, S., & Canhos, D.A.** 2015. Herbário Virtual da Flora e dos Fungos A. De Saint-Hilaire. *UNISANTA BioScience* 4(7): 49–55.
- ODS BRASIL.** 2023. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2023. A Agenda 2030. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em 08 de Dezembro de 2023.
- Paton, A., Reflora & B.F.G.** 2024. K herbarium - Royal Botanic Gardens, Kew - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora. Version 1.228. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico



do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=k_reflora&v=1.228.

Pearce, T.R., Antonelli, A., Brearley, F.Q., Couch, C., Campostrini Forzza, R., Gonçalves, S.C., Magassouba, S., Morim, M.P., Mueller, G.M. & Nic Lughadha, E. 2020. International Collaboration between Collections-Based Institutes for Halting Biodiversity Loss and Unlocking the Useful Properties of Plants and Fungi. *Plants People Planet* 2: 515–534. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10149>.

Pinheiro, F.C., Forzza, R.C., Leitman, P.M. & Prado, J. 2024. The Reflora Program: implementation, repatriation, and creation of the Reflora Virtual Herbarium as a tool for biodiversity studies. *Biota Neotropica* 24: e20241701. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2024-1701>.

Reflora - Herbário Virtual. 2024. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em 03 de Abril de 2024.

Shepherd, G.J. 2005. Plantas terrestres. In: Lewinsohn, T.M. (org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. *Série Biodiversidade* 15: 145–192.



CAPÍTULO 2



Capítulo 2. O Herbário Virtual Reflora

Resumo: O Herbário Virtual Reflora (Herbário Virtual Reflora) foi criado em 2013 pelo Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com apoio do Programa Reflora do CNPq, para digitalizar e disponibilizar online imagens e dados de espécimes botânicos, incluindo materiais repatriados de importantes herbários internacionais. Desde então, o Herbário Virtual Reflora tornou-se uma ferramenta essencial para a pesquisa taxonômica, a conservação da biodiversidade e o aprimoramento da curadoria de coleções botânicas no Brasil. Com cerca de 4,6 milhões de imagens, o Herbário Virtual Reflora é hoje a maior plataforma de herbário virtual tropical do mundo, integrando, até o momento, dados de 85 coleções nacionais e internacionais. Sua estrutura dinâmica permite acesso a pesquisadores, gestores de acervos e o público em geral, oferecendo funcionalidades avançadas como buscas taxonômicas, filtros espaciais e downloads de informações. Além disso, sua conexão com a Flora e Funga do Brasil e a adesão a redes globais, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), ampliam sua relevância para a ciência botânica e ambiental. O impacto do Herbário Virtual Reflora vai além da digitalização e organização de dados. A plataforma subsidia políticas públicas, facilita estudos sobre mudanças climáticas e promove colaborações interinstitucionais. Seu crescimento contínuo, impulsionado por novas adesões e avanços tecnológicos, reforça a importância de investimentos contínuos para sua manutenção e expansão. O Herbário Virtual Reflora demonstra como a digitalização e a integração de acervos científicos podem revolucionar a pesquisa e a conservação da biodiversidade, garantindo acesso aberto e eficiente a um patrimônio botânico de valor inestimável.

Palavras-chave: Digitalização, Conservação, Biodiversidade, Flora, Taxonomia e georreferenciamento

Abstract: The Reflora Virtual Herbarium (Herbário Virtual Reflora) was created in 2013 by the Research Institute of the Rio de Janeiro Botanical Garden, with support from CNPq's Reflora Program, to digitize and make available online images and data of botanical specimens, including materials repatriated from important international herbaria. Since then, the Herbário Virtual Reflora has become an essential tool for taxonomic research, biodiversity conservation, and improving the curation of botanical collections in Brazil. With more than 4.6 million images and records, the Herbário Virtual Reflora is today the largest tropical virtual herbarium platform in the world, integrating data from 85 national and international collections to date. Its dynamic structure allows access for researchers,

collection managers, and the general public, offering advanced features such as taxonomic searches, spatial filters, and information downloads. In addition, its connection with Flora e Funga do Brasil and its membership in global networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) increase its relevance to botanical and environmental science. Herbário Virtual Reflora's impact goes beyond digitizing and organizing data. The platform subsidizes public policies, facilitates climate change studies, and promotes inter-institutional collaborations. Its continuous growth, driven by new accessions and technological advances, reinforces the importance of continued investment in its maintenance and expansion. The Herbário Virtual Reflora demonstrates how the digitization and integration of scientific collections can revolutionize biodiversity research and conservation, guaranteeing open and efficient access to an invaluable botanical heritage.

Keywords: Digitization of herbaria, Biodiversity conservation, Taxonomic research, Biodiversity and georeferencing

Breve Histórico

Conforme relatado por Pinheiro et al. (2024), os investimentos do Programa Reflora subsidiaram a criação, elaboração e a implementação do Herbário Virtual Reflora, cujo objetivo principal foi o de abrigar, além do material oriundo do repatriamento, imagens e dados de vários acervos nacionais.

O Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, formalizou a criação do Herbário Virtual Reflora em 30 de setembro de 2013. Inicialmente contendo cerca de 420 mil imagens e informações repatriadas oriundas dos herbários K, P e RB (Forzza et al., 2015a; BFG, 2018). No lançamento a plataforma também já permitia o acolhimento e a disponibilização de dados de outras coleções de herbários brasileiros.

Com o passar dos anos, a aceitação e o entendimento desta iniciativa ficaram evidentes para a comunidade científica brasileira e o Herbário Virtual Reflora se tornou uma ferramenta imprescindível para as pesquisas taxonômicas e de conservação no país, além de subsidiar o alcance de metas internacionais do governo brasileiro (BFG 2022). Graças a esse avanço, hoje o Brasil detém uma plataforma de pesquisa integrada, dinâmica e com dados validados e curados por cerca de 1.000 taxonomistas brasileiros e estrangeiros, permitindo obter informações sobre diversas espécies da flora brasileira depositadas nas coleções que integram o Herbário Virtual Reflora.

A seguir apresentaremos o potencial desta ferramenta e dados mais detalhados de como o Herbário Virtual Reflora encontra-se atualmente, bem como seus desafios futuros.

Estado da Arte do Herbário Virtual Reflora

Dentre as coleções biológicas, o herbário é certamente a coleção mais antiga criada para fins científicos e a primeira institucionalizada no âmbito universitário (Lane, 1996). Evidências sugerem que o primeiro herbário surgiu no início do século XVI, criado pelo botânico italiano Luca Ghini (1490–1556), sendo também o criador do termo (Thiers, 2020). Desde então, os herbários evoluíram significativamente, não apenas para preservar e documentar plantas quanto a distribuição ao longo do tempo e do espaço, mas também em pesquisas envolvendo conservação, morfologia e fenologia, genética, modelagem e análise de dados e dados de longo prazo, auxiliando também na compreensão dos impactos das mudanças climáticas (Nualart et al., 2017, Davis, 2018, Lang et al., 2018; Rønsted et al., 2020).

Desde a publicação da *Flora Brasiliensis*, entre os anos de 1840 e 1906, a maior obra florística da Região Neotropical (Daly & Prance, 1989), contendo a descrição de 22.767 espécies de plantas terrestres e a publicação do Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil, (Forzza et al., 2010), uma iniciativa de grande relevância na história recente da botânica brasileira foi certamente o Programa Reflora, principalmente por subsidiar, em sua primeira linha de ação, a criação do Herbário Virtual Reflora – Herbário Virtual Reflora (Pinheiro et al., 2024).

Do total de recursos investidos no Programa Reflora, cerca de R\$ 15.128.192,42 foram destinados ao Herbário Virtual Reflora, incluindo os trabalhos executados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), no Royal Botanical Garden-Kew (RBG-Kew) e no Museu de História Natural de Paris (MNHN-Paris), correspondendo a 61,85% do montante investido.

O Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) abriga a sede física do Herbário Virtual Reflora e coordenou a estruturação e arquitetura do sistema *online*, contando com recursos públicos e privados para a contratação de uma equipe multidisciplinar, cujo sistema foi desenvolvido em colaboração com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE/UFRJ (Forzza, 2017b). Com a função de receber, abrigar e disponibilizar as imagens e informações dos espécimes provenientes inicialmente dos herbários K, P e RB, o Herbário Virtual Reflora foi lançado em 30 de setembro de 2013 com cerca de 420 mil imagens das três coleções citadas.

A partir de 2014, com a ampliação da estrutura e a adesão ao Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) e ao Inventário Florestal Nacional (IFN), o Herbário Virtual Reflora expandiu parcerias, incluindo cinco novos herbários estrangeiros (MO, NY, S, US e W) e dezoito

acervos nacionais (ALCB, ASE, CEN, CEPEC, EAC, ESA, FLOR, FURB, HBR, HDCF, HUFU, MBM, MG, RON, SPF, UFRN, UPCB e VIES), para abrigar e disponibilizar o maior número de espécimes da flora brasileira (Forzza et al., 2016). Essa colaboração, mesmo em um período de crise econômica e com cortes acentuados no financiamento à pesquisa, ampliou o banco de dados do Herbário Virtual Reflora, forneceu listas de espécies verificadas ao IFN e impactou positivamente a Botânica ao aumentar o conhecimento florístico e aprimorar a curadoria das coleções (Versieux et al., 2017).

O Herbário Virtual Reflora possui um dinamismo crescente em relação às parcerias e aos números de exemplares disponibilizados na Plataforma, que mudam constantemente. Dos seus parceiros e coleções iniciais (K, P e RB), o Herbário Virtual Reflora percorreu um importante caminho ao longo dos seus 11 anos de existência com a inclusão de informações de dezenas de novas coleções.

Considerado o maior conjunto de dados e imagens em alta resolução de plantas na América Latina e o maior herbário virtual tropical do mundo (BFG, 2018; Pearce et al., 2020; Herbário Virtual Reflora, 2024), o Herbário Virtual Reflora, até 30 de novembro de 2024, contava com uma rede de 85 coleções (Tab. 10, Figura 20). Neste contexto, o Herbário Virtual Reflora se enquadraria como um “*Metaherbarium*”, que se refere a um herbário global interconectado e de acesso aberto, integrando dados de espécimes de herbário de diversas instituições ao redor do mundo, cujo conceito foi proposto por Davis (2023). Cabe destacar, que constam 3.567 herbários no mundo dos quais 230 (6,4%) estão no Brasil conforme o Index Herbariorum (Thiers, 2024a). A Rede Brasileira de Herbários listou, no ano de 2018, 216 herbários ativos (Gasper et al., 2020) e destas 68 coleções nacionais fazem parte do Herbário Virtual Reflora, o que corresponde 31% do número de acervos ativos.

Novas adesões ao Herbário Virtual Reflora estão em andamento, com previsão de que mais 24 herbários façam parte da rede (AFR, BR, HACAM, HATM, HB, HDELTA, HDJF, HRCB, HRJ, HUEMG, HUESB, HUNEB, HUPG, HVC, IBIUEMG, LAG, MACK, MUFAL, NIT, REAL, SPSF, UALF, UFRR, VIC), sendo que algumas dessas coleções já possuem imagens disponíveis para consulta, mas até o encerramento desse trabalho não estavam disponíveis no <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/?page=6>.

Desde o seu lançamento em 2013, o número de amostras disponíveis no Herbário Virtual Reflora tem aumentado semanalmente, partindo de 420 mil imagens na sua inauguração para a marca de um milhão de imagens em apenas 2 anos (25 de junho de 2015), das quais aproximadamente 80 mil eram tipos nomenclaturais (BFG, 2015; Forzza et al., 2015, 2017; BFG, 2018). Hoje, novembro de 2024, as coleções integrantes do Herbário Virtual Reflora contribuem com a disponibilização de

4.719.371 imagens de espécimes disponíveis no Herbário Virtual Re flora, dentre elas, 161.733 são tipos nomenclaturais e 2.028.301 são registros georeferenciados (Herbário Virtual Re flora, 2025). Segundo o Index Herbariorum, os herbários no mundo abrigam cerca de 396 milhões de espécimens e nos acervos brasileiros constam um total de 8.622.671 de exemplares, correspondendo a 2% do total (Thiers, 2024a). Ao se considerar as coleções brasileiras, que responderam à pesquisa realizada por Gasper et al. (2020), constam 6.741.469 de registros. Levando-se em consideração esta última estimativa, o Herbário Virtual Re flora disponibiliza quase 70% dos registros depositados nos acervos do país, indicando uma densidade média de 0,5 coletas por km². Conforme dados mais recentes, obtidos pela Rede Brasileira de Herbários (RBH, em novembro de 2024), o número de registros nos acervos retorna uma densidade média de 1 coleta por km² no Brasil. Segundo Shepher (2003), essa densidade não é suficiente para um levantamento analítico mais abrangente e completo da flora, sendo recomendado uma densidade de três exsicatas por km². Para alcançar esse número seria necessário ampliar em mais de 20 milhões de espécimes o total dos acervos atuais. No entanto, os esforços de coleta também devem ter como foco as diferenças e a grande variabilidade na riqueza de espécies e especificidades entre os grupos taxonômicos botânicos e o Herbário Virtual Re flora poderá subsidiar pesquisas nessa direção.

Dentre os maiores acervos do Herbário Virtual Re flora, são o RB (com 773.512 registros, Forzza, 2024), NY (384.654, Holmgren, 2024), MBM (303.846, Brotto, 2024), K (264.608, Paton, 2024), P (248.155, Invernón, 2024), HUEFS (220.397, Queiroz et al. 2024), US (128.562, Lutz S & BFG, 2024), SPF (125.753, Pirani et al., 2024), CEN (112.818, Cavalcanti, 2024), ALCB (91.188, Roque et al., 2024), UPCB (82.558. Labiak & Goldenberg, 2024) e o IBGE (81.251, Fonseca, 2024) (Figura 19).

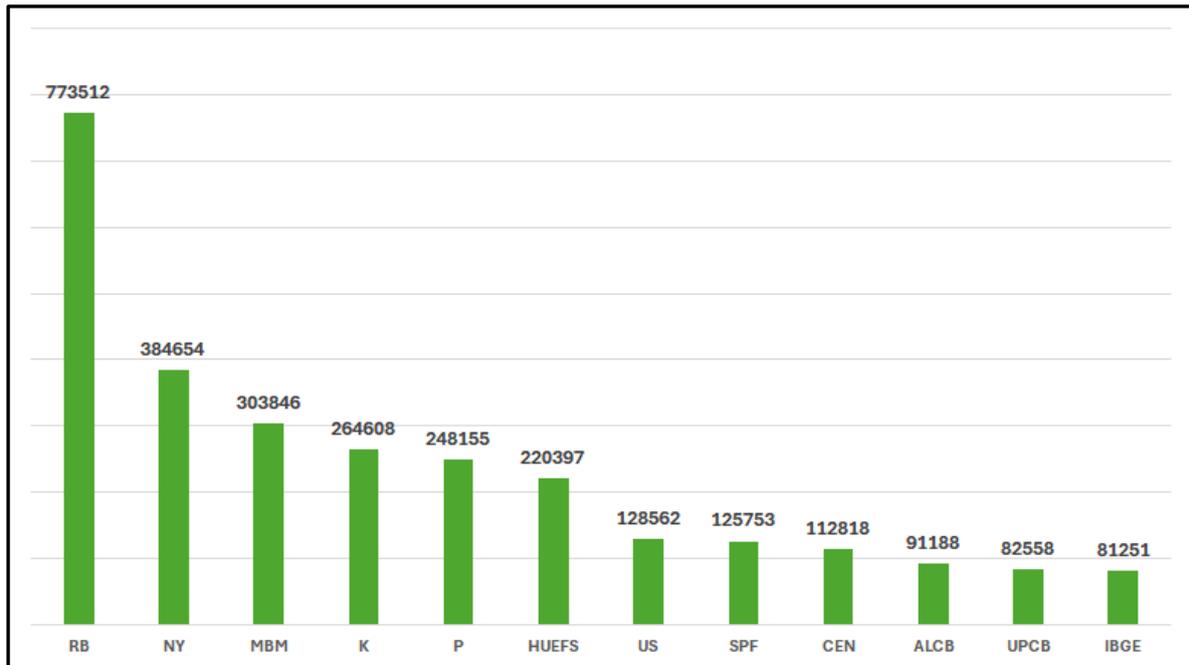


Figura 19. Os 12 maiores acervos do Herbário Virtual Reflora (Fonte: <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/?page=5>, acesso 30 de novembro de 2024).

Tabela 10. Rede de participantes do Herbário Virtual Reflora (Fonte: <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora> e Herbário Virtual Reflora, 2024).

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	A	Herbarium of the Arnold Arboretum	Harvard University	EUA	842
	ALCB	Alexandre Leal Costa	Universidade Federal da Bahia	Brazil	91.188
	AMES	Orchid Herbarium of Oakes Ames	Harvard University	EUA	286
	ASE	Herbário da Universidade Federal de Sergipe	Universidade Federal de Sergipe	Brazil	30.792
	B	Herbarium ZE Botanischer Garten und Botanisches Museum, Freie Universität Berlin	Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin Dahlem	Alemanha	37.771
	BHZB	Herbário da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte/ Jardim Botânico	Fundação ZooBotânica de Belo Horizonte	Brazil	4.213
	BRBA	Herbário da Universidade Federal do Oeste da Bahia	Universidade Federal do Oeste da Bahia	Brazil	4.821
	CEN	Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Brazil	112.818
	CEPEC	“Andre Mauricio Vieira de Carvalho” – CEPEC – Centro de Pesquisas do Cacau	Centro de Pesquisas do Cacau	Brazil	9.137
	CESJ	Herbário Leopoldo Krieger	Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF	Brazil	3.217
	CGMS	Herbário Campo Grande Mato Grosso do Sul	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Brazil	8.376

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	COR	Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus do Pantanal	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul / Campus Pantanal	Brazil	1.556
	CRI	Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz	Universidade do Extremo Sul Catarinense	Brazil	1.347
	DVPR	Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brazil	3.893
	E	Herbarium Royal Botanic Garden Edinburgh	Royal Botanic Garden Edinburgh	Escócia	8.693
	EAC	Herbário Prisco Bezerra	Universidade Federal do Ceará	Brazil	70.832
	EBC	Economic Botany Collection	Royal Botanic Gardens, Kew	Inglaterra	174
	ECT	Herbário da Embrapa Clima Temperado	Embrapa Clima Temperado	Brazil	6.312
	ECON	Economic Herbarium of Oakes Ames	Harvard University	EUA	2
	ESA	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	Universidade de São Paulo	Brazil	9.511
	EVB	Evaldo Buttura	Herbário Evaldo Buttura	Brazil	625
	FH	Farlow Reference Library and Herbarium of Cryptogamic Botany	Harvard University	EUA	290

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	FLOR	Herbário, Fungário e Algário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina	Universidade Federal de Santa Catarina	Brazil	20.111
	FURB	Herbário Dr. Roberto Miguel Klein	Universidade Regional de Blumenau	Brazil	76.752
	GH	Herbarium Harvard University	Harvard University	EUA	3.254
	HBR	Herbário Barbosa Rodrigues	Universidade Federal de Santa Catarina	Brazil	620
	HCF	Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Mourão	Brazil	30.551
	HDCF	Herbário do Departamento de Ciências Florestais	Universidade Federal de Santa Maria	Brazil	4.728
	HEPH	Herbário Ezechias Paulo Heringer	Jardim Botânico de Brasília	Brazil	28.695
	HERBAM	Herbário da Amazônia Meridional	Universidade do Estado do Mato Grosso	Brazil	3.591
	HJ	Herbário Jataiense	Universidade Federal de Goiás Unidade Jataí	Brazil	9.502
	HRCB	Herbário Rioclarense	Universidade Estadual Paulista UNESP	Brazil	105
	HSTM	Herbário da Universidade Federal do Oeste do Pará	Universidade Federal do Oeste do Pará	Brazil	10.883

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	HTO	Herbário do Tocantins	Universidade Federal do Tocantins	Brazil	4.916
	HUCP	Herbário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Pontifícia Universidade Católica do Paraná PUC	Brazil	22.676
	HUEFS	Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana	Universidade Estadual de Feira de Santana	Brazil	220.397
	HUEM	Herbário da Universidade Estadual de Maringá	Universidade Estadual de Maringá	Brazil	11.851
	HUEMG	Herbário da Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Carangola	Universidade do Estado de Minas Gerais Campus Carangola	Brazil	6.818
	HUENF	Herbário do Centro de Biociências & Biotecnologia da UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense	Brazil	10.143
	HUFU	Universidade Federal de Uberlândia	Universidade Federal de Uberlândia	Brazil	70.944
	HUNI	Herbário Prof. Jorge Pedro Pereira Carauta	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	Brazil	76
	HURB	Herbário da Universidade do Recôncavo da Bahia	Herbário da Universidade do Recôncavo da Bahia	Brazil	1.546
	HVASF	Herbário Vale do São Francisco	Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	Brazil	991
	HVAT	Herbário do Vale do Taquari	Herbário da Universidade do Vale do Taquari	Brazil	733

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	IAN	Herbário IAN	Embrapa Amazônia Oriental	Brazil	7.413
	IBGE	Herbário da Reserva Ecológica do IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Brazil	81.251
	ICN	Herbário ICN	Universidade Federal do Rio Grande Do Sul	Brazil	56.246
	JOI	Herbário Joinvillea	Universidade da Região de Joinville	Brazil	8.144
	K	Herbarium Royal Botanic Gardens	Royal Botanic Gardens, Kew	Inglaterra	264.608
	LUSC	Herbário Lages da Universidade do Estado de Santa Catarina	Universidade do Estado de Santa Catarina	Brazil	6.688
	MAC	Herbário do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas	Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas	Brazil	19.846
	MBM	Museu Botânico Municipal de Curitiba	Museu Botânico Municipal de Curitiba	Brazil	303.846
	MBML	Herbário do Museu de Biologia Mello Leitão	Museu de Biologia Mello Leitão	Brazil	2.618
	MG	Herbário João Murça Pires	Museu Paraense Emílio Goeldi	Brazil	59.743
	MO	Herbarium Missouri Botanical Garden	Missouri Botanical Garden	EUA	60.074

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	MUFAL	Herbário Honório Monteiro	Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas	Brazil	3.487
	NY	Herbarium The New York Botanical Garden	The New York Botanical Garden	EUA	384.654
	P	Herbier National Muséum National d'Histoire Naturelle	Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris	França	248.155
	PC	Herbier National Cryptogamy Collection at the Muséum National d'Histoire Naturelle	Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris	França	3.605
	PEL	Herbário da Universidade Federal de Pelotas	Universidade Federal de Pelotas	Brazil	3.944
	PMSP	Herbário Municipal de São Paulo	Prefeitura do Município de São Paulo	Brazil	18.555
	R	Herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro	Museu Nacional/UFRJ	Brazil	33.719
	RB	Jardim Botânico do Rio de Janeiro	Jardim Botânico do Rio de Janeiro	Brazil	773.512
	RBR	Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Brazil	14.847
	REAL	Coleção Biológica Realeza	Universidade Federal da Fronteira Sul	Brazil	303
	RFA	Herbário do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro	Herbário da Universidade Federal do Rio de Janeiro.	Brazil	44.887

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	RFFP	Herbário da Faculdade de Formação de Professores da UERJ	Herbário da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.	Brazil	22.037
	RON	Herbário Rondoniense - João Geraldo Kuhlmann	Universidade Federal de Rondônia	Brazil	13.929
	RSPF	Herbário da Universidade de Passo Fundo	Universidade de Passo Fundo	Brazil	953
	S	Steere Herbarium	Swedish Museum of Natural History	Suécia	31.232
	SAMES	Herbário São Mateus - Espírito Santos	Universidade Federal do Espírito Santo	Brazil	11.785
	SJRP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Brazil	22.944
	SLUI	Herbário Rosa Mochel	Universidade Estadual do Maranhão.	Brazil	9.551
	SOF	Swiss Orchid Foundation	Swiss Orchid Foundation	Suíça	562
	SPF	Universidade de São Paulo	Universidade de São Paulo	Brazil	125.753
	TEPB	Herbário Graziela Barroso	Universidade Federal do Piauí	Brazil	2.892
	UB	Herbário da Universidade de Brasília	Universidade de Brasília	Brazil	5.612

Logo	Acrônimo	Nome	Instituição	País	Records
	UFG	Herbário da Universidade Federal de Goiás	Universidade Federal de Goiás	Brazil	17.061
	UFRN	Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Brazil	27.184
	UNIP	Universidade Paulista	Universidade Paulista	Brazil	7.393
	UNOP	Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Brazil	17.07
	UPCB	Herbário William Antonio Rodrigues	Universidade Federal de Paraná	Brazil	82.558
	US	United States National Herbarium	Smithsonian Institute	EUA	128.562
	VIES	Universidade Federal do Espírito Santo	Universidade Federal do Espírito Santo	Brazil	55.53
	W	HerbariumNaturhistorisches Museum Wien	Naturhistorisches Museum Wien	Austria	40.246

Funcionalidades do Herbário Virtual Reflora

O Herbário Virtual Reflora oferece uma série de funcionalidades que visam facilitar a pesquisa e o gerenciamento de dados digitalizados das coleções. As funcionalidades disponíveis no Herbário Virtual Reflora para consulta pública incluem desde pesquisas simples de uma espécie até opções avançadas e ambas envolvem Modo de Consulta (Por listagem ou por imagens), Espécimes por Página (20, 50 ou 100), Mostrar Duplicatas, Espécimes Indeterminados, Apenas Artefatos, Apenas Xiloteca, Histórico de Determinações, apenas com Coordenadas, Apenas Typus,

Testemunhos Associados e Apenas com Imagens do Herbário Virtual. Embora exista essa última opção no Herbário Virtual Re flora só entram registros com imagens.

A consulta simples oferece ainda a possibilidade do uso do caractere especial “*” na pesquisa, como por exemplo, sendo possível buscar por:

- todos os nomes que comecem com ulva (ulva*);
- todos os nomes que terminem com ulva (*ulva);
- por ulva em qualquer parte do nome (*ulva*); e
- nomes exatos (ulva).

A consulta avançada oferece os campos de pesquisa Código de Barra, Dados de Determinação (Lista de Nomes - os nomes dos táxons devem vir separados por vírgula e não devem conter o nome dos seus autores - Família, Gênero, Espécie, Infraespécie, Autor do Táxon, Determinador, Data da Determinação - podendo selecionar uma data específica ou um intervalo de tempo, Herbário de Origem, Origem da Imagem - Dados da Coleta - Coletor, Número da Coleta, Data da Coleta (podendo selecionar uma data específica ou um intervalo de tempo), Localidade, Município, Elevação/Profundidade - Máxima e Mínima, Descrição da planta e Coordenadas geográficas com a possibilidade de delimitar uma área geográfica específica no mapa para buscar espécimes coletados nessa região Figura 21). A pesquisa no Herbário Virtual Re flora traz uma lista de exemplares conforme a consulta realizada e fornece ainda a opção de visualização em um mapa (Figura 22). Há ainda a possibilidade de baixar diversas informações do resultado da consulta em arquivos nos formatos “.csv” ou “.xml”. Oferece ainda notícias e estatísticas do Herbário Virtual Re flora com informações referentes a atualização e visualização, as imagens das exsicatas/espécimes, a relação com a plataforma da Flora e Funga do Brasil, dados sobre a coleta, as determinações e busca que serão detalhadas abaixo.

Ao clicar na imagem do exemplar consultado, uma nova janela é aberta permitindo uma visualização ampliada, com a possibilidade de observar detalhes em diferentes tamanhos com os ícones de ampliação (+) ou redução (-) e a medição pelo ícone “Scale” (Figura 23b e c). Através do ícone “Go home” a visualização da exsicata é ajustada até a um determinado limite (Figura 23a). Com essa limitação, a melhor maneira de visualizar o exemplar é com o monitor posicionado verticalmente configurado para exibição em modo retrato (Figura 24), onde a imagem da exsicata ocupa cerca de 61,5% da área útil da tela. Em monitores horizontais configurados para exibição no formato paisagem a imagem ocupa somente cerca de 18% da área útil da tela.

HERBÁRIO VIRTUAL
PT [Login](#)

Consulta Pública do Herbarário Virtual

Modo de Consulta [?]
Espécimes por página
 Mostrar Duplicatas

Espécimes Indeterminados
 Apenas Artefatos
 Apenas Xiloteca

Histórico de Determinações
 Apenas com Coordenada
 Apenas Typus [?]

Testemunhos Associados
 Apenas com Imagens

Busca Simples

Nome Científico [?]

Página Inicial | **Notícias** | **Estatísticas**

Herbário Virtual

Em dezembro de 2010, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) recebeu do CNPq a missão de construir um herbarário virtual para abrigar imagens em alta resolução de plantas brasileiras depositadas em herbarários de outros países, criando em uma instituição pública brasileira a capacidade de armazenar e fornecer dados de qualidade sobre a nossa flora. O **Herbário Virtual Reflora** foi construído com intuito de permitir que taxonomistas trabalhem de forma semelhante ao que já fazem nos acervos físicos, com acesso às imagens das exsicatas em alta resolução em uma plataforma online que permite a consulta, reidentificação e tipificação das amostras, além de outras funcionalidades. Vale mencionar ainda, que os curadores das instituições parceiras podem gerar relatórios do sistema para auxiliarem nas atualizações das coleções "físicas". Este sistema inovador foi lançado em 2013 e conta com a rede de taxonomistas atuantes nos projetos **Lista de Espécies da Flora do Brasil**, **Flora do Brasil 2020** e, agora, **Flora e Funga do Brasil** para a atualização de seus dados.

Os primeiros parceiros desta iniciativa foram os herbarários K (Royal Botanic Gardens, Kew) e P/PC (Muséum national d'histoire naturelle, Paris), cujas imagens se somaram às do herbarário RB, do próprio JBRJ. A partir de 2014, com apoio do **SIBBr** (Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira) e do **IFN** (Inventário Florestal Nacional), outros herbarários europeus, norte americanos e brasileiros foram incluídos no projeto, alguns deles recebendo equipamentos, treinamento e bolsistas para a digitalização de seus espécimes.

Atualmente existem **86 coleções** publicadas no Herbarário Virtual Reflora, são elas: Harvard University (A, AMES, ECON, FH, GH), Herbarário Alexandre Leal Costa (ALCB), Herbarário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem (B), Herbarário da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (BHZB), Herbarário da Universidade Federal do Oeste da Bahia (BRBA), Herbarário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN), Herbarário do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Herbarário Leopoldo Krieger (CESJ), Herbarário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CGMS), Herbarário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (COR), Herbarário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), Herbarário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos (DVPR), Royal Botanic Garden Edinburgh (E), Herbarário Pisco Bezerra (EAC), Royal Botanic Gardens, Kew (EBC, K), Herbarário da Embrapa Clima Temperado (ECT), Herbarário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESA), Herbarário Eivaldo Buttura (EVB), Herbarário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR), Herbarário Dr. Roberto Miguel Klein (FURB), Herbarário Barbosa Rodrigues (HBR), Herbarário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (HCF), Herbarário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade de Santa Maria (HDCF), Herbarário Ezequias Paulo Heringer (HEPH), Herbarário da Amazônia Meridional (HERBAM), Herbarário da Universidade Federal de Jataí (HJ), Herbarário Rioclaresense (HRCB), Herbarário Engenheira Agrônoma Fátima Meckedece (HSTM), Herbarário do Tocantins (HTO), Herbarário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (HUCP), Herbarário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), Herbarário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM), Herbarário da Universidade do Estado de Minas Gerais - Carangola (HUEMG), Herbarário do Centro de Biotecnologia e Biotecnologia da UENF (HUENF), Herbarário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Jequié (HUESB), Herbarium Uberlandense (HUFU), Herbarário da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (HUNI), Herbarário da Universidade do Recôncavo da Bahia (HURB), Herbarário da Universidade Federal do Vale do São Francisco (HVASF), Herbarário da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), Herbarário da Reserva Ecológica do IBGE (IBGE), Herbarário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN), Herbarário da Universidade da Região de Joinville (JOI), Herbarário Lages da Universidade do Estado de Santa Catarina (LUSC), Herbarário do Instituto de Meio Ambiente (MAC), Herbarário do Museu Botânico Municipal (MBM), Herbarário do Museu de Biologia Mello Leitão (MBML), Herbarário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG), Missouri Botanical Garden (MO), Herbarário Honório Monteiro (MUFAL), The New York Botanical Garden (NY), Muséum national d'histoire naturelle, Paris (P, PC), Herbarário da Universidade Federal de Pelotas (PEL), Herbarário Municipal de São Paulo (PMSP), Herbarário da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Museu Nacional (R), Herbarário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Herbarário do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RBR), Herbarário da Universidade Federal da Fronteira Sul (REAL), Herbarário do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RFA), Herbarário da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (RFFP), Herbarário Rondoniense (RON), Herbarário da Universidade de Passo Fundo (RSPF), Naturhistoriska Riksmuseet (S), Herbarário da Universidade Federal do Espírito Santo - São Mateus (SAMES), Herbarário da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (SJRP), Herbarário Rosa Mochel (SLUI), Swiss Orchid Foundation (SOF), Herbarário da Universidade de São Paulo (SPF), Herbarário Graziela Barroso (TEPB), Herbarário da Universidade de Brasília (UB), Herbarário da Universidade Federal de Goiás (UFG), Herbarário da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Herbarário da Universidade Federal de Roraima (UFRR), Herbarário da Universidade Paulista (UNIP), Herbarário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNOP), Herbarário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná (UPCB), Smithsonian Institute (US), Herbarário Central da Universidade Federal do Espírito Santo (VIES) e Naturhistorisches Museum Wien (W).

Neste momento existem **4719371** imagens de espécimes disponíveis no Herbarário Virtual Reflora e, dentre elas, **161743** são tipos nomenclaturais e **2028286** são registros georeferenciados.

Caso você seja um taxonomista de formação e queira ser um colaborador do Herbarário Virtual Reflora envie uma solicitação para o nosso e-mail de contato. E caso você seja um curador que queira publicar as imagens e dados do seu acervo neste herbarário entre em contato conosco. Teremos grande prazer em viabilizar sua iniciativa.

Contato

reflora@jbrj.gov.br

Como Citar

Reflora - Herbarário Virtual. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em 18/12/2024

Busca Avançada e Busca por Mapa

Código de Barra

Determinação

Lista de Nomes [?]

Família [?]
Gênero [?]

Espécie [?]
Infraespécie [?]

Autor do Taxon [?]
Determinador [?]

Herbário de Origem
De:
Até:

Origem da Imagem

Dados da Coleta

Coletor [?]
Número da Coleta

Data da Coleta [?]
De:
Até:
Localidade [?]

Município [?]

Elevação/Profundidade:
Máxima
Mínima
Descrição da planta [?]

Latitude
Máxima ° ' "
Mínima ° ' "

Longitude
Máxima ° ' "
Mínima ° ' "

Ativar/Desativar Mapa [?]

Figura 21. Página principal de apresentação do Herbarário Virtual Reflora com os campos de busca simples e avançada.

REFLORA HERBÁRIO VIRTUAL PT - Login

Resultado da Busca

[Copiar Link](#) [Atualizar Consulta](#) [Gerar Relatório](#) [Nova Consulta](#)

Por listagem No Mapa Tipos

Consulta Herbário Virtual- Por listagem, Gênero=Adiantum, Espécie=raddianum, Determinador=J. Prado

Total de exsicatas: 178 Total de duplicatas: 0 Total de exsicatas com coordenadas geográficas: 151 Total de determinações: 178 Total de imagens: 178 Total de exsicatas com coordenadas geográficas reais: 50 Total de exsicatas com coordenadas geográficas inferidas: 101
Tempo de Consulta: 13.91 seg

Páginas 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Foto	Código de Barra	Dados de Determinação	Procedência	Coletor	Data de Coleta
	RB00515516	PTERIDACEAE <i>Adiantum raddianum</i> C.Presl Determinador: J. Prado; R.Y. Hirai em s.d.	Brasil, São Paulo, Taquarivã, Rodovia Francisco Alves Negrão, SP 258, margem do rio Apiaí, km 248. Mata ciliar alterada.	R.C. Forzza, 4752	23/10/2007
	NY00812213	PTERIDACEAE <i>Adiantum raddianum</i> C.Presl Determinador: J. Prado em s.d.	Brasil, São Paulo, Guapira.	A. C. Brade, 6278	27/04/1913
	NY00812207	PTERIDACEAE <i>Adiantum raddianum</i> C.Presl Determinador: J. Prado em s.d.	Brasil, Rio de Janeiro, Tijuca.	A. F. M. Glaziou, 439	~11/1866
	NY01016518	PTERIDACEAE <i>Adiantum raddianum</i> C.Presl Determinador: J. Prado em ~1/1997	Brasil, Rio de Janeiro.	A. F. Regnell, 270	s.d.
	RB01282798	PTERIDACEAE <i>Adiantum raddianum</i> C.Presl Determinador: J. Prado em ~05/1999	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Estrada Vista Chinesa Km 2	Almeida,H.A.de, 1	07/05/1979

REFLORA HERBÁRIO VIRTUAL PT - Login

Resultado da Busca

[Copiar Link](#) [Atualizar Consulta](#) [Gerar Relatório](#) [Nova Consulta](#)

Por listagem No Mapa Tipos

Consulta Herbário Virtual- Por listagem, Gênero=Adiantum, Espécie=raddianum, Determinador=J. Prado

Total de exsicatas: 178 Exsicatas sem coordenadas: 27 Exsicatas Georreferenciadas: 151 Total de duplicatas: 0 Exibindo: 500
Exsicata Georreferenciada no mapa: 151 # por pontos: 50 # por áreas: 101

Figura 22. Exemplo de resultado de busca avançada realizada no Herbário Virtual Reflora, por meio dos campos "gênero" (*Adiantum*) e "espécie" (*raddianum*) e determinador (J. Prado), cujo resultado traz informações sobre 178 exsicatas disponíveis na aba "Por Listagem" e destas 151 estão georreferenciadas sendo possível visualizá-las na aba "No mapa".

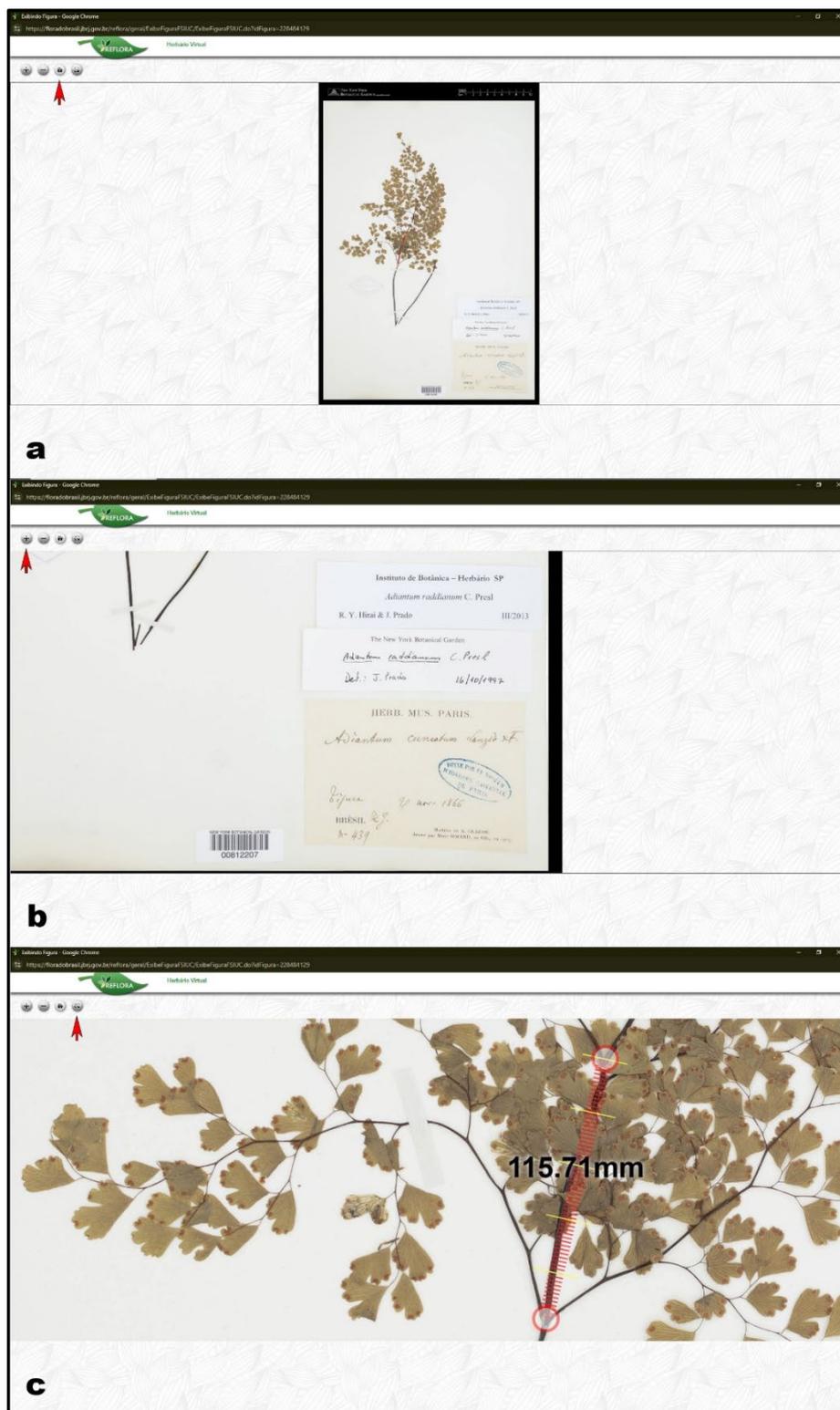


Figura 23. Visualização de imagem do material pesquisado. a) Através do ícone “Go home” a visualização total da exsicata é ajustada. b) Ampliação da imagem para visualização de detalhes por meio do ícone +. c) Máxima ampliação permitida e a medição da imagem.

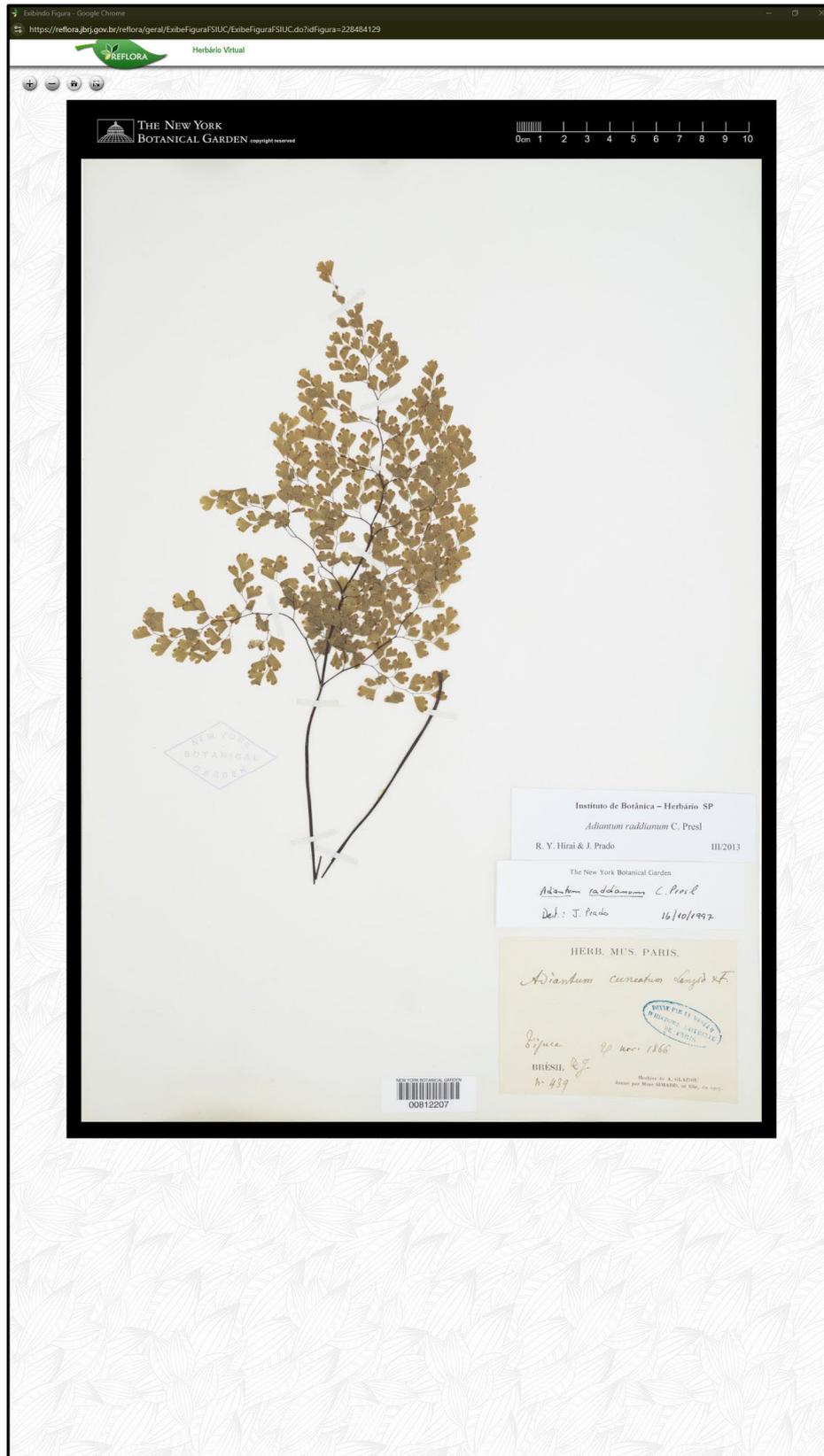


Figura 24. A visualização total da exsicata em monitor na posição vertical configurados no modo de exibição retrato. A imagem da exsicata representa 61,5% da área útil da tela.

No link “Atualização e Visualização” são apresentadas estatísticas relacionadas ao total de duplicatas associadas, de novas determinações e outras ações relacionadas aos dados dos registros, como total de alterações dos metadados, total de alterações no georreferenciamento e total de edições (Figura 25). São exibidas três listas referentes às exsicatas mais visualizadas, as mais alteradas e as mais antigas e aquelas sem visualizações. As listas são apresentadas com o código de barras, o nome da espécie e o número de visualizações, etc. e todas possuem a opção de serem exportadas nos formatos “.csv” ou “.xml”.

HERBÁRIO VIRTUAL

Atualização e Visualização

Exsicatas mais visualizadas

Páginas: 1 2 3 4 5

Código de Barra	Nome	Visualizações	
CEPEC90014789	ABIOLBODACEAE: <i>Abolboda americana</i> (Aubl.) Lantsov	1236	Q
K000537012	MELASTOMACEAE: <i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	700	Q
RB00542526	LACISTEMACEAE: <i>Lacistemopsis poculifera</i> Kuhn	638	Q
K000643315	POACEAE: <i>Mesocetum alatum</i> Flg.	483	Q
RB00680272	OCHNACEAE: <i>Luxemburgia damazioana</i> Beauverd	444	Q
RB00686411	OCHNACEAE: <i>Evassia calophylla</i> DC.	436	Q
RB00543044	QUINACEAE: <i>Lacutaria sampaloi</i> Ducke	413	Q
RB00235770	MELASTOMACEAE: <i>Bellucia impenata</i> Sald. & Cogn.	408	Q
RB00543038	QUINACEAE: <i>Lacutaria minor</i> Ducke	394	Q
RB00516169	OCHNACEAE: <i>Luxemburgia hatschbachiana</i> Sastre	386	Q

Exportar como: [CSV](#) [XML](#)

Exsicatas mais alteradas

Páginas: 1 2 3 4 5

Código de Barra	Nome Completo	Coletor	Localidade	Categoria da Última Edição	Número de Alterações	
MO1421169	ERIOCAULACEAE: <i>Peperanthus trifidus</i> (Schrad.) Kunth	Howard S. Irwin	Dado não informado	Determinação	21	Q
W15890264607	PODOSTEMACEAE: <i>Rhynchosia liviana</i> Tul.	Spruce	Dado não informado	Associar Duplicata	20	Q
RB00312379	MYRTACEAE: <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	M. A. L.	Dado não informado	Associar Duplicata	19	Q
K000486863	ASTERACEAE: <i>Praxella asperulosa</i> (Baker) R.M. King & H. Rob. (1)	Appun, C.F.	Dado não informado	Determinação	18	Q
MO1321289	COMMELINACEAE: <i>Tradescantia tenella</i> Kunth	Gert G. Hatschbach	Dado não informado	Determinação	18	Q
RB00642594	ATHYRIACEAE: <i>Athyrium asplenoides</i> (Michx.) A.A. Eaton	Samuel B. Jones	Dado não informado	Associar Duplicata	17	Q
K000642009	PODOSTEMACEAE: <i>Rhynchosia varians</i> var. <i>tricholoba</i> Spruce/Spruce in DC. ex Wedd	Spruce, R.	Dado não informado	Associar Duplicata	17	Q
P00847326	AMARYLLIDACEAE: <i>Crinum americanum</i> L.	Harley	Dado não informado	Determinação	16	Q
W20040000001	APOCYNACEAE: <i>Allamanda angustifolia</i> Pohl	G. Hatschbach	Dado não informado	Alteração	14	Q
K000930028	FABACEAE: <i>Citrona cf. farchildiana</i> R.A. Howard	C.A. Cid	Dado não informado	Determinação	14	Q

Exportar como: [CSV](#) [XML](#)

[Gerar Relatório Exsicatas mais Alteradas](#)

Sinopse

Total de Duplicatas Associadas:	6503
Total de Novas Determinações:	69672
Total de Alterações de Metadados:	13965
Total de Alterações de Georreferenciamento:	13293
Total de Edição:	103433

Exsicatas mais antigas e sem atualização

Páginas: 1 2 3 4 5

Código de Barra	Nome Completo	Dados da Coleta	
W0056963	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1533	Q
W0056963	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1533	Q
W0056963	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1533	Q
W0056963	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1533	Q
W0056966	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1535	Q
W0056966	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1535	Q
W0056966	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1535	Q
W0056966	ANACARDIACEAE: <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	--1535	Q
W0056950	ANACARDIACEAE: <i>Litsea brasiliensis</i> Marchand	--02/1542	Q
W0056950	ANACARDIACEAE: <i>Litsea brasiliensis</i> Marchand	--02/1542	Q
W0056950	ANACARDIACEAE: <i>Litsea brasiliensis</i> Marchand	--02/1542	Q

Exportar como: [CSV](#) [XML](#)

Figura 25. Página do Herbário Virtual Reflora referente a estatísticas relacionadas a "Atualização e Visualização".

As estatísticas relacionadas às exsicatas disponíveis na aba “Por estado”, apresentam dados gerais sobre o número total de exsicatas coletadas por unidade da federação, incluindo a quantidade em herbários nacionais e internacionais e menciona a quantidade total de exsicatas disponíveis. Fornece uma análise detalhada da quantidade de exsicatas por estado, incluindo a densidade de coletas por quilômetro quadrado (Tab. 11). Apresenta uma tabela com os estados e suas respectivas quantidades de exsicatas, permitindo uma comparação entre eles. Mostra a quantidade de exsicatas por família, gênero e espécie. Inclui lista das 50 famílias, gêneros e espécies com o maior número de exsicatas, destacando a diversidade botânica do Brasil. Também apresenta porcentagens relacionadas ao total de dados utilizados.

Tabela 11. Número e abrangência de coletas por Unidade da Federação (UF) (Fontes: IBGE e Reflora, 2024).

UF	UF_SIGLA	Área UF (Km ²)	Exsicatas (Herbário Virtual Reflora)	Coletas/Km ²
Distrito Federal	DF	5.760.783	144.068	25,01
Rio de Janeiro	RJ	43.750.425	347.647	7,95
Espírito Santo	ES	46.074.448	170.938	3,71
Santa Catarina	SC	95.730.690	197.791	2,07
Paraná	PR	199.298.981	348.936	1,75
Sergipe	SE	21.938.188	36.594	1,67
Alagoas	AL	27.830.661	31.543	1,13
Bahia	BA	564.760.429	597.176	1,06
São Paulo	SP	248.219.485	245.743	0,99
Minas Gerais	MG	586.513.984	443.867	0,76
Ceará	CE	148.894.447	94.736	0,64
Goiás	GO	340.242.860	203.568	0,60
Rio Grande do Norte	RN	52.809.599	31.377	0,59
Pernambuco	PE	98.067.877	52.743	0,54
Rio Grande do Sul	RS	281.707.150	122.050	0,43
Paraíba	PB	56.467.242	15.600	0,28
Rondônia	RO	237.754.171	55.277	0,23
Acre	AC	164.173.525	37.877	0,23
Amapá	AP	142.470.762	27.365	0,19
Mato Grosso do Sul	MS	357.142.010	66.359	0,19
Pará	PA	1.245.870.242	173.273	0,14
Tocantins	TO	277.423.627	385.20	0,14
Roraima	RR	223.644.534	29.665	0,13
Mato Grosso	MT	903.208.362	116.175	0,13
Maranhão	MA	329.651.495	39.064	0,12
Amazonas	AM	1.559.256.365	178.137	0,11
Piauí	PI	251.755.481	28.255	0,11

Na aba “Por herbário”, apresenta a quantidade total de exsicatas nos herbários nacionais (3.093.646) e internacionais (1.316.844). Fornece uma tabela com os herbários que possuem o maior número de registros oriundos do Brasil, sendo: RB com 777.761, NY com 384.683, MBM: com 310.497, K com 264.564, P com 244.828, além de outros herbários com suas respectivas quantidades. Mostra a quantidade de registros por família, destacando as com maior número de registros, como: FABACEAE com 463.424, ASTERACEAE com 300.745, MELASTOMATACEAE com 208.955, dentre outras. Consta ainda a quantidade de registros catalogados por gênero, sendo os 10 maiores: *Eugenia* L. com 4.419, *Miconia* Ruiz & Pav. com 4.405, *Byrsonima* Rich. ex Juss. com 3.689, *Croton* L. com 3.617, *Ouratea* Aubl. com 3.248, *Piper* L. com 3.244, *Myrcia* DC. com 3.105, *Smilax* L. com 3.099, *Inga* Mill. com 2.963, *Mimosa* L. com 2.920. As 10 espécies com maior quantidade de exsicatas são: *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (6.076 exsicatas), *Tapirira guianensis* Aubl. (4.934 exsicatas), *Casearia sylvestris* Sw. (4.745 exsicatas), *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (4.295 exsicatas), *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. (3.790 exsicatas), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (3.185 exsicatas), *Trema micrantha* (L.) Blume (3.052 exsicatas), *Byrsonima sericea* DC. (3.047 exsicatas), *Marcetia taxifolia* (A.St.-Hil.) DC. (2.778 exsicatas) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (2.737 exsicatas).

Na aba “Não georreferenciadas” apresenta dados gerais sobre o total de registros (4.506.186) dos quais 2.340.434 não possuem dados de georreferenciamento, sendo 3.093.646 de herbários nacionais e 1.316.844 de herbários internacionais. Fornece ainda uma lista de registros de famílias, gêneros e espécies que possuem o maior número de exsicatas sem dados de georreferenciamento.

A relação entre o Herbário Virtual Re flora e a Flora e Funga do Brasil, apresenta estatísticas que incluem o total de espécies da Flora e Funga do Brasil que possuem imagens no Herbário Virtual Re flora (60.306) e aquelas que têm imagens de tipos nomenclaturais (27.571). Lista ainda todas as espécies da Flora e Funga que estão documentadas com imagens no Herbário Virtual, cujos dados podem ser exportados nos formatos “.csv” e “.xml”. Fornece dados sobre registros associados à Flora e Funga do Brasil, incluindo a quantidade total de exsicatas associadas (9.097) e não associadas (4.486.754), a quantidade de registros com o mesmo nome em herbários nacionais (2.164.591) e internacionais (875.917).

As estatísticas relacionadas às imagens informam a quantidade total de imagens no Herbário Virtual Re flora (4.719.371) e o número de registros que possuem imagens (4.023.879). Essas imagens incluem fotos dos materiais em herbários (exsicatas) e imagens (fotografias) das espécies

em campo. As 10 espécies com o maior número de imagens são: *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (6.146 imagens), *Tapirira guianensis* Aubl. – (5.026 imagens), *Casearia sylvestris* Sw. (4.788 imagens), *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (4.356 imagens), *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. (3.834 imagens), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (3.214 imagens), *Trema micrantha* (L.) Blume (3.211 imagens), *Byrsonima sericea* DC. (3.136 imagens), *Marcetia taxifolia* (A.St.-Hil.) DC. (2.821 imagens) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (2.784 imagens).

As estatísticas relacionadas a “Coleta” fornecem uma lista de indicadores que são as quantidades de coletas por ano, coleta anuais por estado, coletas de família por estado, coletas anuais por família, coletas por nome de coletor, herbários por estado e coletas por país. Essas consultas exibem diferentes formas de visualização gráfica das estatísticas, permitindo a análise dos dados sob diversas perspectivas dos indicadores de coleta informados com a possibilidade também de filtrar o período desejado (Figura 26).

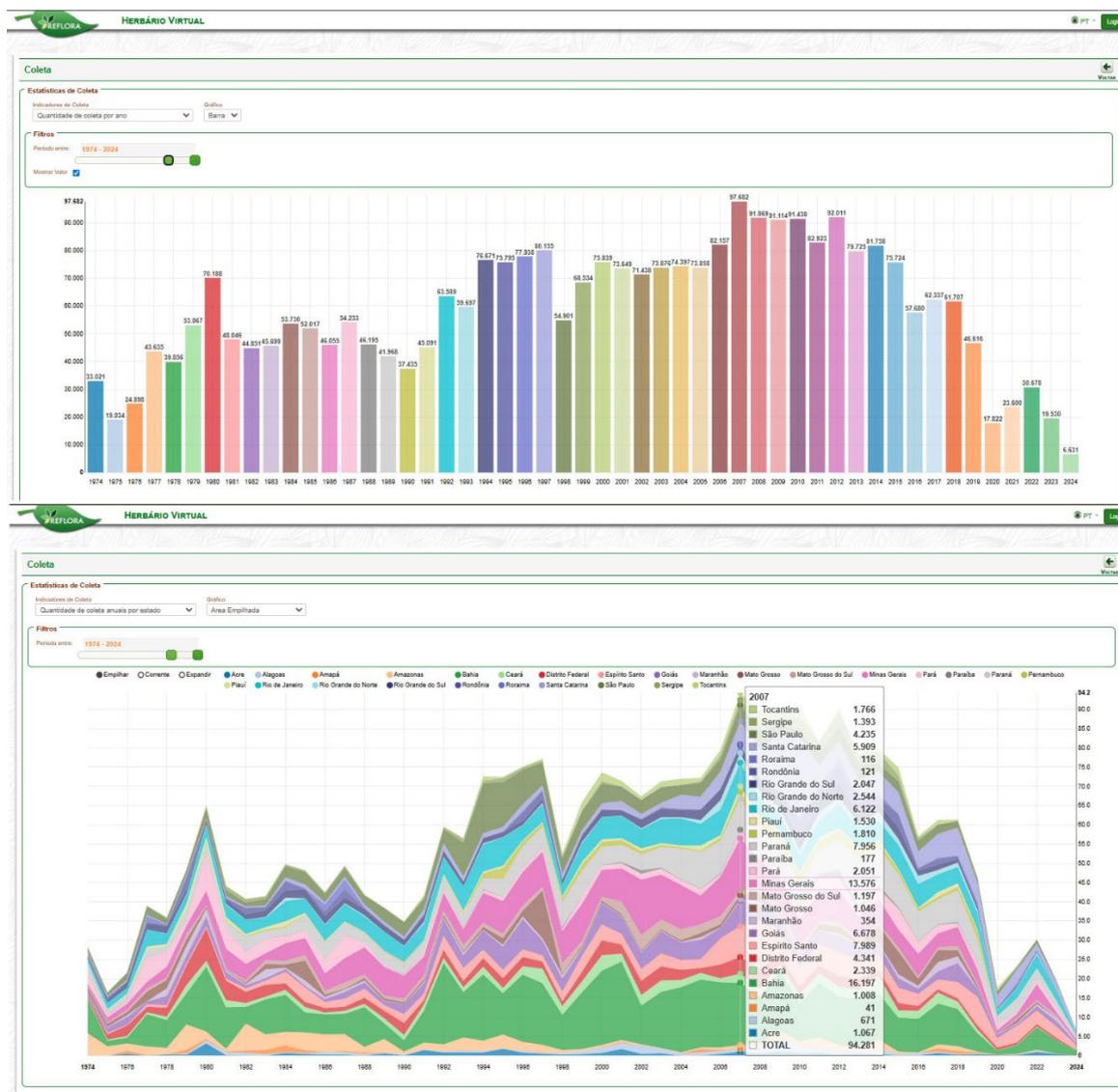


Figura 26. Estatística de quantidade de coletas por ano (gráfico de barras) e por UF no período de 1973 a 2023.

Oferece ainda, aos especialistas e gestores das coleções, acesso ao sistema usando credenciais (Figura 27) fornecidas pela equipe gestora do Herbário Virtual Reflora do JBRJ, permitindo a utilização de todas as funcionalidades disponíveis no sistema. Para esse perfil, os administradores do Herbário Virtual Reflora, elaboraram o Manual do Usuário - Herbário Virtual Reflora (Leitman et al., 2019) que oferece orientações sobre as funcionalidades do sistema, desde o acesso inicial até a busca avançada e a gestão dos dados dos espécimes (Figura 28 a Figura 30). A página inicial oferece informações essenciais, atualizações recentes feitas por outros usuários e links diretos para o espaço de trabalho de cada usuário. Essa funcionalidade mantém os usuários informados sobre as últimas informações do sistema. Além disso, é possível personalizar a

experiência ao definir filtros para as atualizações, permitindo o recebimento de notificações específicas sobre mudanças em áreas de interesse. Isso garante que os usuários se mantenham atualizados com informações relevantes. O sistema também possibilita a criação de marcadores personalizados, associação de duplicatas, assim como gerar relatórios, facilitando a organização e a indexação de espécimes. Essa ferramenta é particularmente útil para estruturar materiais de pesquisa e gerenciar tarefas, como a revisão ou categorização de itens. Por fim, a plataforma inclui a opção de relatar problemas ou enviar sugestões, subsidiando a melhoria contínua do sistema.



REFLORA

Login

araucaria

Senha

.....

Lembrar senha?

Log in

[Esqueceu sua senha?](#)

Figura 27. Acesso de perfil diferenciado ao Herbário Virtual Reflora destinados aos pesquisadores e gestores dos herbários.

REFLORA Flora e Funga do Brasil - Herbário Virtual - Ouvidoria Enviar Sugestões/Problemas PT - pinheiro -

Resultado da Consulta Atualizar Resultados Nova Consulta Copiar Link

Por listagem No Mapa Typus

Consulta Herbário Virtual=Por listagem, Coletor=pinheiro, Data da Coleta De:Sat Jan 01 00:00:00 BRST 1994, Data da Coleta Até:Tue Dec 31 00:00:00 BRST 1996, Município=Rio de Janeiro

Total de duplicatas: 0 Total de exsicatas com coordenadas geográficas: 27 Total de exsicatas: 27 Total de determinações: 26 Total de Imagens: 32 Total de exsicatas com coordenadas geográficas reais: 0 Total de exsicatas com coordenadas geográficas inferidas: 27 Tempo de Consulta: 0,01 seg

Primeira Página. Páginas 1 2

Foto	Código de Barra	Dados da Determinação	Procedência	Coletor	Data da Coleta
<input type="checkbox"/>	RB00259273	ORCHIDACEAE <i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f. Determinador: Sem determinador	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Horto Florestal, ao lado do rio dos Macacos. Proj. Veg. das Áreas do Entorno do JBRJ, P. Lage e H. Florestal.	F. Pinheiro, 49	24/03/1995
<input type="checkbox"/>	RB00260291	ORCHIDACEAE <i>Trichocentrum fuscum</i> Lindl. Determinador: T.E.C.MENEGUZZO em -02/2017	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, PEDRA DO URUBÚ, GROTÃO, PROJ. VEGETAÇÃO DAS ÁREAS DO ENTORNO DO JBRJ, P. LAGE E H. FLORESTAL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro	F.PINHEIRO, 45	17/03/1995
<input type="checkbox"/>	RB00444414	URTICACEAE <i>Ureca nitida</i> (Vell.) P.Brack Determinador: Andréia Suchoronczek em 06/06/2018	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Rio dos Macacos. Projeto Vegetação das Áreas do Entorno do JBRJ, Horto Florestal e Parque Lage.	F.Pinheiro, 43	17/03/1995
<input checked="" type="checkbox"/>	RB00635992	VELLOZIACEAE <i>Vellozia candida</i> J.C.Mikan Determinador: F. Pinheiro et P. Botelho em s.d.	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Horto Florestal, afloramento rochoso do Grotão. Projeto vegetação das áreas do entorno do JBRJ, Parque Lage e Horto Florestal.	F. Pinheiro, P. Botelho, 69	08/09/1995
<input checked="" type="checkbox"/>	K001245060	VELLOZIACEAE <i>Vellozia candida</i> J.C.Mikan Determinador: Sem determinador	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Horto Florestal	F. Pinheiro, 69	08/09/1995
<input checked="" type="checkbox"/>	K001245061	VELLOZIACEAE <i>Vellozia candida</i> J.C.Mikan Determinador: Sem determinador	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Horto Florestal, afloramento rochoso do Grotão. Projeto Vegetação das Áreas do Entorno do JBRJ, Parque Lage e Horto Florestal.	F. Pinheiro, 69	08/09/1995
<input type="checkbox"/>	RB00230853	Indeterminado	Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Horto Florestal. Próximo ao Rio dos Macacos.	F. Pinheiro, F. Botelho et C. Nogueira, 30	06/01/1995

Primeira Página. Páginas 1 2

Figura 28. Consulta por meio de perfil cadastrado, filtrada por coletor e período de coleta, indicando as possibilidades de inserir marcadores pessoais ou associar duplicatas e acessar o material por meio do ícone lupa (🔍) para edições diversas.

REFLORA Flora e Funga do Brasil - Herbário Virtual - Ouvidoria Enviar Sugestões/Problemas PT - pinheiro -

Indeterminado NOVA DETERMINAÇÃO EDITAR DADOS DO ESPÉCIME FECHAR

Dados do Espécime Histórico de Determinação Duplicatas Imagens Dados Transcritos

Origem da Imagem: Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB00230853)
Herbário de Origem: RB
Duplicatas Indicadas na Exsicata: RB 322605
Coletor Principal: F. Pinheiro
Número da Coleta: 30
Outros Coletores: F. Botelho et C. Nogueira
Data da Coleta: 06/01/1995
Local da Coleta: Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Horto Florestal. Próximo ao Rio dos Macacos.
Elevação: Dado não informado
Descrição da Planta: Costão rochoso. Em solo sobre rocha. Ambiente seco
Observações: Subarbusto cerca de 2.5 metros de altura. Heliófila. Caule liso anguloso e piloso, verde nos ramos. Folhas cartáceas discolores verdes, pilosa em ambas as faces. Inflorescência ereta, flores com cálice verde e corola vinosa com base alva. Fruto imaturo verde

Informações Gerais
 Nota: ★★★★★
 Média de avaliações: 0.0/5.0
 Visualizações: 2
Marcadores Pessoais
 Digite um novo marcador

Comentários
 adicione um novo comentário... privado Não editado

REFLORA Flora e Funga do Brasil - Herbário Virtual - Ouvidoria Enviar Sugestões/Problemas PT - pinheiro -

Indeterminado SALVAR CANCELAR

Adicionar Nova Determinação

Identificação de Espécie aff. cf.

Nome (sem autor)

Typus

Determinador

Data da Determinação / /

Notas da Determinação

Duplicatas
 Nenhum registro foi encontrado.

Figura 29. Página para edição dos dados de espécime selecionado e através do ícone “Nova determinação” acessa-se a página onde se pode efetuar uma nova identificação do exemplar.

REFLORA Flora e Funga do Brasil - Herbário Virtual - Ouvidoria Enviar Sugestões/Problemas PT - pinheiro -

Indeterminado SALVAR CANCELAR

Dados do Espécime Local da coleta

Origem da Imagem: Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB00230853)

Herbário de Origem
RB

Coletor Principal
F. Pinheiro

Número da Coleta
30

Outros Coletores +
F. Botelho et C. Nogueira -

Data da Coleta

Data Inicial 6 1 1995
Data Final

Descrição da Planta
Costão rochoso. Em solo sobre rocha. Ambiente seco

Observações
Subarbusto cerca de 2,5 metros de altura. Heliófila. Caule liso anguloso e piloso, verde nos ramos. Folhas cartáceas discoloradas verdes, pilosa em ambas as faces. Inflorescência ereta, flores com cálice verde e corola vinosa com base alva. Fruto imaturo verde

REFLORA Flora e Funga do Brasil - Herbário Virtual - Ouvidoria Enviar Sugestões/Problemas PT - pinheiro -

Indeterminado SALVAR CANCELAR

Dados do Espécime **Local da coleta**

País
Brasil

Estado
Rio de Janeiro

Município
Rio de Janeiro

Descrição da Localidade
Horto Florestal. Próximo ao Rio dos Macacos.

Latitude

Mínima
Máxima

Longitude

Mínima
Máxima

Elevação

Mínima Máxima Unidade de Medida Metro

Figura 30. Páginas de edição dos dados do espécime e do local de coleta.



A Importância do Herbário Virtual Re flora para a Gestão das Coleções, Pesquisa e Ações de Conservação

O [Herbário Virtual Re flora](#) é uma ferramenta que possui inúmeras funcionalidades, permitindo ampliar substancialmente o espectro da gestão e das pesquisas relacionadas com a biodiversidade e sua conservação, dentre muitas outras. Além disso, o Herbário Virtual Re flora possui estreito relacionamento com a [Flora e Funga do Brasil online](#), conexão esta fundamental para a catalogação e o estudo da flora brasileira ao fornecer a base nomenclatural correta das espécies, assim como, suas imagens e distribuições geográficas (Pearce, 2020).

Assim como o nome das espécies, uma das informações mais importantes em acervos *online*, sem dúvida, é o georreferenciamento associado ao espécime. O georreferenciamento constitui uma informação essencial para correlacionar dados de diferentes origens, tanto bióticos quanto abióticos (Peixoto & Morim, 2003). Dessa forma, os herbários devem discutir e estabelecer procedimentos para que o depósito de novos materiais em seus acervos sejam necessariamente georreferenciados. Essa discussão deve envolver a real situação dos herbários, com a escassez de recursos humanos, físicos e financeiros. A falta de informações completas sobre a localidade de coleta, impossibilita a inclusão de um georeferenciamento acurado, buscando-se fornecer o centróide do município ou do estado, de acordo com os dados da coleta.

Atualmente, não há mais necessidade de um aparelho específico GPS para obtenção das coordenadas, uma vez que a grande maioria dos telefones celulares possui esse recurso integrado. Um simples registro fotográfico do material por esses aparelhos, no local onde foi coletado, possibilita que diversas informações fiquem armazenadas nos metadados dos arquivos gerados, como data, hora, coordenadas geográficas e a altitude do relevo. Essas informações podem ser visualizadas e extraídas diretamente desses arquivos em aplicativos ou softwares específicos (Figura 31).

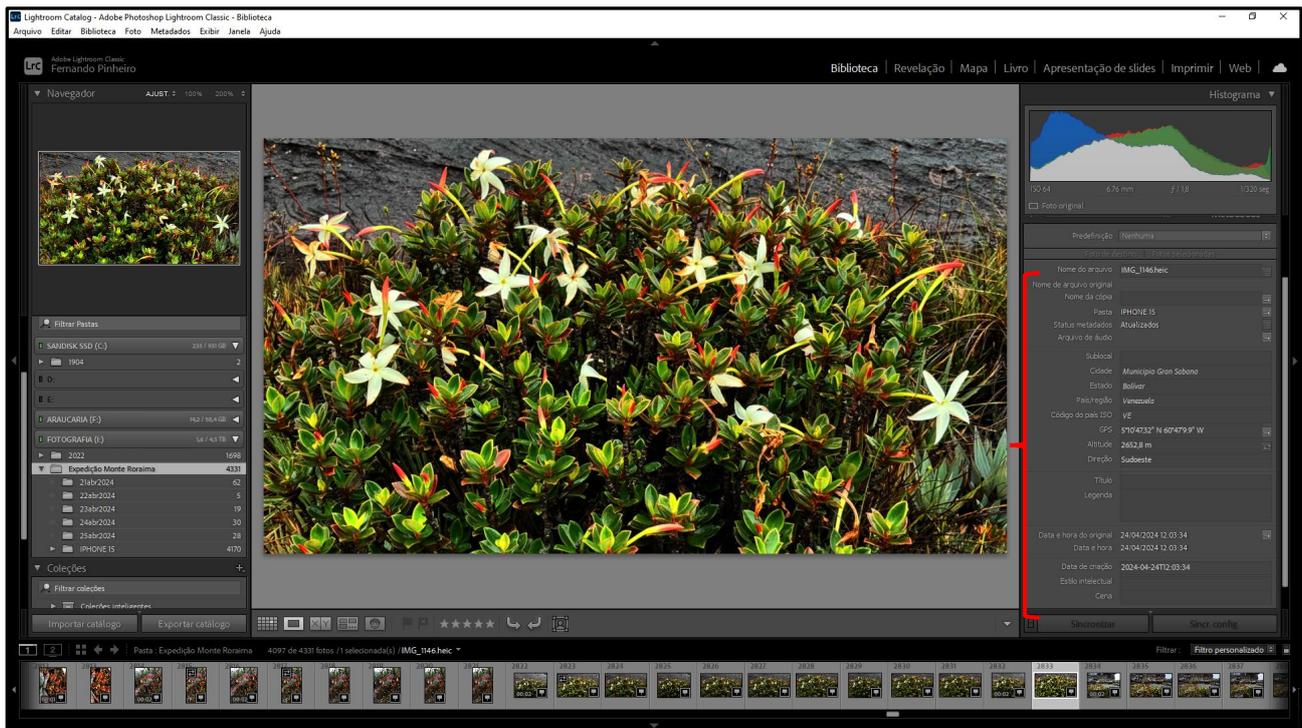


Figura 31. Visualização de arquivo fotográfico a partir do software *Adobe Lightroom*, destacando os metadados principais de coordenadas, altitude, data e hora. (Foto: F.C. Pinheiro, 2024).

Para os materiais depositados nos herbários e que não possuem essas informações do georreferenciamento, os pesquisadores e curadores de herbários responsáveis deveriam, no momento da informatização dos dados da coleção, inserir esses dados geográficos sempre em que for possível aferir a localidade da coleta da amostra. A partir dos dados de georreferenciamento das exsicatas que já constam do Herbário Virtual Re flora, observa-se que as coletas estão concentradas no centro-leste do Brasil, demonstrando que grandes áreas ainda estão descobertas de amostragem ou com baixo número de registros como as regiões do Pantanal e da Amazônia (Figura 32).

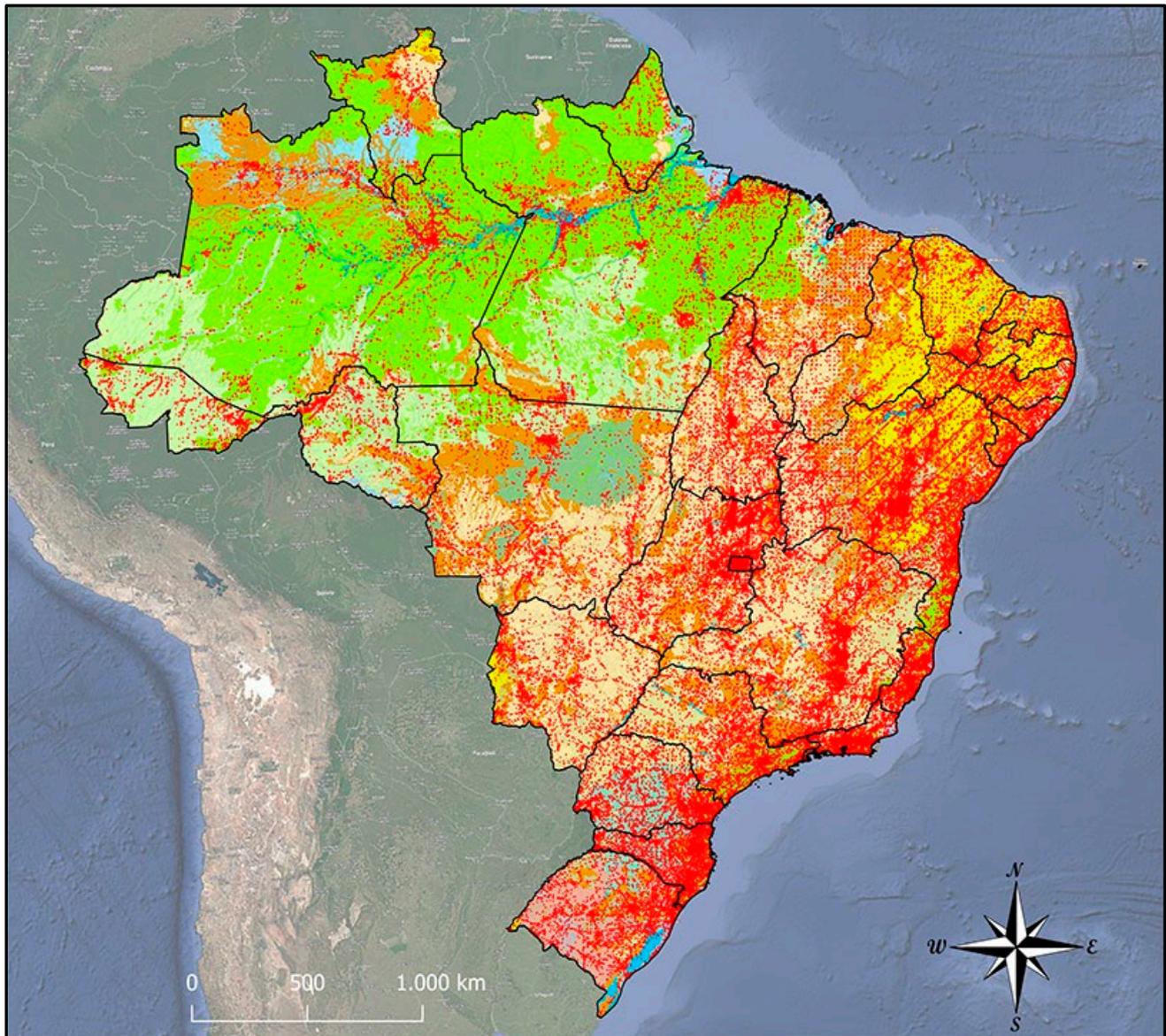


Figura 32. Pontos de coletas das exsicatas georreferenciadas constantes no Herbário Virtual Reflora. (QGIS Development Team, 2024). Fonte de dados: <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>.

No entanto, até regiões como o Distrito Federal, que é a unidade da federação com o maior número de coletas por Km² (Tab. 11), ao se observar com maior detalhe, muitas áreas estão descobertas ou com ausência de registro de coletas georreferenciadas, mesmo em unidades de conservação (Figura 33) onde comumente se concentram as pesquisas. A Figura 33b mostra a densidade de coletas georreferenciadas na Reserva Ecológica do IBGE em relação as áreas vizinhas, Jardim Botânico de Brasília (a nordeste) e a Fazenda Água Limpa da UNB (a sudoeste).

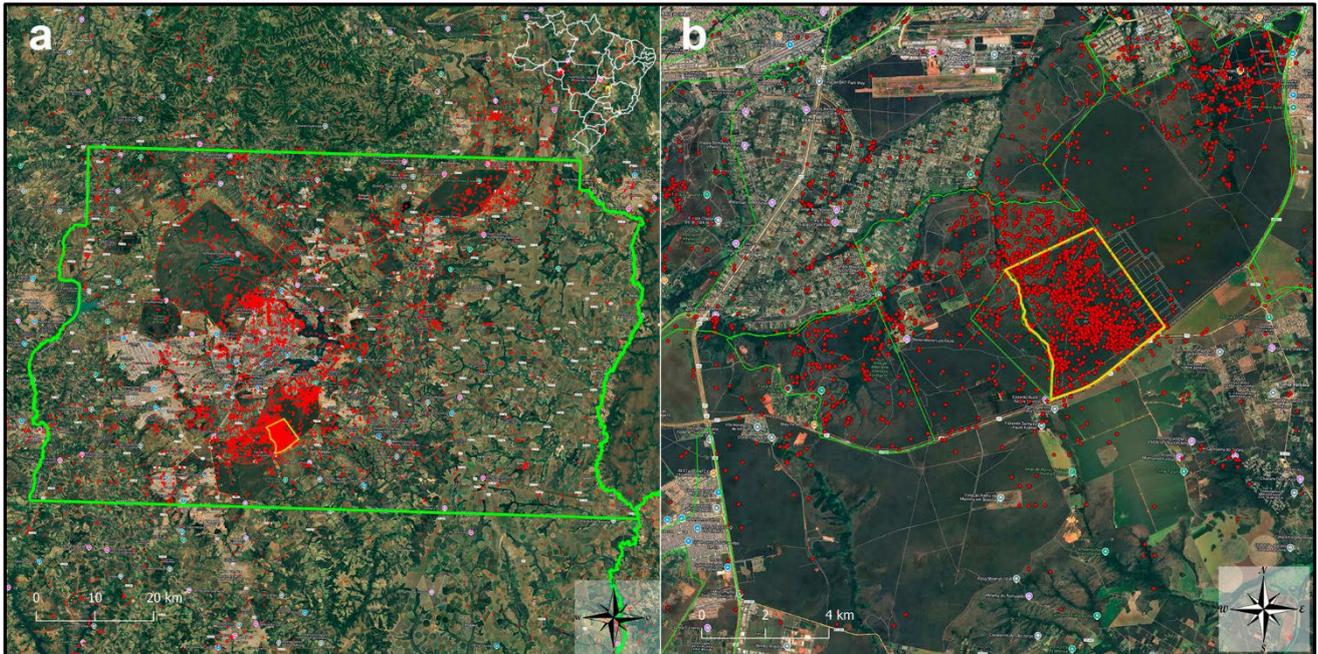


Figura 33. a) Coletas realizadas no DF; b) Reserva Ecológica do IBGE, delimitada em amarelo, sendo indicada como a região com maior densidade de coletas georreferenciadas no DF. São, aproximadamente, 9.000 coletas, numa área de 14 km², correspondendo a 643 coletas/Km². Fonte: <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora>.

A qualidade dos dados geográficos é fundamental para monitorar, modelar e compreender a distribuição das espécies, apoiando tanto ações de conservação quanto estudos ecológicos (Forzza et al., 2017; Marinoni et al., 2024). Além disso, esses dados subsidiam políticas públicas voltadas à conservação, ao fomento e à pesquisa em áreas negligenciadas. Podem ainda nortear iniciativas de pesquisadores, grupos de pesquisa e até decisões de gestores e políticas governamentais, direcionando esforços para regiões pouco exploradas, grupos taxonomicamente indefinidos ou de difícil identificação, áreas remotas com baixa frequência de coleta ou zonas vulneráveis ao desmatamento. Assim, é possível otimizar recursos financeiros, humanos e logísticos de forma mais eficiente e estratégica. É fundamental intensificar as coletas botânicas em regiões com lacunas de conhecimento, como a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal, por meio de grandes projetos que forneçam dados atualizados para subsidiar a resolução das numerosas dúvidas sobre a identidade e a circunscrição de espécies (Forzza et al. 2017b). Neste sentido, o Herbário Virtual Reflora é uma importante ferramenta pois aponta os grupos botânicos e as regiões negligenciadas tanto em pesquisas quanto em amostragens.

Desde 2017, os acessos ao Herbário Virtual Reflora ultrapassam as dezenas de milhares por ano (Figura 34), sendo 2024 o ano com o maior volume com 84.857 acessos. Os anos com o menor

número de acessos foram 2020 e 2021, período em que o mundo e o Brasil estavam em emergência em saúde pública em função da pandemia ocasionada pelo coronavírus SARS-CoV-2 - Covid-19. Esse período ficou marcado pelo isolamento social, uma vez que a transmissão do coronavírus acontece pelo contato com pessoas infectadas, ocasionando diversas restrições em todos os níveis da sociedade que resultaram em atrasos no desenvolvimento desse projeto e nos estudos de levantamentos de biodiversidade. Nesse período, o Herbário Virtual Reflora foi uma ferramenta extremamente relevante, já que possibilitou a pesquisa, mesmo com isolamento, ultrapassando os 35 mil acessos por ano. O Herbário Virtual Reflora foi particularmente importante para que a Meta 1 da GSPC para 2020 fosse alcançada, uma vez que as imagens em alta resolução e seus metadados propiciaram descrições de espécies e informações sobre distribuição, forma de vida e substrato, bem como a resolução de questões nomenclaturais, necessários para a elaboração das monografias para a Flora do Brasil 2020

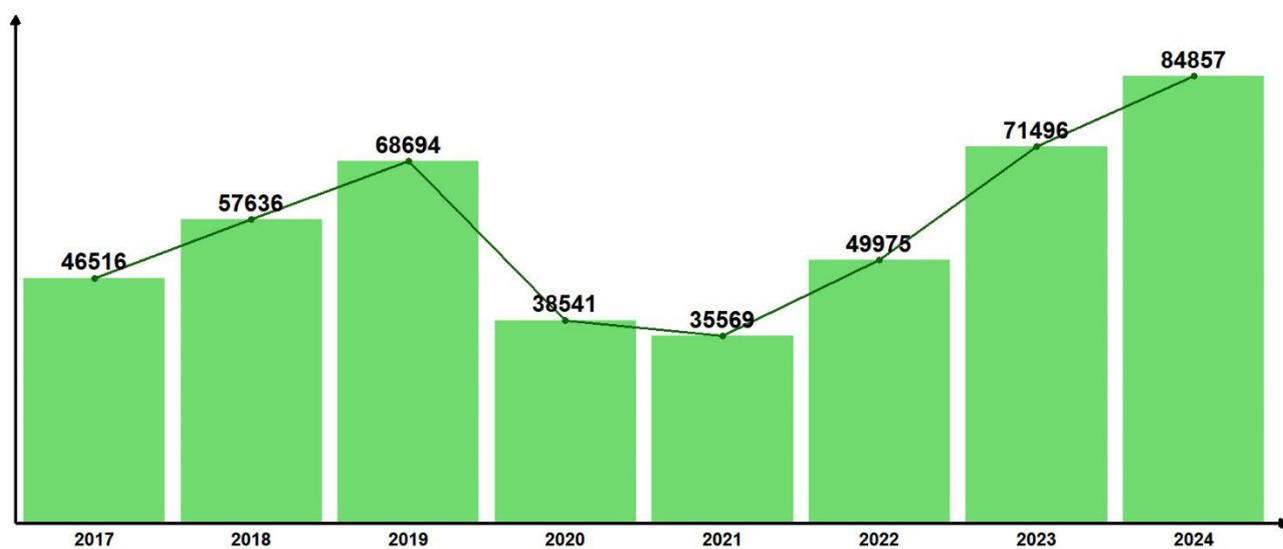


Figura 34. Número de acessos únicos ao Herbário Virtual Reflora de 2017 até 04/12/2024. (Fonte: Monitoramento Visitação Sistemas JBRJ - GOV.BRJ, 2024).

Herbários Virtuais no Brasil: Desafios, Avanços e o Papel Estratégico do Herbário Virtual Reflora

De acordo com Gasper et al. (2020), os herbários brasileiros desempenham um papel fundamental como patrimônio científico e no avanço das pesquisas sobre biodiversidade e mudanças climáticas, no entanto, enfrentam dificuldades significativas, como a falta de apoio institucional, escassez de recursos humanos e infraestrutura inadequada. Trata-se de uma realidade

mundial, na qual os herbários enfrentam vários desafios consideráveis que impactam sua operação e relevância, como escassez de recursos, digitalização incompleta dos seus acervos dificuldades de armazenamento, necessidade de demonstrar relevância científica, baixa percepção pública, falta de colaborações eficazes e escassez de pessoal qualificado (Thiers, 2024b).

O Programa Reflora e o Herbário Virtual Reflora são exemplos de como políticas públicas podem mitigar esses desafios e fortalecer a cooperação entre coleções com realidades muito distintas. O Herbário Virtual Reflora, tornou-se um recurso vital para a ciência da conservação, sendo justificadamente reconhecido como um programa de sucesso, havendo, ainda, margem significativa para melhorias, quando o foco for a conservação (Canteiro et al., 2019) ou em outros ramos das pesquisas em Botânica e em biodiversidade. Os registros de ocorrência disponíveis no Herbário Virtual Reflora são de extrema importância para as avaliações de risco de extinção realizadas pelo CNCFlora/JBRJ.

Os recursos disponibilizados para o Herbário Virtual Reflora, permitiram benefícios para que os acervos de inúmeras coleções brasileiras fossem informatizados e as informações agregadas ao projeto. Esta parceria permitiu superar uma barreira importante, pois grande parte das instituições ou coleções que aderiram à iniciativa, não possuíam ou possuem condições financeiras e uma estrutura de TI adequadas para a publicação de seus acervos *online*. Soma-se a isso o fato de que o Herbário Virtual Reflora tem como um de seus objetivos publicar todos os seus dados na plataforma *Global Biodiversity Facility* (GBIF), seguindo os modelos de dados e protocolos internacionais de comunicação estabelecidos, permitindo o uso e compartilhamento das informações com um número maior de pesquisadores e tomadores de decisões.

O Herbário Virtual Reflora, que conta com o apoio de centenas de botânicos, exemplifica o poder da digitalização ao combinar os dados físicos e as informações dos espécimes, integrando mais de 51.000 espécies de dezenas herbários brasileiros e internacionais, tornando-se um recurso essencial para a exploração e descoberta de biodiversidade em regiões subamostradas (Davis, 2023).

É fundamental reconhecer o valor inestimável das coleções e do Herbário Virtual Reflora de forma a garantir seu futuro através de investimentos contínuos e políticas públicas eficazes, para que as próximas gerações possam continuar as pesquisas para desvendar os segredos da natureza e propor soluções para construir um futuro mais sustentável para toda forma de vida do planeta. Muitos herbários precisam de investimentos para efetivar a digitalização de suas coleções. Por exemplo, o mais antigo e segundo maior herbário do Herbário Virtual Reflora, o R do Museu

Nacional/UFRJ, com um acervo estimado em 550 mil exemplares (Alves et al., 2015; Brito et al., 2015), possui apenas 33.719 exemplares disponíveis *online* (Silva, 2024), correspondendo apenas 6% da coleção. Investir no Herbário Virtual Re flora é investir nas dezenas de coleções que fazem parte dessa rede.

A digitalização de um acervo, por si só, não esgota o trabalho executado pelos herbários, muito pelo contrário, o avanço na digitalização envolve a mesma dinâmica que ocorre no processo tecnológico da TI, porém não deve cair na mesma obsolescência. As correções, ajustes, inclusões e atualizações da estrutura e das ferramentas do Herbário Virtual Re flora, assim como das informações referentes aos dados e metadados são constantes.

A digitalização dos acervos oferece um vasto campo de oportunidades para avanços e inovações, envolvendo a própria pesquisa taxonômica, p.ex., quando um especialista se depara numa situação em que precisa manipular o material herborizado. Nesta situação, uma possibilidade seria o herbário estar preparado para digitalizar esses detalhes observados e incluir as imagens de dissecação, que evidenciam detalhes micro-morfológicos essenciais ao material virtual, complementando as imagens digitais já existentes. Essa abordagem mitiga a ausência de dados nas imagens dos espécimes, aprimora sua eficácia na pesquisa taxonômica e fornece informações cruciais para a identificação de espécies, permitindo a captura, em diferentes ampliações, de estruturas ocultas, destacando aspectos fundamentais para análises detalhadas (Borges et al., 2020, Phang et al., 2022). Isso pode ser feito através da colaboração entre pesquisadores e herbários, onde pesquisadores podem anexar suas imagens de dissecação às imagens institucionais dos espécimes.

As lentes possuem limitações físicas como difração e pouca profundidade de campo. Para minimizar ou suprimir estes fenômenos, uma abordagem seria o uso da técnica do empilhamento de imagens fotográficas digitais (*focus stacking* ou *stacking images*) para a digitalização de materiais tridimensionais das coleções macro e microbiológicas, quando a profundidade de campo for um limitante da nitidez do objeto. Esse método consiste na combinação de vários registros fotográficos de um objeto em diferentes planos focais. Através de programas ou aplicativos específicos, essas imagens são combinadas, gerando uma imagem final com ampla profundidade de campo, completamente nítida. Sendino (2019) cita que os fotógrafos de Museus têm usado essa técnica para a maioria dos espécimes preservados em três dimensões pois mantém os detalhes. Essa técnica será fundamental para a digitalização de coleções de microalgas, microfungos, briófitas, etc., além de estruturas morfológicas. Embora possa sugerir uma certa artificialidade no processo,

essa possibilidade do empilhamento é a única alternativa frente a limitação ótica das lentes em macro ou microfotografias.

Outra questão se refere aos materiais indeterminados que precisam estar disponíveis para que os especialistas observem esses espécimes de forma a mitigar esse grande passivo que envolve todos os acervos.

Um benefício de grande destaque oferecido pelo Herbário Virtual Re flora e pela Flora do Brasil 2020 *online* foi subsidiar a estrutura para elaboração e a criação, em abril de 2015, do Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil – CTFB (<http://fauna.jbrj.gov.br/>). Trata-se de uma Plataforma equivalente à Flora do Brasil 2020, sendo o primeiro esforço dos zoólogos, para catalogar os grupos zoológicos que habitam terras brasileiras. Há, no entanto, muito a avançar, pois há necessidade de grandes investimentos, principalmente em recursos humanos no sentido de alimentar o catálogo com informações validadas sobre a fauna brasileira. A botânica avançou na tradição de troca de materiais entre instituições para uma melhor determinação taxonômica (envio de duplicatas para especialistas de outros herbários), enquanto as coleções zoológicas são "únicas" e muitas vezes "isoladas" nas salas dos seus especialistas, o que demonstra a importância do catálogo da Fauna para disseminar informação de qualidade a partir do exemplo da "Flora do Brasil".

O Herbário Virtual Re flora, portanto, tornou-se fundamental como uma política pública perene para as coleções botânicas, além de fornecer à Zoologia sua estrutura e conhecimentos adquiridos. Também formou muitos novos profissionais (técnicos, especialistas, mestres e doutores), altamente capacitados para realizar estudos na área da taxonomia, da ciência da conservação, dentre outras, além de atuar diretamente na curadoria, no gerenciamento e na informatização de coleções. O investimento de recursos de forma contínua, são fundamentais para a manutenção, a ampliação, o aperfeiçoamento e o próprio futuro do Herbário Virtual Re flora.

Adicionalmente, os investimentos do Programa Re flora possibilitaram ao Brasil cumprir metas internacionais, como as da GSPC-CDB, por meio da integração do Herbário Virtual Re flora e a Flora do Brasil 2020 *online* (Forzza, et al. 2017a). As informações sobre distribuição, taxonomia e conservação da flora brasileira, conta com a contribuição de centenas de especialistas que avaliam de risco de extinção, e possuem facilidade na navegação entre os recursos e acesso a nomes aceitos, sinônimos, descrições morfológicas e dados essenciais para pesquisas científicas e ações de preservação da biodiversidade (Canteiro et al., 2019). Os dados e imagens do Herbário Virtual

Reflora foram essenciais para embasar a taxonomia e nomenclatura dessa flora (Forzza et al., 2017b).

O apoio do CNPq também foi fundamental para atender às Metas de Aichi e outros compromissos globais de biodiversidade, alinhados aos 4º, 14º e 15º Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS-Brasil, 2023) da ONU. Essas parcerias culminaram na criação da Flora do Brasil 2020 *online*, uma das metas da Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC-CDB). Além disso, a *Global Plants Initiative* (GPI), um projeto internacional de digitalização de espécimes botânicos que são tipos nomenclaturais, destacou a colaboração global entre herbários e demonstrou a viabilidade de iniciativas digitais de grande escala, promovendo avanços significativos nos recursos digitais de herbários (Soltis, 2017).

A digitalização de herbários amplia o acesso às coleções, promove a preservação do material físico e dos dados associados, contribui para as pesquisas e as ações de conservação, subsidia a educação e a ciência cidadã, promove colaborações internacionais, possibilita análises avançadas de imagens e integra informações de forma global com outras bases de dados, tornando o conhecimento botânico acessível e útil para os desafios da sociedade e para esforços internacionais de conservação e monitoramento da biodiversidade (Soltis, 2017; Harris & Marsico, 2017, Borsch et al., 2020). A digitalização tornou-se fundamental para a gestão das coleções, para fundamentar e fomentar políticas públicas, além de proporcionar a análise de um grande volume de dados, envolvendo milhões de espécimes.

Com os subsídios do Programa Reflora, o Brasil possui uma plataforma de pesquisa pública integrada, dinâmica com dados validados por especialistas, disponibilizando informações, até o momento, de 85 coleções (17 estrangeiras e 68 nacionais) com novas adesões previstas para em futuro próximo. Essa integração possui grande relevância para o país, pois, embora a criação do Herbário Virtual Reflora tenha envolvido uma quantidade significativa de recursos públicos e privados, evitou-se a duplicação de esforços e investimentos na adequação de infraestrutura e a elaboração de sistemas pontuais nas instituições que desempenhariam a mesma função. Há ainda, a padronização da linguagem, do armazenamento e do compartilhamento das informações, facilitando a leitura, que são fundamentais para que o estado brasileiro possa gerir e utilizar de forma adequada esses dados, investindo em pesquisas para o avanço do conhecimento, além de desenvolver políticas públicas que promovam a preservação dos recursos naturais e da conservação da biodiversidade no país. O Herbário Virtual Reflora é hoje um modelo que poderia ser adotado em outras iniciativas governamentais, buscando uma gestão eficaz e eficiente dos recursos



aplicados. Prova disso é que foi vencedor do Prêmio Espírito Público na categoria Meio Ambiente e Emergência Climática em 2024, pela sua gestão inovadora e pela qualidade dos serviços que contribuem para fortalecer a imagem do setor público.

O Brasil precisa superar a descontinuidade das políticas públicas comprovadamente relevantes para a sociedade e de impacto global, garantindo a manutenção dessas iniciativas que efetivamente contribuem para o avanço científico e tecnológico do país.

Referências Bibliográficas

- Alves, R.J.V., Costa, A.F. da, Senna-Valle, L. de, Menezes, M. & Martins, V.L.C.M.** 2015. Herbário do Museu Nacional, Rio de Janeiro (R). *Unisanta Bioscience* 4: 388–392.
- BFG - The Brazil Flora Group.** 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1085–1113. Doi: 10.1590/2175-7860201566411.
- BFG-The Brazil Flora Group.** 2018. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69: 1513–1527. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869402>.
- BFG-The Brazil Flora Group.** 2022. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon* 71: 178–198. <https://doi.org/10.1002/tax.12640>
- Borges, L.M., Reis, V.C. & Izbicki, R.** 2020. Schrödinger’s phenotypes: Herbarium specimens show two-dimensional images are both good and (not so) bad sources of morphological data. *Methods in Ecology and Evolution* 11: 1296–1308. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13450>
- Borsch, T., Stevens, A.D., Häffner, E., Güntsch, A., Berendsohn, W.G., Appelhans, M.S., Barilaro, C., Beszteri, B., Blattner, F.R., Bossdorf, O., Dalitz, H., Dressler, S., Duquet-Thüs, R., Esser, H.-J., Franzke, A., Goetze, D., Grein, M., Grünert, U., Hellwig, F., Hentschel, J., Hörandl, E., Janßen, T., Jürgens, N., Kadereit, G., Karisch, T., Koch, M.A., Müller, F., Müller, J., Ober, D., Porembski, S., Poschlod, P., Printzen, C., Röser, M., Sack, P., Schlüter, P., Schmidt, M., Schnittler, M., Scholler, M., Schultz, M., Seeber, E., Simmel, J., Stiller, M., Thiv, M., Thüs, H., Tkach, N., Triebel, D., Warnke, U., Weibulat, T., Wesche, K., Yurkov, A. & Zizka, G.** 2020. A complete digitization of German herbaria is possible, sensible and should be started now. *Research Ideas and Outcomes* 6: e50675. <https://doi.org/10.3897/rio.6.e50675>.
- Brito, M.R., Pinto, L.J.S., Martins, V.L.C. & Senna-Valle, L. de.** 2015. Registro histórico e herbário virtual de Glaziou. *Unisanta Bioscience* 4: 56–66.
- Brotto, M.** 2024. MBM herbarium - Museu Botânico Municipal \ Curitiba - Herbário Virtual Re flora. Version 1.283. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=mbm_herbarium&v=1.283
- Canteiro, C., Barcelos, L., Filard, F., Forzza, R., Green, L., Lanna, J. & Nic Lughadha, E.** 2019. Enhancement of conservation knowledge through increased access to botanical information. *Conservation Biology* 33: 523–533. <https://doi.org/10.1111/cobi.13291>.
- Cavalcanti, T.** 2024. CEN herbarium - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Herbário Virtual Re flora. Version 1.158. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=cen&v=1.158>.

- Davis, C.C.** 2023. The herbarium of the future. *Trends in Ecology & Evolution* 38: 412–423. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.11.015>.
- Daly, D.C. & Prance, G.T.** 1989. Brazilian Amazon. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.). *Floristic inventory of tropical countries*, pp. 401–426. New York Botanical Garden, New York.
- Flora e Funga Do Brasil.** 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 02 de Dezembro de 2024.
- Fonseca, M.D.L.** 2024. IBGE herbarium - Herbário IBGE - Herbário Virtual Reflora. Version 1.2. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=ibge&v=1.2>.
- Forzza, R.C.** 2024. RB Herbarium- Jardim Botânico do Rio de Janeiro - Herbário Virtual Reflora. Version 1.164. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=rb_herbarium&v=1.164. Acesso em 05 de Dezembro de 2024.
- Forzza, R.C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D.A.L., Carvalho Jr., A.A., Costa, A.F., Costa, D.P., Hopkins, M., Leitman, P.M., Lohmann, L.G., Maia, L.C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M.P., Nadruz-Coelho, M.A., Peixoto, A.L., Pirani, J.R., Prado, J., Queiroz, L.P., Souza, V.C., Stehmann, J.R., Sylvestre, L., Walter, B.M.T. & Zappi, D.C.** 2010. Introdução: Síntese Da Diversidade Brasileira *In*: Forzza, R.C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D.A.L., Carvalho Jr., A.A., Costa, A.F., Costa, D.P., Hopkins, M., Leitman, P.M., Lohmann, L.G., Maia, L.C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M.P., Nadruz-Coelho, M.A., Peixoto, A.L., Pirani, J.R., Prado, J., Queiroz, L.P., Souza, V.C., Stehmann, J.R., Sylvestre, L., Walter, B.M.T. & Zappi, D.C. (eds.). 2010. *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*, v. 1. Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. pp. 19–42. <https://doi.org/10.7476/9788560035083>. Acesso em 04 de Dezembro de 2023.
- Forzza, R.C., Carvalho Jr., A., Andrade, A.C.S., Franco, L., Estevão, L.A., Fonseca-Kruel, V.S., Coelho, M.A.N., Tamaio, N. & Zappi, D.C.** 2017a. Coleções biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro Á luz das metas da GSPC/CDB: onde estaremos em 2020? *Revista de Museologia Interdisciplinar* 5: 135–159. <https://doi.org/10.26512/museologia.v5i9.17281>.
- Forzza, R.C., Dalcin, E.C., Silva, L.A.E. da, Silva Júnio, C.M. Da, Braga, W.R., Lima, R.O., Filardi, F. L.R., Leitman, P.M., Lanna, J.M. & Queiroz, N.** 2017b. *Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – Reflora. Relatório de Atividades Desenvolvidas 2011-2016*. 51p. Disponível em

<https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/104/1/Relat%C3%B3rio%20Reflora%20FAPE RJ-CNPq-SiBBR%202011-2017.pdf>.

- Forzza, R.C., Filardi F. L., Condak, J. P., Filho, M. A. A., Leitman, P., Monteiro, S. H. & Monteiro, V. F.** 2015. *Herbário Virtual Reflora*. UNISANTA Bioscience 4: 88–94.
- Gasper, A.L., Stehmann, J.R., Roque, N., Bigio, N.C., Sartori, A.L.B., & Grittz, G.S.** 2020. Brazilian herbaria: an overview. *Acta Botanica Brasilica* 34: 352–359. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0390>.
- Harris, K.M. & Marsico, T.D.** 2017. Digitizing specimens in a small herbarium: A viable workflow for collections working with limited resources. *Applied Plant Science* 5(4): 1600125. Doi: [10.3732/apps.1600125](https://doi.org/10.3732/apps.1600125).
- Herbário Virtual Reflora.** 2024. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>.
- Holmgren, P., Reflora & B.F.G.** 2023. NY herbarium - The New York Botanical Garden - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora. Version 1.224. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=nyh&v=1.224>.
- Invernón, V., Reflora & B.F.G.** 2024. P herbarium - Muséum national d’histoire naturelle, Paris - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora. Version 1.159. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=p_reflora&v=1.159.
- Labiak Evangelista, P.H., Goldenberg, R.** 2024. UPCB herbarium - Universidade Federal de Paraná - Herbário Virtual Reflora. Version 1.188. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=upcb_herbarium&v=1.188.
- Lang, P.L.M., Willems, F.M., Scheepens, J.F., Burbano, H.A. & Bossdorf, O.** 2019. Using herbaria to study global environmental change. *New Phytologist* 221: 110–122. <https://doi.org/10.1111/nph.15401>.
- Lane, M.A.** 1996. Roles of Natural History Collections. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 536–545. <https://doi.org/10.2307/2399994>.
- Leitman, P.M., Filardi, F.L.R. & Forzza, R.C.** 2019. Manual do Usuário – Herbário Virtual Reflora. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. V1.0, 36p.
- Lutz, S., Reflora & B.F.G.** 2024. US herbarium - Smithsonian Institute - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora. Version 1.222. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=us_reflora&v=1.222

- Marinoni, L., Chiquito, E.A., Souto, A.S.S., Giulietti-Harley, A.M., Lamas, C.J.E., Basílio, D.S., Garbino, G.S.T., Silva, M., Fukuda, M.V., Tigano, M.S., Silva, T.R.S., De Andrade, T.S. & Dutra, V.F.** 2024. Gestão, Governança e Qualidade dos Acervos. In: Marinoni, L., Basílio, D. S. & Gasper, A.L.D. (eds.). Coleções biológicas científicas brasileiras: diagnóstico, prioridades e recomendações. 183p. Doi: <https://doi.org/10.7476/9786587590066>.
- Nualart, N., Ibáñez, N., Soriano, I. & López-Pujol, J.** 2017. Assessing the Relevance of Herbarium Collections as Tools for Conservation Biology. *The Botanical Review* 83: 303–325 [10.1007/s12229-017-9188-z](https://doi.org/10.1007/s12229-017-9188-z).
- Paton, A., Re flora & B.F.G.** 2024. K herbarium - Royal Botanic Gardens, Kew - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Re flora. Version 1.228. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=k_reflora&v=1.228
- Pearce, T.R., Antonelli, A., Brearley, F.Q., Couch, C., Campostrini Forzza, R., Gonçalves, S.C., Magassouba, S., Morim, M.P., Mueller, G.M. & Nic Lughadha, E.** 2020. International Collaboration between Collections-Based Institutes for Halting Biodiversity Loss and Unlocking the Useful Properties of Plants and Fungi. *Plants People Planet* 2: 515–534. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10149>.
- Peixoto, A.L. & Morim, M.P.** 2003. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. *Ciência e Cultura*, 55: 21–24. Retrieved December 11, 2024, from http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000300016&lng=en&tlng=pt.
- Phang, A., Atkins, H. & Wilkie, P.** 2022. The effectiveness and limitations of digital images for taxonomic research. *TAXON* 71: 1063–1076. <https://doi.org/10.1002/tax.12767>
- Pinheiro, F.C., Forzza, R.C., Leitman, P.M. & Prado, J.** 2024. The Re flora Program: implementation, repatriation, and creation of the Re flora Virtual Herbarium as a tool for biodiversity studies. *Biota Neotropica* 24: e20241701. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2024-1701>.
- Pirani, J.R., Jono, V., Lohmann, L.G. & Figueiredo, R.R.D.** 2024. SPF herbarium - Universidade de São Paulo - Herbário Virtual Re flora. Version 1.270. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=spf_herbarium&v=1.270.
- QGIS Development Team. 2024. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Disponível em: <https://qgis.org>.

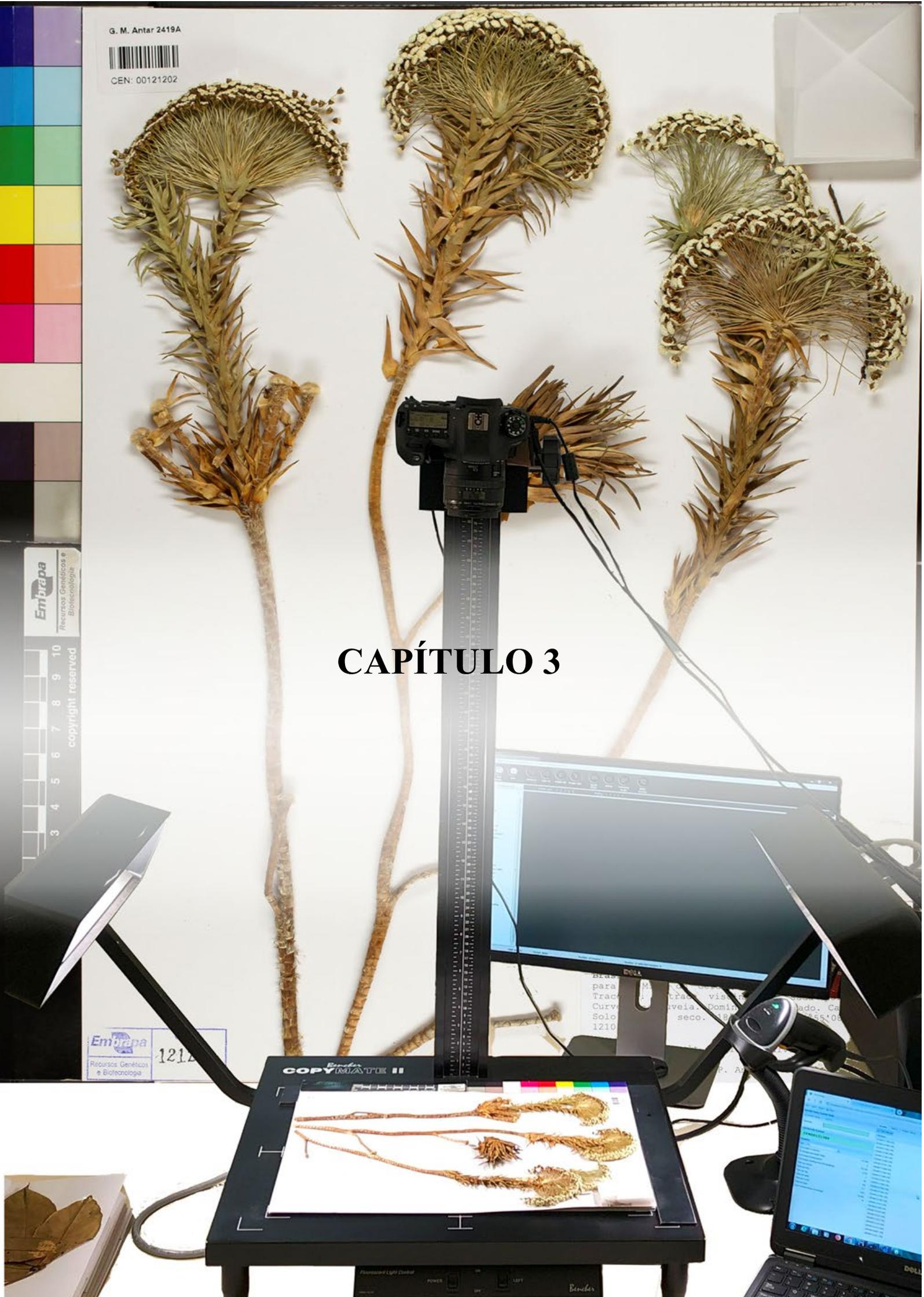
- Queiroz, L., Nunes, T., Miranda, E. & Santana, I.N.** 2024. HUEFS herbarium - Universidade Estadual de Feira de Santana - Herbário Virtual Reflora. Version 1.156. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=huefs&v=1.156>
- Reflora - Herbário Virtual.** 2024. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em 03 de Abril de 2024.
- Roque, N., Nunes, J.M.C. & Nascimento, A.F.D.S.** 2024. ALCB herbarium - Universidade Federal da Bahia - Herbário Virtual Reflora. Version 1.275. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=alcb_herbarium&v=1.275.
- Rønsted N., Grace O.M. & Carine M.A.** 2020. Editorial: Integrative and translational uses of herbarium collections across time, space, and species. *Frontiers in Plant Science* 11: 1319. Doi: 10.3389/fpls.2020.01319.
- Sendino, C.** 2019. The Lyell Collection at the Earth Sciences Department, Natural History Museum, London (UK). *Biodiversity Data Journal* 7: e33504. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33504>.
- Silva, N.** 2024. R Herbarium - Herbário do Museu Nacional - Herbário Virtual Reflora. Version 1.2. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=r_herbarium&v=1.2. Acesso em 11 de dezembro de 2012.
- Soltis, P.S.** 2017. Digitization of herbaria enables novel research. *American Journal of Botany* 104: 1281–1284. Doi: [10.3732/ajb.1700281](https://doi.org/10.3732/ajb.1700281).
- Thiers, B.M.** 2020. *Herbarium: The quest to preserve and classify the world's plants*. Timber Press, Inc. 279p.
- Thiers, B.M.** 2024a. *Index Herbariorum*. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Retrieved from <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- Thiers, B.M.** 2024b. Strengthening Partnerships to Safeguard the Future of Herbaria. *Diversity* 16: 36. <https://doi.org/10.3390/d16010036>.
- Versieux, L.M., Dávila, N., Delgado, G.C., Sousa, V.F., Moura, E.O., Filgueiras, T., Alves, M.V., Carvalho, E., Piotto, D., Forzza, R.C., Calvente, A. & Jardim, J.G.** 2017. Integrative research identifies 71 new plant species records in the state of Rio Grande do Norte (Brazil) and enhances a small herbarium collection during a funding shortage. *PhytoKeys* 86: 43–74. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.86.13775>.

G. M. Antar 2419A



CEN: 00121202

CAPÍTULO 3



Embrapa
Recursos Genéticos e Biotecnologia

3 4 5 6 7 8 9 10
copyright reserved

Embrapa
Recursos Genéticos e Biotecnologia

1212

Benli COPYMATE II

Dell
Bus para M...
para vis...
Trac...
Curv...
Solo...
1210...
veia. Domi...
seco. 18...
lado. Ca...
1955'05...
P. A...

Dell
Laptop screen displaying a software interface with various data fields and a list.

Capítulo 3 – Acervos Botânicos Digitais - O uso da Fotografia no Âmbito do Herbário Virtual Re flora e nos Estudos da Biodiversidade

Resumo: A digitalização dos acervos dos herbários tem se consolidado mundialmente como uma ferramenta essencial para a pesquisa botânica e a conservação da biodiversidade. Desde o final dos anos 1990 e início dos anos 2000, iniciativas como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e a *Global Plants Initiative* (GPI) impulsionaram a digitalização de acervos botânicos em escala global, permitindo amplo acesso integrado a milhões de registros. No Brasil, a fotografia digital tem desempenhado um papel importante nesse processo, substituindo *scanners* tradicionais ou mesmo o "HerbScan" desenvolvido pelo Kew para o GPI e LAPI, possibilitando maior eficiência e qualidade na captação de imagens das exsicatas. A fotografia digital não apenas otimiza a digitalização de acervos, mas também amplia seu uso em pesquisas taxonômicas, conservação e estudos de biodiversidade. Métodos como o aprendizado de máquina aplicado à análise morfológica de folhas e o uso de drones para coletas em copas de árvores ilustram esse avanço tecnológico. Além disso, a digitalização dos herbários contribui para a democratização do conhecimento, permitindo acesso remoto às coleções antes restritas, promovendo a ciência cidadã e facilitando a identificação de novas espécies por meio do compartilhamento de imagens. No entanto, desafios persistem, como a necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura, padronização de metadados e integração entre diferentes plataformas digitais. Dessa forma, a fotografia digital se consolida como um recurso indispensável para a gestão e ampliação do conhecimento botânico, garantindo que coleções científicas sejam preservadas e utilizadas de maneira eficiente. O futuro da digitalização dos herbários depende de políticas públicas robustas, colaboração interdisciplinar e adoção de novas tecnologias, permitindo que essas coleções desempenhem um papel ainda mais relevante na pesquisa científica e na conservação da biodiversidade global.

Palavras-chave: Digitalização, Fotografia, Conservação, Pesquisa.

Abstract: The digitization of herbarium collections has been consolidated worldwide as an essential tool for botanical research and biodiversity conservation. Since the late 1990s and early 2000s, initiatives such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and the Global Plants Initiative (GPI) have driven the digitization of botanical collections on a global scale, allowing broad integrated access to millions of records. In Brazil, digital photography has played an

important role in this process, replacing traditional scanners and enabling greater efficiency and quality in capturing images of specimens. Digital photography not only optimizes the digitization of collections but also expands their use in taxonomic research, conservation, and biodiversity studies. Methods such as machine learning applied to the morphological analysis of leaves and the use of drones for collections in treetops illustrate this technological advance. In addition, the digitization of herbaria contributes to the democratization of knowledge, allowing remote access to previously restricted collections, promoting citizen science, and facilitating the identification of new species by sharing images. However, challenges remain, such as the need for continued investment in infrastructure, standardization of metadata, and integration between different digital platforms. In this way, digital photography is consolidating itself as an indispensable resource for managing and expanding botanical knowledge, ensuring that scientific collections are preserved and used efficiently. The future of herbarium digitization depends on robust public policies, interdisciplinary collaboration, and the adoption of new technologies, allowing these collections to play an even more important role in scientific research and the conservation of global biodiversity.

Keywords: Digitalization of herbaria, Re flora Virtual Herbarium, Scientific photography, Biodiversity conservation, Taxonomic research

Introdução

A digitalização dos herbários começou no final da década de 1990 e início dos anos 2000, impulsionada pelo avanço da tecnologia de digitalização e pela crescente demanda por acesso *online* aos dados científicos das coleções. Um importante impulso para centrar esforços na digitalização foi o estabelecimento oficial do *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) ou Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade, em 2001, pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) por meio de um Memorando de Entendimento (McCabe, 1999; GBIF, 2010), cujo objetivo é oferecer acesso aberto aos dados sobre toda a vida na Terra por meio de uma rede internacional e de infraestrutura de dados financiada por governos de todo o mundo. Outra ação de relevância foi a Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC), desenvolvida em 2002, sob a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que visa compreender, documentar, conservar, usar de forma sustentável, promover a educação, a conscientização e a capacitação para a conservação da diversidade de plantas no planeta, reconhecendo a importância para a saúde dos ecossistemas, para a biodiversidade e para as

necessidades humanas, como alimentos, medicamentos e serviços ecossistêmicos (Jackson & Miller, 2015; Loizeau & Jackson, 2017; Bosch et al., 2020a).

A partir do GBIF e da GSPC, diversas iniciativas foram criadas ou impulsionadas e passaram a ter um reconhecimento como política de estado. Dentre as principais ações, destacam-se o *World Checklist of Vascular Plants* (WCVP), *Catalogue of Life* (COL), a *Global Plants Initiative* (GPI) e a *World Flora Online* (WFO).

O WCVP, iniciado em 1988 no RBG-Kew, evoluiu desde então para um programa de colaboração internacional e fornece dados taxonômicos revisados por especialistas. Esses dados são amplamente compartilhados e integrados a plataformas do GBIF, da *World Flora Online* (WFO) e do *Catalogue of Life* (COL), servindo como referência padrão para a gestão taxonômica e a colaboração com redes de especialistas taxonômicos. O WCVP fornece trinta e cinco por cento do conteúdo de espécies de plantas vasculares ao COL (Govaerts et al., 2021).

O COL foi construído a partir do objetivo da iniciativa *Species 2000* em parceria com a *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) e outras instituições dos EUA. O COL oferece um índice uniforme e validado de todas as espécies conhecidas, para que possa ser utilizado como uma ferramenta prática para o inventário e monitoramento da biodiversidade em todo o mundo, visando fornecer um recurso abrangente que ajude na compreensão da biodiversidade e na conservação das espécies (Cachuela-Palacio, 2006; Jones et al., 2011).

O GPI é outro projeto de colaboração internacional pioneiro, voltado para a digitalização e disponibilização *online* de tipos nomenclaturais de plantas, fungos e algas, bem como outros artefatos botânicos, visando facilitar o acesso à informação sobre a biodiversidade global essenciais para a pesquisa taxonômica e a conservação da biodiversidade (Ryan, 2013; Smith & Figueiredo, 2014; Jackson & Miller, 2015; Knight-Davis et al., 2015). O GPI começou como uma extensão da Iniciativa de Plantas Africanas (*The African Plants Initiative* -API), discutida pela primeira vez em 2003 durante o 17º Congresso da Associação para o Estudo Taxonômico da Flora da África Tropical (AETFAT) em Addis Abeba, Etiópia. O GPI, como uma colaboração mais ampla, foi formalmente estabelecida após a conclusão da digitalização de tipos nomenclaturais de plantas africanas e a inclusão de espécimes da América Latina (LAPI), com a primeira reunião da Iniciativa de Plantas da América Latina, que ocorreu em 2007 (Ryan, 2013; Smith & Figueiredo, 2014). A partir daí, a GPI se expandiu para incluir a colaboração de instituições e cientistas de várias partes do mundo, envolvendo mais de 320 herbários de mais de 70 países, refletindo a necessidade de um esforço global para a conservação e o estudo da flora. A GPI é financiada pela Fundação Andrew

W. Mellon e que se expandiu para se tornar a JSTOR's Global Plants, que não é de acesso livre como as demais iniciativas, que contém mais de dois milhões de imagens de espécimes-tipo de plantas.

A WFO foi inserida como uma nova primeira meta estabelecida pela Estratégia Global para a Conservação das Plantas (GSPC) em 2010, para preparar uma flora *online* de todas as plantas conhecidas até 2020, visando facilitar o acesso à informação sobre a diversidade vegetal e apoiar os esforços de conservação e uso sustentável das plantas (Jackson & Miller, 2015).

Herbários Pioneiros na Digitalização

Dentre os participantes do Herbário Virtual Re flora podemos citar o Herbário do Jardim Botânico de Nova York como um dos acervos pioneiros na digitalização, que teve início em 1995 com a transcrição dos dados das etiquetas de coleta, e, a partir de 1999, foi iniciada a captura de imagens dos espécimes (Tulig et al., 2012; Thiers et al., 2016).

Outro importante herbário que centrou esforços na digitalização de sua coleção foi o Herbário Berolinense (B) do Jardim Botânico e Museu Botânico de Berlim-Dahlem, que é o maior herbário da Alemanha com uma coleção estimada em mais de 3,5 milhões de espécimes. O início do processo de digitalização no Herbário B ocorreu em junho de 2000, após um prolongado período de testes com uso das câmeras *scanners* da *Pentacon* (Figura 35), modelos *Scan2000* (16mp), *Scan3000* (28mp) e *Scan5000* (94mp) com diferentes tipos de lentes e equipamentos de iluminação para garantir a qualidade das imagens (Berendsohn et al., 2005). Esses equipamentos embora com alta resolução e precisão na representação de cores, apresentavam limitações para a geração da imagem como o tempo prolongado, sensibilidade a vibrações, dependência de iluminação controlada, restrições mecânicas e maior complexidade operacional (Schneider et al., 2005). Ou seja, apesar de ser um equipamento que possui praticidade semelhante a uma câmera fotográfica, possuía as mesmas limitações dos *scanners* de mesa quanto ao tempo para a obtenção da imagem, retardando o processo de digitalização. Essa iniciativa foi muito importante e o acervo do referido museu encontra-se disponível em <https://ww2.bgbm.org/herbarium/default.cfm>, fazendo parte também do Herbário Virtual Re flora, disponibilizando tipos nomenclaturais Brasil (América do Sul).



Figura 35. Sistema Pentacon adotado pelo herbário B. (Fonte: Berendsohn et al., 2005).

A história de digitalização do herbário do RBG-Kew se sobrepõe com o início da GPI, quando uma importante inovação e desenvolvimento tecnológico para fins específicos de otimizar digitalização de espécimes de herbário foi impulsionada. O RBG-Kew projetou e adaptou um sistema especial chamado “Herbscan”. Trata-se de uma estrutura onde o *scanner* de mesa de 600 dpi é acoplado, de forma invertida, em uma plataforma móvel com uma base de espuma que absorve pressão em um mecanismo que eleva a superfície de digitalização para mover os espécimes até o *scanner* (Figura 36), evitando danos para as exsicatas. Sem essa estrutura, a digitalização dos materiais exigia extrema cautela na colocação das amostras de forma invertida nos *scanners*, ocorrendo frequentes danos e perdas de material.

A área de digitalização do *HerbScan* mede 12,2 x 17,2 polegadas (ou 310 x 437 milímetros) e foi projetada para criar imagens digitais de alta resolução com o mínimo de dano aos espécimes. O *Herbscan* ainda é um equipamento utilizado pelos herbários, principalmente para a digitalização dos tipos nomenclaturais seguindo o histórico para o qual foi criado (Figura 36).



Figura 36. *HerbScan* do Herbário SP do Instituto de Pesquisas Ambientais. (Fotos: J. Prado, 2024).

Hoje o RGB-Kew utiliza estações fotográficas e possui o projeto *Digitising Kew's Collections* em andamento e prevê a digitalização de aproximadamente sete milhões de espécimes de herbário e 1,25 milhão de espécimes de fungos até o início de 2026, tornando-os acessíveis globalmente.

A digitalização do acervo do Herbário P do Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN-Paris) começou em 2008, como uma iniciativa abrangente, por meio de equipamentos especializados, como *HerbScan* e equipamentos fotográficos de alta definição, para garantir a qualidade das imagens capturadas e contou com uma empresa privada na montagem dos espécimes, digitalização e reorganização da coleção (Le Bras et al., 2017).

A informatização do acervo do Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro foi iniciada em 2005, com o estabelecimento do sistema institucional JABOT (Figura 37) que foi criado para melhorar a qualidade e a acessibilidade da coleção e tem contribuído para a digitalização e atualização dos dados dos espécimes, que são disponibilizados em portais como SiBBR e GBIF (Forzza et al., 2015b; Silva, 2017; Lanna et al., 2018). Atualmente, o JABOT, que é importante ferramenta para a curadoria de coleções botânicas, está sendo utilizado por 99 instituições parceiras, permitindo que os herbários utilizem a aplicação dentro da infraestrutura de computação

do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, sem custos adicionais (Silva, 2017; <https://jabot.jbrj.gov.br/v3/herbarios.php>).

Figura 37. Página de consulta do JABOT, disponível em <https://jabot.jbrj.gov.br/v3/herbarios.php>).

A partir de março de 2012, a gestão do Herbário Virtual Re flora adotou estações fotográficas em substituição aos *scanners* invertidos (*HerbScan*) desenvolvidos para a implementação do projeto *Global Plants Initiative - GPI*, em função de fornecer maior agilidade na digitalização das exsicatas considerando o grande número de exemplares das coleções (Forzza et al., 2017b).

O Processo de Digitalização dos Herbários por meio da Fotografia Digital

Com o avanço da tecnologia dos componentes das câmeras fotográficas digitais, ao longo dos anos 2000, envolvendo a melhoria da qualidade e da velocidade de captação das imagens foi uma questão de tempo para que esses equipamentos substituíssem os *scanners* de mesa.

Entre as principais vantagens da fotografia digital na captura de imagens das exsicatas estão a alta qualidade, combinada com uma velocidade sem precedentes, a interoperabilidade com diversos dispositivos portáteis, a facilidade de aquisição, devido ao custo relativamente baixo, à praticidade e ao armazenamento padronizado dos dados. Adicionalmente, o compartilhamento de dados entre pesquisadores, profissionais e o público em geral promovem colaborações, ampliam a acessibilidade a informações valiosas e, aliadas à utilização de equipamentos fotográficos como solução simples e acessível para a digitalização de pequenos herbários, otimiza recursos, permite a preservação virtual de espécimes, contribuindo para a conservação e disseminação do conhecimento da biodiversidade de forma eficiente e sustentável (Short et al., 2018; Takano et al., 2019; Novikov & Sup-Novikova, 2021; Hussein et al., 2022; Thompson & Birch, 2023; Niedzielski

& Markiewicz, 2023). A imagem digital contemporânea ampliou as possibilidades de representação visual de espécimes botânicos (Hickman et al., 2017), com isso, surgiram novos caminhos para a pesquisa botânica e para novos esforços de conservação, permitindo aos cientistas analisarem dados sobre plantas a uma escala sem precedentes.

A digitalização dos herbários é um processo crucial para a preservação do acervo e o compartilhamento do conhecimento científico. Oferece inúmeras vantagens para a gestão e organização das coleções, para a pesquisa e para a educação, porém requer capacitação de pessoal para uso adequado das ferramentas, definição e padronização de conceitos, adoção de protocolos estruturados no padrão o Darwin Core para a transcrição dos metadados e investimento em infraestrutura para digitalização e armazenamento (Gasper et al., 2021, 2024). A digitalização é uma prática essencial para aumentar a acessibilidade e a utilidade dos dados de biodiversidade de espécimes, especialmente em herbários que possuem em coleções menores (Harris & Marsico, 2017).

Várias abordagens têm sido desenvolvidas para digitalizar coleções de herbários de forma eficiente e econômica. Niedzielski & Markiewicz (2023) destacam o potencial de comercialização do conhecimento científico através da digitalização. Sistemas fotográficos simples e acessíveis, como os descritos por Novikov & Sup-Novikova (2021) e Takano et al. (2019), podem ser eficazes para herbários de pequeno e médio porte com recursos limitados. Estes sistemas envolvem tipicamente uma câmara, lentes especializadas e iluminação LED. Takano et al. (2019) relataram a digitalização de mais de 70.000 espécimes em oito meses usando seu método. Esforços de digitalização em larga escala, como o do Herbário Nacional do México, fizeram progressos significativos, com mais de 500.000 espécimes digitalizados em menos de dois anos (Gernandt et al., 2014). Estas iniciativas não só preservam dados científicos valiosos como também melhoram a acessibilidade para investigadores e partes interessadas em todo o mundo.

Para que a digitalização de um herbário seja bem-sucedida, é necessário envolver diferentes domínios e técnicas científicas além da botânica, como a fotografia, o design gráfico e a informática (Luthfi et al., 2023). Envolve também áreas como a arquivologia, a biblioteconomia, a ciência e a tecnologia da informação, direito ambiental e gestão de projetos, história, geografia e o geoprocessamento. Essa integração de diversas áreas do conhecimento garante a qualidade, a acessibilidade, a fidelidade e a preservação das informações e a melhoria constantes dos dados disponibilizados.

Estações Fotográficas e Equipamentos Utilizados no Herbário Virtual Reflora

As estações fotográficas adotadas pelo Herbário Virtual Reflora, cedidas a diversos herbários parceiros, são compostas por conjuntos de reprodução estativa com iluminação dupla lateral, câmeras profissionais com sensores *fullframes*, lentes de 50 mm e *notebooks* ou microcomputadores preferencialmente com um monitor adicional (Figura 38). Os primeiros conjuntos de mesas de reprodução estativas adquiridos foram da marca importada *Bencher Copymate II* com iluminação fluorescente e posteriormente da marca nacional ATEK modelo AT-674MF110. A mesa estativa *Bencher* possui uma coluna quadrangular, milimetrada, o que facilita enquadramento do material, permitindo que o movimento vertical do equipamento fotográfico seja preciso e suavizado. O modelo nacional da ATEK possui uma coluna central cilíndrica, não milimetrada, acarretando movimentos imprecisos tanto vertical quanto horizontalmente, o que dificulta o enquadramento. Essas características da estação influenciam diretamente tanto na velocidade de montagem e de captação quanto na qualidade final do trabalho e da imagem.

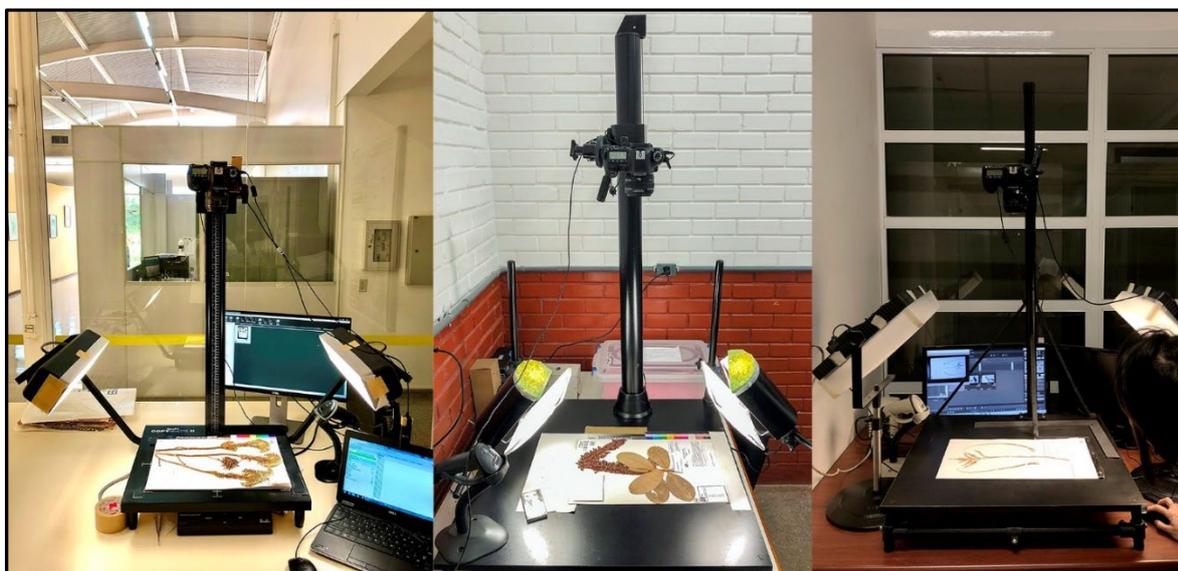


Figura 38. Estações fotográficas dos herbários CEN, IBGE e RB, respectivamente.

Os equipamentos fotográficos profissionais adquiridos foram câmeras DSLR da marca *Canon* modelos EOS 6D de 20,2 *megapixels* e EOS 5D Mark II de 21,1 *megapixels* e as lentes são as EF50mm f/1.4 USM ou EF50mm f/2.5 *Compact Macro*. As câmeras DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*) são câmeras digitais que usam um sistema de espelho e prismas para refletir a luz que passa pela lente até o visor ótico, permitindo que o fotógrafo veja exatamente a imagem que será captada.

O termo "*Single-Lens*" (única lente) refere-se ao fato de que a mesma lente é usada tanto para visualizar a cena quanto para tirar a foto, e o "*Reflex*" se refere ao espelho que reflete a luz da lente para o visor. Hoje, as fabricantes, estão substituindo essas câmeras pelos modelos com tecnologia *mirrorless* que proporcionam inúmeros avanços tecnológicos e que eliminam o espelho e o prisma característico das DSLR.

As câmeras são conectadas a notebooks para que o trabalho de captação seja configurado de forma remota com auxílio dos softwares da própria *Canon (EOS Utility)*.

Processo de captação, configurações da Câmera e Edição das Imagens

Para que os herbários parceiros possam publicar os dados e as imagens, a equipe do Herbário Virtual Re flora disponibilizou o manual de digitalização (Taniguchi, 2024) sobre o sistema. O manual de digitalização do Re flora fornece orientações detalhadas para a digitalização de exsicatas, abordando os principais pontos do processo: equipamentos necessários, procedimentos de Digitalização, uso do Códigos de Barras, *software* de gerenciamento da imagem e dos dados associados (*JABOT Image*), publicação dos dados no padrão *Darwin Core Archive* (GBIF, 2021, 2024), além de suporte e contato. Essas orientações que uniformizam os procedimentos, visam garantir a qualidade, a eficiência e a integridade no processo de digitalização das exsicatas, facilitando o acesso e a utilização das informações por pesquisadores e instituições.

O manual estabelece que para que uma imagem seja publicada no Herbário Virtual Re flora, é necessário que ela esteja associada a um arquivo contendo dados taxonômicos, geográficos e catalográficos por meio de um código de barras composto pelo acrônimo do herbário e uma sequência numérica (CEN00051267, IBGE00016243, RB00230853).

As exsicatas devidamente etiquetadas com os códigos de barras são acomodadas na estação com um guia de separação de cores e escala de cinza padrão Kodak Q-13 ou *ColorChecker* e de uma escala de medida milimetrada personalizada com a sigla do herbário, fixadas na estação ou colocadas manualmente sobre a exsicata no momento da captação, visando facilitar e agilizar o enquadramento da exsicata a ser fotografada (Figura 39). A escala de medida com o logo do herbário é fortemente recomendada pela gestão do Herbário Virtual Re flora pois garante a identidade da amostra do acervo.



Figura 39. Processo de digitalização da exsicata. a) acomodação do material na mesa estativa; b) acionamento remoto da câmera; c) detalhe da estação.

As configurações e os comandos da câmera são realizadas por meio do *software* oferecido pela própria marca da câmera, no caso o *EOS Utility* da *Canon*. O Manual de Digitalização Re flora (Taniguchi et al., 2024) recomenda as seguintes configurações da câmera para captação da imagem, tendo como auxílio o *software EOS Utility da Canon*: ISO 200; Velocidade do obturador 1/30 (ou 1/25); Abertura F8.0 (9 a 10); Modo de focagem automática: Auto-foco (AF); formato do arquivo RAW (*.CR2); *Picture Style/Estilo* da imagem (*Standard*); *Detail set.* (7,3,0,0) que definem respectivamente a [*Sharpness/Nitidez*], o [*Contrast/Contraste*], a [*Saturation/ Saturação*] e o [*Color tone/Tom de cor*]. O equilíbrio do branco (WB) é ajustado uma única vez no início de cada sessão de fotos com o auxílio da paleta de cores (*color checker*).

Por padrão as fotografias devem ser captadas em RAW (Cru) que são arquivos de imagens não processadas, ou seja, capturadas com todos os dados do sensor da câmera sem compressão ou ajustes automáticos (como ocorre nos formatos JPEG ou PNG). Isso significa que essas imagens têm mais informações de cores, brilho e detalhes, permitindo maior flexibilidade na edição. O formato RAW possui outras extensões a depender do fabricante da câmera como informado na Tabela 12.

Tabela 12. Formatos dos arquivos RAW dos principais fabricantes de câmeras.

Fabricante	Formato RAW	Extensão
Canon	CR2, CR3	.cr2, .cr3
Nikon	NEF, NRW	.nef, .nrw
Sony	ARW, SR2, SRF	.arw, .sr2, .srf
Fujifilm	RAF	.raf
Panasonic	RW2	.rw2
Olympus	ORF	.orf
Pentax	PEF, DNG	.pef, .dng
Leica	DNG	.dng
Hasselblad	3FR, FFF	.3fr, .fff
Sigma	X3F	.x3f

Gerenciamento dos arquivos de imagens

Para o gerenciamento dos arquivos e envio das imagens das exsiccatas, utilizava-se os *softwares SilverImage* e o *FileZilla* (Figura 40). O primeiro, de gerenciamento, requeria licença de uso e deixou de ter suporte e o segundo, de código aberto, era usado para transmitir os arquivos para servidores através do protocolo *File Transfer Protocol - FTP* (Taniguchi, 2018). A equipe do RB procurou alternativas para substituir esses *softwares* e finalizar a dependência de terceiros.

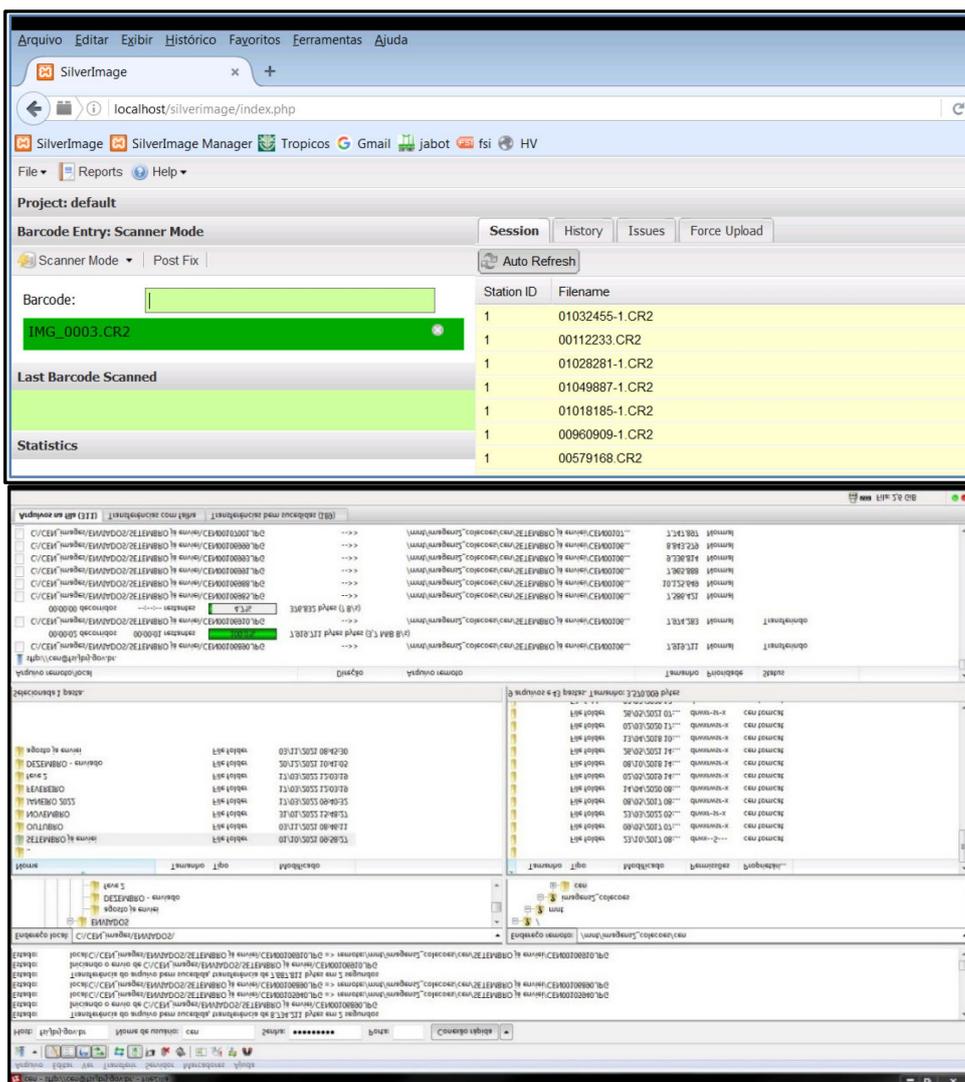


Figura 40. Acima o *SilverImage*, mostrando arquivo da imagem recém captada em verde escuro e o campo Barcode em verde mais claro, onde os dígitos do código de barras são inseridos após a leitura. Abaixo a página do software *FileZilla* mostrando a etapa de transferência dos arquivos fotográficos para o servidor do JBRJ.

Foi então que a equipe de TI do Jardim Botânico do Rio de Janeiro desenvolveu os softwares *JABOT Image* e *JABOT Transfer* (Figura 41). O *JABOT Image* oferece funcionalidades como armazenamento e organização em lotes, renomeação automática de arquivos, interface intuitiva, cadastro detalhado de lotes, acesso a dados associados, integração com outros sistemas e suporte a múltiplas instituições, promovendo eficiência e qualidade no trabalho dos herbários. O *JABOT Transfer* (Figura 41) é uma ferramenta complementar ao *JABOT Image*, projetada para facilitar o envio organizado de imagens digitalizadas ao servidor, com funcionalidades que incluem suporte a múltiplos formatos (JPG e RAW), seleção intuitiva de pastas, gerenciamento de lotes,

integração com o JABOT *Image*, confirmação de envio bem-sucedido e uma interface acessível para usuários de diferentes níveis de experiência.

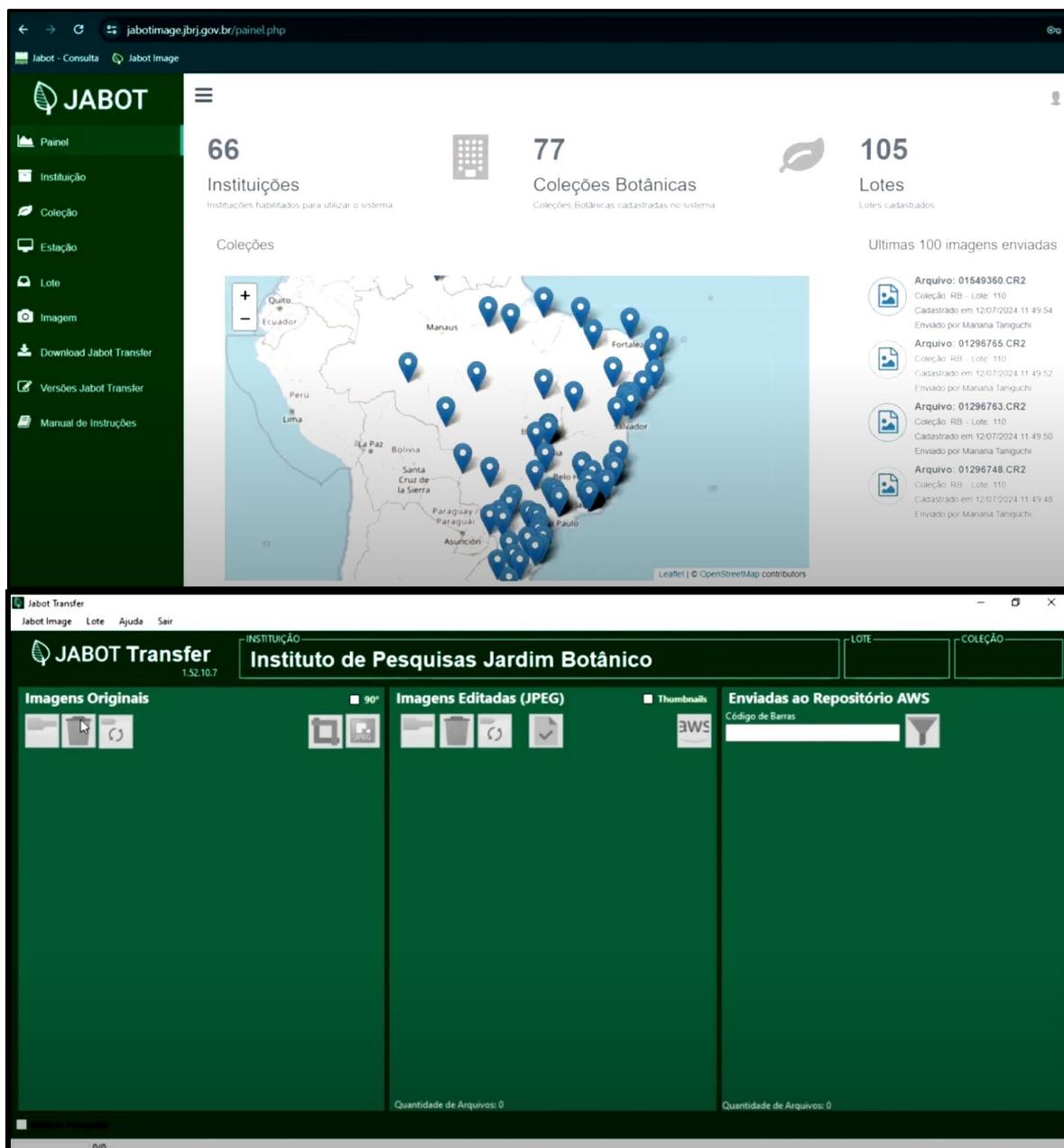


Figura 41. Acima página principal do JABOT *Image* e abaixo página do JABOT *Transfer*.

Aprimoramento da Fotografia de Exsicatas: Da Captação à Edição para o Herbário Virtual Reflora

No processo de captação da imagem é importante observar as técnicas de fotografia de estúdio e de macrofotografia e de procedimentos de instalação e configuração do equipamento. Isso porque os materiais a serem registrados estão estáticos sob uma fonte de luz controlada e, embora não seja uma foto registrada com muita proximidade do objeto, requer uma captação em

alta resolução (350dpi) para que seja possível captar detalhes e proporcionar uma boa ampliação da imagem. Uma importante observação a se destacar adotada pela maioria dos herbários é a instalação das estações fotográficas, computadores e monitores na mesma mesa. É recomendável que a estação fotográfica e o(s) computador(es) sejam instalados em mesas separadas. As vibrações provocadas pelos computadores provocadas pelas ventoinhas são constantes e, mesmo com o uso de disparadores remotos ou de temporizadores, podem afetar a imagem captada pela câmera.

A iluminação das estações é muito variável, mas soluções simples e de baixo custo podem ser adotadas. Fontes de luz muito acentuadas podem ser minimizadas com o auxílio de anteparos translúcidos, como o papel manteiga, que ajudam a dispersar a luz, minimizando os efeitos das sombras no material.

O ajuste para o menor ISO nativo da câmera e a escolha das lentes Macro de 50 ou 60mm com aberturas iguais ou inferiores a 2.8, seriam as mais adequadas para este processo em relação aos ISOs superiores e outros tipos de lente. O ISO (International Organization for Standardization) é uma medida padronizada em números que indicam a sensibilidade do sensor da câmera à luz. Em termos simples, o ISO controla o quanto a câmera "responde" à luz disponível no ambiente. ISOs mais altos possuem mais sensibilidade à luz, porém podem gerar imagens com mais ruídos ou granulações. O ruído em fotos com ISO alto ocorre porque o sensor não apenas amplifica o sinal da luz que vem da cena, mas também amplifica qualquer interferência ou sinal indesejado que o sensor possa captar. Esse ruído fica mais visível quando o ISO é elevado, tornando as imagens menos nítidas e com aparência "granulada".

Os herbários acabam adotando configurações diferentes das recomendadas pelo Manual (Figura 42), uma vez que as condições de iluminação do local e das mesas de reprodução são muito variáveis. Além disso, o que se visualiza na tela do(s) monitor(es) varia consideravelmente da mesma forma, envolvendo desde as configurações básicas como brilho, contraste, até a calibração da tela, implicando conseqüentemente em diferenças substanciais na qualidade da imagem obtida. As orientações informadas no manual de digitalização (Taniguchi, 2024), servem como um ponto de partida, pois essa padronização não pode ser seguida à risca pelos herbários em função dessas inúmeras variáveis.

As configurações diferentes adotadas em três herbários incluem o ISO, a velocidade do obturador e a abertura (Figura 42). No entanto, o ISO 100 poderia ser padronizado a todos os herbários, ficando apenas variáveis os parâmetros de velocidade e, com limitações, de abertura, variando entre 8-11. O ISO menor oferece menor ruído digital, maior riqueza de detalhes e de

alcance dinâmico (preservação de sombras e realces) e aberturas na faixa mediana utilizam a parte central da lente, que tem menor distorção, difração e aberrações cromáticas, resultando em imagens mais nítidas, uniformes e de melhor qualidade. A velocidade do obturador seria o parâmetro mais variável, já que está diretamente relacionado à iluminação e, de um modo geral, não interfere na qualidade final da imagem.



Figura 42. Configurações da Câmera por meio do *Software EOS Utility* da *Canon* dos herbários (da esquerda para a direita) CEN, IBGE e R, respectivamente).

Outra orientação, que poderia ser estabelecida, aliada ao menor ISO, refere-se à utilização da ferramenta de bloqueio do espelho na captação da imagem. Esse recurso evita as vibrações da câmera, mesmo que mínimas, causadas pelo movimento do espelho presente nas câmeras *Reflex*, afetando a nitidez da imagem. Embora essa vibração seja mínima, foi possível observar diferença na qualidade da imagem, quando se utilizava a função de bloqueio do espelho. Há duas formas de se utilizar o recurso de bloqueio do espelho, através da ativação por meio do ícone correspondente “**L**” ou por meio do *Live view*. A sugestão é que se utilize a função de bloqueio do espelho com temporizador associado “**2**”, o que faz com que a câmera inicie a captação da imagem apenas 2 segundos após o bloqueio do espelho. Nos casos em que se utilizam as câmeras *mirrorless* mais modernas, que dispensam esse espelho, há outros mecanismos disponíveis que favorecem a

estabilização da imagem, porém sem a necessidade adicional de tempo provocada pelo temporizador.

Outros pontos observados referem-se ao momento de enquadramento da exsicata para a captação e edição das imagens. A perda é inevitável, pois o tamanho padrão da exsicata de 42x29cm nunca será igual, proporcionalmente, ao tamanho do sensor da câmera (36x24mm). O enquadramento das exsicatas, tendo como exemplos as observações dos arquivos dos herbários CEN, HEPH, IBGE, RB e UB, ocorre, numa parte dos casos, a captação excessiva da mesa estativa, perdendo boa parte da área útil de captação dos sensores. As imagens constantes na Figura 43, mostram uma comparação entre as fotografias originais captadas em RAW e as finais em *.jpeg disponibilizadas e a simulação utilizando o máximo de enquadramento possível da câmera e as imagens resultantes. A depender do modelo de câmera utilizado, as imagens RAW capturadas podem ter a resolução máxima variando entre 20 ou 26 megapixels. Após o corte, todas as imagens passam a ter aproximadamente entre 13–22 *megapixels*, representando uma perda mínima de 7 *megapixels*, correspondendo a uma área entre 33–35% não aproveitada do sensor. Já as imagens simuladas, essa perda seria reduzida para 2–4 *megapixels*, com uma imagem resultante entre 16–26 megapixels, com um aproveitamento entre 80–100% da área total do sensor. Essa perda poderia ser minimizada efetuando um enquadramento de forma a preencher ao máximo quadro quanto possível, aumentando, com isso, a resolução da imagem e conseqüentemente, obtendo maiores detalhes do exemplar, além de otimizar o processo de corte que ficaria restrito apenas às áreas em que não seria possível utilizar o limite do sensor. A solução ideal e viável seria os herbários passarem a adotar camisas (cartolinas) que tenham a mesma proporção de tamanho do sensor da câmera (1,5), com isso o tamanho padrão seria de 43,5x29cm.

A Tabela 13 mostra a comparação entre 5 imagens produzidas pelos herbários CEN, HEPH, IBGE, RB e UB. Os exemplos das imagens editadas dos herbários CEN, HEPH, IBGE, RB e UB possuem resoluções finais de 13,3, 22,3, 14, 13,3 e 15,4 megapixels respectivamente, correspondendo a perda de 33,50%, 14,23%, 30,00%, 36,97% e 30,63% da área útil do sensor. A simulação para aproveitamento máximo do sensor da câmera retornaria, para as referidas imagens, resoluções de 16,5, 26, 17,3, 19,4 e 21,4 megapixels, reduzindo a perda para 17,50%, 0,00%, 13,50%, 8,06% e 3,60%. A imagem cedida pelo HEPH não possui perda de área útil do sensor, pois coincidentemente a exsicata possui praticamente o mesmo padrão de tamanho do sensor.

Tabela 13. Comparativo entre os tamanhos das imagens capturadas por 5 herbários do Herbário Virtual Reflora.

Herbários	Tamanho da imagem original			Tamanho da imagem editada			Tamanho da imagem simulada		
	Altura	Largura	Megapixels	Altura	Largura	Megapixels	Altura	Largura	Megapixels
CEN	3648	5472	20	3278	4037	13,3	3648	4497	16,5
HEPH	4160	6240	26	3854	5783	22,3	4160	6240	26
IBGE	3648	5472	20	3299	4237	14	3646	4722	17,3
RB	3744	5616	21,1	2854	4627	13,3	3450	5616	19,4
UB	3840	5760	22,2	3252	4710	15,4	3840	5551	21,4

Essa é uma questão relevante a ser observada, não só pela qualidade final da imagem como também devido ao alto valor de investimento nesses equipamentos. As câmeras adquiridas são profissionais de alto custo com sensores *fullframe* e a área de captação útil deve ser utilizada próxima da sua totalidade, resultando numa imagem final de maior resolução. Esse ajuste no enquadramento pode ser efetuado de maneira relativamente simples em uma mesa estativa que possua coluna central milimetrada. Em mesas que não possuem esse tipo de coluna central com precisão de movimento, uma opção seria a aquisição de acessórios, de custo não tão elevado, como a plataforma bidirecional para cabeça de tripé (Figura 44), facilitando o processo de reenquadramento das exsicatas para registro das fotos. Afinal é praxe, os herbários possuir, ou receber, material montado em cartolinas de tamanhos variados.

A disposição do guia de separação de cores e da escala de cinza prioritariamente sobre a exsicata, e não ao lado, também ajudaria a aproveitar melhor a área do sensor e no próprio ajuste do equilíbrio do branco da imagem.



Figura 43. Comparativo entre o tamanho das imagens originais captadas (margem verde), as editadas (margem vermelha) e as simuladas (margem azul) para aproveitamento máximo do sensor da câmera. Imagens cedidas pelos herbários CEN, HEPH, IBGE, RB e UB.



Figura 44. Plataforma bidirecional para cabeça de tripé.

Essas dificuldades e limitações serão constantes e sempre são superadas pela resiliência humana. A criação do Herbscan para evitar danos as exsicatas é um exemplo, com isso, as coleções devem buscar caminhos para melhorar e agilizar seus processos, assim como reduzir seus custos. A gestão cabe adotar ou procurar alternativas, visando superar essas limitações. Se existem barreiras para obter equipamentos ou softwares mais adequados, há alternativas a serem buscadas. O JBRJ procurou soluções próprias em relação aos softwares, reduzindo a dependência de terceiros. Em relação aos equipamentos, caso a indústria nacional não os produza de forma que atenda às necessidades de digitalização, os herbários podem propor soluções. O CNPq em seu portfólio de bolsas, possui a modalidade de Pós-doutorado industrial (PDI) que possui como finalidade possibilitar ao pesquisador a consolidação e atualização de seus conhecimentos, assim como agregar competência às ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação de empresa no País, com vistas à melhoria de sua competitividade. Neste sentido, essa modalidade pode ser prevista em um projeto que, em parceria com uma empresa e de profissionais qualificados, pode resolver questões práticas para a digitalização, assim como melhorar a competitividade da empresa tanto na elaboração quanto na produção de um equipamento de melhor qualidade. A mesa estativa é um exemplo de equipamento que pode ser melhorado e produzido pela indústria nacional.

Todos esses apontamentos, são questões que visam unicamente a melhoria da qualidade final da foto que será disponibilizada *online*. Priorizar a qualidade desde a captação da imagem, com atenção ao foco, estabilização e a nitidez, é fundamental. Assim, garante-se que os arquivos em RAW a serem preservados sejam de qualidade, podendo ser novamente editados, de forma a melhorar eventuais imagens ou mesmo para uso em outros fins quando as imagens disponíveis no Herbário Virtual Re flora não atenderem. Os softwares de edição de imagens estão constantemente evoluindo e uma edição que consideramos de qualidade hoje, pode melhorar ainda mais no futuro. Na Figura 45 é mostrado um exemplo de como os avanços nos softwares de edição que aliados as ferramentas de IA podem melhorar ainda mais a qualidade final da imagem captada em RAW, sem que haja distorção da realidade.



Figura 45. Edição de imagem realizada com o *Adobe Camera RAW*. À esquerda, edição básica. À direita, edição aperfeiçoada, permitindo um aprimoramento superior com a possibilidade de maior detalhamento da imagem. Ambas as imagens estão em 100% de visualização.

O Uso da Fotografia como Ferramenta para Estudos em Biodiversidade

O marco inicial do uso de fotografia em estudos de biodiversidade, foi a publicação do livro *Photographs of British Algae* por Anna Atkins, na Grã-Bretanha em 1843, por meio da utilização de placas fotográficas expostas a luz numa técnica conhecida como cianotípia (Figura 46) (Schaaf, 1979, 1982; Siegel, 2019). A cianotípia é um processo fotográfico que utiliza uma reação química para criar imagens em um tom azul característico, conhecido como "Prussian blue" (azul da Prússia), desenvolvido pelo Sir John Herschel em 1842 e é considerado uma das primeiras técnicas de impressão fotográfica (Ware, 1998). A obra de Anna Atkins desafia as concepções tradicionais de imagem científica vitoriana ao interligar arte e ciência, explorando as dinâmicas de gênero, das relações entre o espaço doméstico e a ciência natural, propondo uma abordagem sensorial e interativa que questiona a objetividade e transcende a mera representação visual (Franchi, 2024).



Figura 46. Capa, texto e estampas do livro “Photographs of British Algae” de Anna Atkins de 1843, considerado o primeiro livro de fotografia. Disponível em <https://digitalcollections.nypl.org/items/510d47d9-4af4-a3d9-e040-e00a18064a99>.

Desde então, a fotografia progrediu tanto na ciência quanto na arte, mas seu uso como prova documental científica na taxonomia botânica, ainda é subutilizado mesmo diante do conjunto de técnicas e informações que atualmente incorpora. Essa situação envolve outras áreas que

também estão diante da revolução da digitalização de acervos como arquivologia, biblioteconomia, ciência da informação, museologia, etc., havendo inúmeros artigos que tratam da questão (Souza et al., 2000; Lacerda, 2012; Guerra, 2014; Silva, 2015; Alves et al., 2017; Rodrigues, 2018). Guerra (2014) considerou que a garantia da veracidade e da confiança do que está sendo representado pela imagem digital é de responsabilidade da instituição de pesquisa. Neste contexto, o especialista devidamente autorizado pela instituição é, portanto, corresponsável pela validação das informações constantes nas imagens digitalizadas dos herbários.

Uma imagem útil deve ter qualidade adequada e informações padronizadas para fins de validação e disponibilização. Assim como, nas estampas artísticas, existe um padrão de quais características do espécime devem ser destacadas, o mesmo pode ocorrer com a fotografia digital. Ao se registrar a imagem deve-se pensar na sua finalidade de ser um documento destinado a um arquivo ou banco de imagens de um acervo biológico que será validado por um especialista. Além disso, os metadados essenciais como nome científico, coletor, local e data de coleta, devem estar associados, sem os quais os espécimes em si são inúteis (Davis, & Ellison, 2018). Os metadados são essenciais para a descoberta, contextualização e preservação de imagens, garantindo autenticidade, acessibilidade e interoperabilidade, além de apoiar a pesquisa acadêmica e promover a inclusão e diversidade na representação das narrativas visuais (Aske & Giardinetti, 2023). Neste sentido, registros fotográficos contendo os parâmetros básicos de metadados e de informações como ambiente, estruturas morfológicas, coloração, dentre outras características da espécie retratada podem ser registros válidos do ponto de vista arquivístico e da prova documental.

Na Botânica, ainda são raras as pesquisas que adotam a fotografia como prova documental das informações sobre as espécies. O próprio Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Turland et al., 2018) estabelece o termo “ilustração”, para definir todos os trabalhos artísticos (pinturas, desenhos, incluindo nesse conjunto, as fotografias) que evidenciam os detalhes de um organismo. A descrição de uma nova espécie, de plantas vasculares, por exemplo, está vinculada a existência de um tipo nomenclatural (holótipo) obrigatoriamente físico, como um fragmento preservado do espécime ou um espécime completo (para organismos de pequeno porte), registrado em uma coleção. Embora uma ilustração de um espécime possa ser escolhida como tipo nomenclatural (lectótipo ou neótipo), isso geralmente ocorre em função da destruição, perda do holótipo ou outros materiais originais, dependendo do caso. A tipificação baseada em uma fotografia ou estampa é permitida para as plantas vasculares, mas em geral, não traz todas as informações que podem ser obtidas hoje em dia, através da fotografia digital.

Avanços substanciais nas tecnologias de captura e processamento de informações das imagens estão revolucionando a biologia das plantas, abrangendo desde o sensoriamento remoto em larga escala até técnicas de imagem em nível microscópico (Soltis et al., 2023). Entre esses extremos, as coleções digitalizadas dos herbários possuem enorme potencial para uso dessas ferramentas e muitas pesquisas estão sendo produzidas neste caminho. A evolução do uso de dados de herbário na pesquisa científica é notável, mostrando como a digitalização expandiu suas aplicações além dos estudos taxonômicos tradicionais, incluindo diversos campos, como a bioinformática e a biologia das mudanças globais (Heberling et al., 2019). A digitalização de herbários está abrindo novas oportunidades para a pesquisa em botânica, permitindo análises em larga escala que conectam dados de espécimes digitalizados com outras informações, como dados filogenéticos, climatológicos e genômicos. Essa integração de dados pode levar a novas descobertas e a uma melhor compreensão de questões em biologia vegetal, incluindo aquelas relacionadas a mudanças climáticas, segurança alimentar e conservação (Soltis, 2017).

Dentre os potenciais usos da fotografia em estudos de biodiversidade, o inventário florístico realizado por LaFrankie & Chua (2015) numa região das Filipinas, é um exemplo de pesquisa em que se utilizou apenas registros fotográficos digitais das espécies. O trabalho apontou que em 72,6% dos conjuntos fotográficos, as espécies puderam ser identificadas com alta confiabilidade, 8% dos conjuntos apresentaram baixa confiabilidade e 19,4% puderam ser identificados apenas até gênero. Essa pesquisa apresenta ainda um quadro contendo as vantagens e desvantagens do uso da fotografia em comparação com os exemplares de herbário tradicionais. Em relação ao uso da fotografia, a pesquisa lista mais méritos do que deficiências em relação a exemplares de herbário, como a: 1) possibilidade de registrar todas as partes da planta (hábito, casca, madeira, galhos, nós, peças reprodutivas); 2) durabilidade; 3) possibilidade de geração de cópias sem limites; 4) preservação das cores e as formas complexas; 5) disponibilidade imediata e para todos pela rede internet; 6) armazenagem e a curadoria de baixo custo; 7) dispensa licenças de uma maneira geral; 8) facilidade de participação de fotógrafos locais; e 9) qualquer pessoa pode efetuar um registro desde que possua uma câmera e treinamento mínimo. Já as vantagens do material herborizado seriam: 1) a possibilidade de investigação com novos métodos microscópicos, químicos e moleculares; 2) a acurácia da escala da figura; 3) é a base necessária para a descrição de novas espécies; e 4) a maioria das descrições e chaves são baseadas em amostras secas. Outros fatores importantes seriam o enriquecimento e manutenção contínuos das coleções e acessibilidade dos pesquisadores.

Outro uso da fotografia digital como ferramenta para subsidiar estudos taxonômicos que merece destaque é a possibilidade da delimitação e descrição de novas espécies por meio do compartilhamento de imagens através da internet, como o *iNaturalist* dentre outras redes sociais. A descoberta de novas espécies como *Drosera magnifica* Rivadavia & Gonella, (Gonella et al., 2015) e *Merianthera calyprata* R.Goldenb., Bochorny & Fraga (Goldenberg et al., 2023), a partir de publicações de fotografias em redes sociais demonstra o quão importante é esse tipo de compartilhamento. Preenchem uma lacuna significativa na disponibilidade de materiais nos herbários, inclusive tipos nomenclaturais, subsidiando pesquisas taxonômicas como a realizada por Smith et al. (2022), que revisitaram a delimitação das espécies do gênero *Victoria*, e por Krueger et al. (2023), que revisaram a taxonomia do complexo *Drosera microphylla*. Essas pesquisas permitiram delimitar novas espécies dos gêneros estudados (*Victoria boliviana* Magdalena & L.T.Sm., *Drosera atrata* T.Krueger, A.Fleischm. & G.Bourke, *Drosera hortiorum* T.Krueger & G.Bourke, *Drosera koikyennuruff* T.Krueger & A.S.Rob., *Drosera reflexa* G.Bourke & A.S.Rob.). Essas colaborações entre cidadãos e cientistas proporcionam acessos a inúmeros registros de espécimes, o que antes não era possível, possibilitando importantes descobertas e o avanço do conhecimento, ao mesmo tempo, em que incrementa as coleções dos herbários, contribuindo para que a taxonomia esteja inserida como uma ciência cidadã.

Weaver & Smith (2023a) apresentam uma ferramenta inovadora, a *LeafMachine2*, que utiliza aprendizado de máquina e visão computacional para extrair rapidamente características morfológicas de folhas a partir das imagens de herbários, visando facilitar a análise de espécimes de plantas, tornando o processo mais eficiente e escalável com a extração automática da forma, tamanho e textura das folhas. Discute ainda a importância da digitalização de herbários e como ferramentas de tecnologia da informação podem acelerar as pesquisas na área botânica, contribuindo para a conservação e o estudo da biodiversidade. O uso de dados abertos e a colaboração entre instituições também são destacados como aspectos fundamentais para o sucesso dessa abordagem. Outra ferramenta desenvolvida pelos mesmos autores, o *FieldPrism* (Weaver & Smith, 2023b), foi projetada para emular a padronização dos espécimes físicos dos herbários, permitindo que as imagens capturadas em campo sejam tratadas de maneira semelhante aos espécimes de herbários tradicionais. Isso é crucial para a coleta de dados quantitativos sobre características das plantas, permitindo ainda a criação de *vouchers* instantâneos a partir de imagens das plantas no campo, o que pode ser útil para a documentação das coleções dos herbários. Esses pontos destacam a relevância das coleções de herbários, da digitalização e o avanço e a

aplicabilidade de métodos modernos, para melhorar a curadoria e a utilização de dados de espécimes em pesquisas científicas.

É imperativo se pensar que a utilização da fotografia e da padronização dos metadados associados as imagens, outras técnicas fotográficas modernas também devem ser adotadas, tanto na digitalização de coleções, como em outros estudos botânicos. A utilização de *drones*, por exemplo, auxilia na observação, na obtenção de imagens e até mesmo em coletas das copas das árvores mais altas.

Diferentemente da Botânica, a Zoologia utiliza mais frequentemente a fotografia digital nas coleções e nas pesquisas taxonômicas (Mckay, 2013; Jäger, 2016; Friedman, 2018; Garcia et al., 2019). Isso incluiu a polêmica descrição de novas espécies sem a existência do material-tipo depositado em uma coleção (Marshall & Evenhuis, 2015). Essa publicação gerou um debate de ideias entre os que defendem e os que reprovam a uso da fotografia para descrever espécies (Pape, 2016; Ceríaco et al., 2016; Thorpe, 2017). Em geral, esse tipo de discussão se limita a organismos macroscópicos ou de grande porte.

Considerações finais

A digitalização e o repatriamento das coleções tornaram-se ações fundamentais para os herbários, viabilizando estudos sobre a biodiversidade e ampliando a relevância científica da pesquisa taxonômica no Brasil. Essas iniciativas valorizam os acervos ao promoverem a validação dos nomes das espécies por especialistas e destacam a importância dos registros fotográficos. Além disso, garantem acesso livre a uma ampla gama de informações, permitindo a realização de estudos e pesquisas diversificadas. A digitalização também potencializa o uso dos herbários em análises diversas, graças ao vasto volume de dados agregados, ao mesmo tempo que preserva os acervos, reduzindo a manipulação desnecessária das exsicatas e permitindo o estudo nos casos em que o exame do material é impossível ou economicamente inviável.

As coleções dos herbários digitalizadas e compartilhadas através de redes integradas como o Herbário Virtual Re flora integram o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e estão diante de uma revolução no uso de suas informações. Integram o *metaherbário* global que já abriga mais de 400 milhões de espécimes, promovendo avanços e pesquisas inovadoras e a colaboração interdisciplinar, aumentando não só o conhecimento sobre a conservação e a ecologia das plantas, como também mostra a beleza e a importância dos herbários para responder aos desafios da sociedade (Davis, 2023). Os herbários sempre tiveram desafios para manter e gerenciar suas

coleções e a responsabilidade da gestão da coleção ao compartilhar as informações aumentou de forma substancial, já que esses dados podem afetar pesquisas em desenvolvimento.

A fotografia digital tornou-se uma ferramenta fundamental dentro das coleções, dos estudos taxonômicos e das pesquisas pois oferecem vantagens evidentes, em função do avanço da interface digital no cotidiano, do volume de informações que agrega na forma de metadados e o uso da inteligência artificial, onde a automação já é uma realidade que envolve praticamente todas as áreas da ciência. A digitalização e a gestão de uma coleção de herbário são necessariamente multidisciplinar e deveriam envolver, além dos botânicos, diferentes profissionais como fotógrafos, designers gráficos, arquivistas, bibliotecários, cientistas da informação, advogado ambiental, gestor de projetos, geógrafo e profissionais em geoprocessamento, dentre outros. Com o Herbário Virtual Reflora e com a equipe do JBRJ parte dessas necessidades estão sendo mitigadas, seja com a disponibilização do JABOT e de suas interfaces, seja em recursos humanos. No entanto é necessário investimentos contínuos e políticas públicas eficazes para que possamos avançar nas pesquisas, desvendar os segredos da natureza e desenvolver soluções que promovam um futuro sustentável para todas as formas de vida no planeta. Com uma equipe multidisciplinar que atendesse toda a rede de herbários, haveria mais autonomia desses acervos, fortaleceria a integração, traria valorização às coleções e de suas informações além de prepará-las para os desafios da humanidade nesse novo século.

Referências Bibliográficas

- Alves, A.S., Barbara, C.E.P.D.O., Sacramento, C., Ghirardelli, C., Queiroz C. F., Nogueira, I., Sá, I.P., Praxedes, K.V., Terra, M., Pinheiro, M.J.A. & Ferrari, R.** 2017. Descrição de metadados mínimos para integração e preservação digital dos acervos científicos e culturais da Fundação Oswaldo Cruz: um estudo de caso. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde* 11: 1–15. Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1389>. Acesso em 26 de Setembro de 2019.
- Aske, K. & M. Giardinetti.** 2023. “(Mis)Matching Metadata: Improving Accessibility in Digital Visual Archives through the EyCon Project.” *Journal on Computing and Cultural Heritage* 16: 76: 1–76:20. <https://doi.org/10.1145/3594726>.
- Berendsohn, W.G., Einsiedel, B., Merkel, U., Nowak-Krawietz, H., Röpert D. & Will, I.** 2005. Digital imaging at the Herbarium Berolinense. In: Häuser, C.L., Steiner, A., Holstein, J., Scoble, M.J. (ed). *Digital imaging of biological type specimens – A manual of current best practice*. Stuttgart: European Network for Biodiversity Information (ENBI). pp. 172–187. (https://downloads.ctfassets.net/uo17ejk9rkwj/2KqW2Gsq5OsoQc0a14e4qE/1ec3bbbbb28128981cd4de7163af206d2/enbi_ImagingBiologicalSpecimens_manual_en_v1.pdf). Acesso em 30 de Novembro de 2024.
- Borsch, T., Berendsohn, W., Dalcin, E., Delmas, M., Demissew, S., Elliott, A., Fritsch, P., Fuchs, A., Geltman, D., Günter, A., Haevermans, T., Knapp, S., Le Roux, M.M., Loizeau, P.-A., Miller, C., Miller, J., Miller, J.T., Palese, R., Paton, A., Paernell, J., Pendry, C., Qin, H.-N., Sosa, V., Sosef, M., Von Raab-Straube, E., Ranwashe, F., Raz, L., Salimov, R., Smets, E., Thiers, B., Thomas, W., Tulig, M., Ulate, W., Ung, V., Watson, M., Jackson, P.W. & Zamora, N.** 2020a. World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon* 69: 1311–1341. <https://doi.org/10.1002/tax.12373>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Borsch, T., Stevens, A.D., Häffner, E., Güntsch, A., Berendsohn, W.G., Appelhans, M.S., Barilaro, C., Beszteri, B., Blattner, F.R., Bossdorf, O., Dalitz, H., Dressler, S., Duque-Thüs, R., Esser, H.-J., Franzke, A., Goetze, D., Grein, M., Grünert, U., Hellwig, F., Hentschel, J., Hörandl, E., Janßen, T., Jürgens, N., Kadereit, G., Karisch, T., Koch, M.A., Müller, F., Müller, J., Ober, D., Porembski, S., Poschlod, P., Printzen, C., Röser, M., Sack, P., Schlüter, P., Schmidt, M., Schnittler, M., Scholler, M., Schultz, M., Seeber, E., Simmel, J., Stiller, M., Thiv, M., Thüs, H., Tkach, N., Triebel, D., Warnke, U., Weibulat, T., Wesche, K., Yurkov, A. & Zizka, G.** 2020b. A complete digitization of German herbaria is possible, sensible and should be started now. *Research Ideas and Outcomes* 6: e50675. <https://doi.org/10.3897/rio.6.e50675>.
- Cachuela-Palacio, M.** 2006. Towards an index of all known species: the Catalogue of Life, its rationale, design and use. *Integrative Zoology* 1: 18–21. doi: 10.1111/j.1749-4877.2006.00007.

- Ceríaco, L.M.P., Gutiérrez, E.E. & Dubois, A.** 2016. Photography-based taxonomy is inadequate, unnecessary, and potentially harmful for biological sciences. *Zootaxa* 4196: 435–445.
- Davis, C.C.** 2023. The herbarium of the future. *Trends in Ecology & Evolution* 38: 412–423. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.11.015>.
- Davis, C.C. & Ellison, A.M.** 2018 The brave new world of the digital herbarium mobilizing the past to understand the future. *ReVista*, Spring 2018. See <https://revista.drclas.harvard.edu/book/brave-newworld-digital>.
- Flora e Funga Do Brasil.** 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 02 de Dezembro de 2024.
- Forzza, R.C., Dalcin, E.C., Silva, L.A.E. da, Silva Júnior, C.M. Da, Braga, W.R., Lima, R.O., Filardi, F. L.R., Leitman, P.M., Lanna, J.M. & Queiroz, N.** 2017b. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – ReFlora. Relatório de Atividades Desenvolvidas 2011-2016. 51p. Disponível em <https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/104/1/Relat%C3%B3rio%20Reflora%20FAPE RJ-CNPq-SiBBR%202011-2017.pdf>.
- Forzza, R.C., Jr, A.C., Andrade, A.C.S., Franco, L., Nadruz, M., Tamaio, N. & Fonseca-Kruel, V.S.** 2015b. Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RB). *UNISANTA Bioscience* 4: 393–398.
- Franchi, S.** 2024. Crafting and collecting cyanotypes: Anna Atkins's Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions. *Literature Compass*, e12708. <https://doi.org/10.1111/lic3.12708>.
- Friedman, A.L.L.** 2018. Review of the *Hygrophilous* Weevils in Israel (Coleoptera: Curculionoidea). *Diversity* 10: 77.
- García, K., Botero, J.P. & Martínez, N.J.** 2019. Two new species of *Beraba* Martins, 1997 and new geographical records of *Eburiini* (Coleoptera, Cerambycidae). *Zookeys* 827: 125–138.
- Gasper, A.L., Heiden, G., Versieux, L.M., Leitman, P.M. & Forzza, R.C.** 2021. Challenges and lessons learned from digitizing small Brazilian herbaria. *Acta Botanica Brasilica* 35(4): 689–697. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0246>.
- Gasper, A.L., Stehmann, J.R., Pimenta, A.D., Chiquito, E.A., Attili-Angelis, D., Vicente, V.A., Basílio, D.S., Petters-Vandresen, D., Henriques, D.K., Morais, G.S., Serejo, C.S. & Santos, C.R.M.** 2024. Digitalização. In: MARINONI, L., BASÍLIO, D. S., and GASPER, A. L., eds. Coleções biológicas científicas brasileiras: diagnóstico, prioridades e recomendações. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2024, pp. 103-113. ISBN: 978-65-87590-06-6. <https://doi.org/10.7476/9786587590066.0010>.
- GBIF - Global Biodiversity Information Facility.** 2010. Memorandum of Understanding. <https://doi.org/10.15468/doc.ajz7-qt28>

- GBIF - Global Biodiversity Information Facility.** 2021. Darwin Core Archives – How-to Guide, version 2.2. Copenhagen: GBIF Secretariat. <https://ipt.gbif.org/manual/en/ipt/2.5/dwca-guide>. Acesso em 11 de Setembro de 2023.
- GBIF - Global Biodiversity Information Facility.** 2024. Global Biodiversity Information Facility: Free and open access to biodiversity data <https://www.gbif.org/>.
- Gernandt, D.S., Salazar, G., Sánchez-Cordero, V., Samper, U.M. & Giménez, O.J.** 2014. Digitalización del Herbario Nacional de México: avances y retos del futuro. *Revista Digital Universitaria* 15: 1–13.
- Goldenberg, R., Bochorny, T., Amorim, A.M., Ziemmer, J. K., & de Fraga, C.N.** 2023. *Merianthera calyprata* sp. nov. (Melastomataceae, Myrtales), a new candelabriform species from Minas Gerais, Brazil. *European Journal of Taxonomy* 888: 64–76. <https://doi.org/10.5852/ejt.2023.888.2209>.
- Gonella P., Rivadavia F. & Fleischmann A.** 2015. *Drosera magnifica* (Droseraceae): the largest New World sundew, discovered on Facebook. *Phytotaxa* 220: 257–267.
- Govaerts, R., Nic Lughadha, E., Black, N., Turner, R. & Paton, A.** 2021. The World Checklist of Vascular Plants, a continuously updated resource for exploring global plant diversity. *Sci Data* 8: 215. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00997-6>.
- Guerra, C.B.** 2014. A fotografia e a ciência. *Ciência da Informação* 43: 137–148.
- Harris, K.M. & Marsico, T.D.** 2017. Digitizing specimens in a small herbarium: A viable workflow for collections working with limited resources. *Applied Plant Science* 5(4): 1600125. <https://doi.org/10.3732/apps.1600125>.
- Herbário Virtual Reflora.** 2024. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Occurrence dataset. <https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/>.
- Heberling, J.M., Prather, L.A. & Tonsor, S.J.** 2019. The changing uses of herbarium data in an era of global change: an overview using automated content analysis. *BioScience* 69: 812–822. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz094>.
- Hickman, E.J., Yates, C.J. & Hopper, S.D.** 2017. Botanical illustration and photography: a southern hemisphere perspective. *Australian Systematic Botany* 30: 291–325. <https://doi.org/10.1071/SB16059>.
- Hussein, B.R., Malik, O.A., Ong, W.-H. & Slik, J.W.F.** 2022. Applications of computer vision and machine learning techniques for digitized herbarium specimens: A systematic literature review. *Ecological Informatics* 69: 101641. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101641>.
- Jackson, P.W. & Miller, J.S.** 2015. Developing a World Flora Online: A 2020 challenge to the world's botanists from the international community. *Rodriguésia* 66: 939–946. <https://www.scielo.br/j/rod/a/mrbWyQHwRqzQDh8gLP6DjQz>. Accessed on 27 Nov 2023.
- Jäger, P.** 2016. A Plea for taxonomic drawings and against pure photo-taxonomy. *Indian Journal of Arachnology* 5: 61–66.

- Jones, A.C., White, R.J. & Orme, E.R.** 2011. Identifying and relating biological concepts in the Catalogue of Life. *Journal of Biomedical Semantics* 2: 1–21. <https://doi.org/10.1186/2041-1480-2-7>.
- Knight-Davis, S., Bruns, T. & Tucker, G.C.** 2015. Big Things Have Small Beginnings: Curating a Large Natural History Collection – Processes and Lessons Learned. *Journal of Librarianship and Scholarly Communication*, 3(2), eP1240. <http://dx.doi.org/10.7710/2162-3309.1240>.
- Krueger, T., Robinson, A., Bourke, G. & Fleischmann, A.** 2023. Small Leaves, Big Diversity: Citizen Science and Taxonomic Revision Triples Species Number in the Carnivorous *Drosera microphylla* Complex (D. Section *Ergaleium*, Droseraceae). *Biology* 12: 141. <https://doi.org/10.3390/biology12010141>.
- Lacerda, A.L. de.** 2012. A fotografia nos arquivos: produção e sentido de documentos visuais. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro 19: 283–302.
- LaFrankie, J.V. & Chua, A.I.** 2015. Application of digital field photographs as documents for tropical plant inventory. *Applications in Plant Sciences* 3: 1400116.
- Lanna, J., Silva, L.A. da, Morim, M., Leitman, P., Queiroz, N., Filardi, F., Dalcin, E., Oliveira, F. & Forzza, R.** 2018. Herbarium collection of the Rio de Janeiro Botanical Garden (RB), Brazil. *Biodiversity Data Journal* 6: e22757.
- 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, P., Rouhan, G. & Haevermans, T.** 2017. The French Muséum national d’histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data* 4: 1–16. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16>. Acesso em 28 de Dezembro de 2023.
- Loizeau, P.A. & Jackson, P.W.** 2017: World Flora Online mid-term update. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 102: 341–346. <https://doi.org/10.3417/D-16-00008A>. Acesso em 27 de Novembro de 2023.
- Luthfi, M., Riyanto, R., & Widodo, W.** 2024. Developing Virtual Herbarium of Sunan Kalijaga Islamic State University as a Plant Taxonomy Complementary Lab Work Material. *Biology, Medicine & Natural Products and Chemistry* 12: 625–630. doi:<https://doi.org/10.14421/biomedich.2023.122.625-630>.
- Krueger, T., Robinson, A., Bourke, G., & Fleischmann, A.** 2023. Small Leaves, Big Diversity: Citizen Science and Taxonomic Revision Triples Species Number in the Carnivorous *Drosera microphylla* Complex (D. Section *Ergaleium*, Droseraceae). *Biology* 12: 141. <https://doi.org/10.3390/biology12010141>.
- Marshall, S.A. & Evenhuis, N.L.** 2015. New species without dead bodies: a case for photo-based descriptions, illustrated by a striking new species of *Marleyimyia* Hesse (Diptera, Bombyliidae) from South Africa. *ZooKeys* 525: 117–127.

- McCabe, H.** 1999. Vast database offers vision of biodiversity. *Nature* 400: 5. <https://doi.org/10.1038/21728>.
- McKay, B.D.** 2013. Digital Photography in Systematics. *Biological Journal of the Linnean Society*, London 110: 1–13. <https://doi.org/10.1111/bij.12086>.
- Niedzielski, P. & Markiewicz, J.** 2023. Digitalization of Herbarium Collections as a Tool for the Commercialization of Scientific Knowledge. *Procedia Computer Science* 225. 2194–2203. Doi: 10.1016/j.procs.2023.10.210.
- Novikov, A. & Sup-Novikova, M.** 2021. Simple and cheap photosystem for herbarium digitization. *Plant Introduction* (91–92): 50–53. <https://doi.org/10.46341/PI2021015>.
- Pape, T.** 2016. Taxonomy: species can be named from photos. *Nature* 537: 307.
- Rodrigues, J.S.** 2018. O documento fotográfico: Um objeto social e de comunicação para a geração de conhecimento. *Revista Digital Biblioteconomia e Ciência da Informação* 16: 373–386.
- Ryan, D.** 2013. The Global Plants Initiative celebrates its achievements and plans for the future. *Taxon* 62: 417–418. Doi: 10.12705/622.26.
- Schaaf, L.J.** 1979. The first photographically printed and illustrated book. *Papers of the Bibliographical Society of America* 73: 209–244. <https://doi.org/10.1086/pbsa.73.2.24302456>.
- Schaaf, L.** 1982. Anna Atkin's Cyanotypes: An experiment in photographic publishing. *History of Photography* 6: 151–172. <https://doi.org.ez106.periodicos.capes.gov.br/10.1080/03087298.1982.10442730>
- Schneider, D., Pöttsch, M. & Maas, H.-G.** 2005. Accuracy and Application Potential of the 94 Megapixel Rgb Macro-Scanning Camera Pentacon Scan 5000. <https://www.researchgate.net/publication/237428781> . Acesso em 09 de Dezembro de 2024.
- Short, A.E.Z., Dikow T. & Moreau C.S.** 2018. Entomological collections in the age of big data. *Annual Review of Entomology* 63: 513–530. Doi: 10.1146/annurev-ento-031616-035536.
- Siegel, S.** 2019. Sun Gardens. Cyanotypes by Anna Atkins: Larry J. Schaaf (with contributions by Joshua Chuang, Emily Walz, and Mike Ware). Prestel Publishing, New York, 2018. 216 pages, with 197 colour illustrations. *History of Photography* 43: 334–336. <https://doi.org.ez106.periodicos.capes.gov.br/10.1080/03087298.2020.1732068>.
- Silva, L.A.E. Da, Fraga, C.N. De, Almeida, T.M.H. De; Gonzalez, M., Lima, R.O., Rocha, M.S. Da, Bellon, E., Ribeiro, R.S., Oliveira, F.A. De, Clemente, L.S., Magdalena, U.R. Medeiros, E.V.S. & Forzza, R.C.** 2017. JABOT - Sistema de Gerenciamento de Coleções Botânicas: a experiência de uma década de desenvolvimento e avanços. *Rodriguésia* 68: 391–410. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768208>.
- Silva, W.** 2015. O Estatuto Documental da Fotografia na Era Digital. *Artciencia.com. Revista de Arte, Ciência e Comunicação* 19: 1–10.

- Smith, G. & Figueiredo, E.** 2014. The Global Plants Initiative: Where it all Started. *Taxon* 63: 703–709. <https://doi.org/10.12705/633.33>.
- Smith, L.T., Magdalena, C., Przelomska, N.A.S., Pérez-Escobar, O.A., Melgar-Gómez, D.G., Beck, S., Negrão, R., Mian, S., Leitch, I.J., Dodsworth, S., Maurin, O., Ribero-Guardia, G., Salazar, C.D., Gutierrez-Sibauty, G., Antonelli, A. & Monro, A.K.** 2022 Revised species delimitation in the giant water lily genus *Victoria* (Nymphaeaceae) confirms a new species and has implications for its conservation. *Frontiers in Plant Science* 13: 883151. Doi: 10.3389/fpls.2022.883151.
- Soltis, P.S.** 2017. Digitization of herbaria enables novel research. *American Journal of Botany* 104: 1281–1284. Doi: [10.3732/ajb.1700281](https://doi.org/10.3732/ajb.1700281).
- Soltis, P.S., L. Teixeira-Costa, P. Bonnet & R.G. Nelson.** 2023. Advances in plant imaging across scales. *Applications in Plant Sciences* 11: e11550. <https://doi.org/10.1002/aps3.11550>.
- Souza, M.I.F., Vendrusculo, L.G. & Melo, G.C.** 2000. Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core. *Ciência da Informação* 29: 93–102.
- Takano, A., Horiuchi, Y., Fujimoto, Y., Aoki, K., Mitsuhashi, H. & Takahashi, A.** 2019. Simple but Long-lasting: A specimen imaging method applicable for small- and medium-sized herbaria. *PhytoKeys* 118: 1–14. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.118.29434>.
- Taniguchi, M., Condack, J.P., Leitman, P., Filardi, F.L.R. & Forzza, R.C.** 2018. Manual de Digitalização Re flora. 35p.
- Taniguchi, M., Leitman, P.M., Oliveira, F.A., Lima, R.O., Filardi, F.L.R & Forzza, R.C.** 2024. Manual de Digitalização Re flora. 3ª edição. 78p.
- Thiers, B.M., Tulig, M.C. & Watson, K.A.** 2016. Digitization of The New York Botanical Garden Herbarium. *Brittonia* 68: 324–333. <https://doi.org/10.1007/s12228-016-9423-7>.
- Thompson, K.M. & Birch, J.L.** 2023. Mapping the digitisation workflow in a university herbarium. *Research Ideas and Outcomes* 9: e106883. <https://doi.org/10.3897/rio.9.e106883>.
- Thorpe, S.E.** 2017. Is photography-based taxonomy really inadequate, unnecessary, and potentially harmful for biological sciences? A reply to Ceriaco et al. (2016). *Zootaxa* 4226: 449–450.
- Tulig, M., Tarnowsky, N., Bevans, M., Kirchgessner, A. & Thiers, B.** 2012. Increasing the efficiency of digitization workflows for herbarium specimens. *ZooKeys* 209: 103–113. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3125>.
- Turland, N.J., Wiersema, J.H., Barrie, F.R., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T.W., McNeill, J., Monro, A.M., Prado, J., Price, M.J. & Smith, G.F. (eds.).** 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth



International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile* 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018>.

Ware, M. 1998. Herschel's Cyanotype: Invention or discovery? *History of Photography* 22: 371–379. <https://doi-org.ez106.periodicos.capes.gov.br/10.1080/03087298.1998.10443901>.

Weaver, W.N. & Smith, S.A. 2023a. FieldPrism: A system for creating snapshot vouchers from field images using photogrammetric markers and QR codes. *Applications in Plant Sciences* 11: e11545. <https://doi.org/10.1002/aps3.11545>.

Weaver, W.N. & Smith, S.A. 2023b. From leaves to labels: Building modular machine learning networks for rapid herbarium specimen analysis with LeafMachine2. *Applications in Plant Sciences* 11: e11548. <https://doi.org/10.1002/aps3.11548>.



ANEXO I



The REFLORA Program: implementation, repatriation, and creation of the REFLORA Virtual Herbarium as a tool for biodiversity studies

Fernando da Costa Pinheiro^{1*} , Rafaela Campostrini Forzza^{2,3}, Paula Moraes Leitman³ & Jefferson Prado⁴

¹Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Setor de Autarquias Sul, Quadra 01, Bloco H, Asa Sul, 70297-400, Brasília, DF, Brasil.

²Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 45980-000, Prado, BA, Brasil.

³Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴Instituto de Pesquisas Ambientais, Herbário SP, 04301-012, São Paulo, SP, Brasil.

*Corresponding author: fernando.pinheiro@cnpq.br

PINHEIRO, F.C., FORZZA, R.C., LEITMAN, P.M., PRADO, J. **The REFLORA Program: implementation, repatriation, and creation of the REFLORA Virtual Herbarium as a tool for biodiversity studies.** *Biota Neotropica* 24(4): e20241701. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2024-1701>

Abstract: The program “REFLORA - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora” was established by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) in 2010, involved numerous participants at the international, federal, state, and private company levels, and included approximately 24.5 million reais in investments over a period of 5 years. It had the objective of rescuing and making available images and information about herbarium specimens of Brazilian plants deposited in foreign collections. Under the auspices of this program, research projects were financed with consumable, durable, and grant resources that covered aspects of taxonomy, evolution and phytogeographic adaptation, molecular biology, conservation, use, and historical details of expeditions and their relationship to the colonization of Brazil. Additionally, using subsidies from the REFLORA Program, the REFLORA Virtual Herbarium was created allowing the program to fulfill its initial objectives of receiving 500 thousand images and repatriating data from the RBG-Kew and MNHN-Paris herbaria, as well as data and images from other national and foreign herbaria that were subsequently added. This article describes the historical context of creating and implementing the REFLORA Virtual Herbarium, which has become one of the most important tools for research and advancing knowledge about the biodiversity of plants and fungi, in addition to being fundamental to fulfill international goals and agreements assumed by Brazil, such as Flora of Brazil 2020.

Keywords: *Botanical Collections; Human Resource Training; Repatriation of Data; National Council for Scientific and Technological Development; International Cooperation.*

Programa REFLORA - Implementação, repatriamento e a criação do Herbário Virtual REFLORA como ferramentas para estudos em biodiversidade

Resumo: O Programa “Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – REFLORA”, lançado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2010, envolveu inúmeros parceiros, em nível internacional, federal, estadual e empresas privadas, totalizando aproximadamente 24,5 milhões de reais em investimentos no período de 5 anos. Teve como objetivo resgatar e disponibilizar imagens e informações de exemplares herborizados de plantas brasileiras depositadas em coleções no exterior. Sob os auspícios do Programa, projetos de pesquisas foram financiados com recursos de custeio, capital e bolsas, e abordaram aspectos de taxonomia, evolução e adaptação fitogeográfica, dinâmica populacional, biologia molecular, conservação, uso e aspectos históricos das expedições e a relação com a colonização do Brasil. Adicionalmente, com os subsídios do Programa REFLORA, o Herbário Virtual REFLORA foi criado, permitindo o cumprimento dos objetivos iniciais do Programa com o acolhimento de mais de 500 mil imagens e dados repatriados dos herbários do RBG-Kew e do MNHN de Paris, assim como, dados e imagens de outros herbários nacionais e internacionais, que foram sendo agregados posteriormente. Este artigo descreve o contexto histórico de criação e de implementação do Programa e do Herbário Virtual REFLORA, que se tornou uma das ferramentas mais importantes para as pesquisas e para o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade de plantas e de fungos, sendo fundamental para o cumprimento de metas e acordos internacionais assumidos pelo Brasil como a Flora do Brasil 2020.

Palavras-chave: *Coleções Botânicas; Formação de Recursos Humanos; Repatriamento de Dados; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Cooperação internacional.*

Historical Context

Since the creation of the United Nations Environment Programme (UNEP) established in 1972, the signatory countries have implemented various policies and actions centered on a commitment to environmental responsibility). Among these, aimed at promoting global sustainability, are Agenda 21 and the Convention on Biological Diversity (CBD) (PNUMA, 1992) as fundamental actions of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), held in Rio de Janeiro in 1992, also known as ECO-92.

On April 19, 2002, the CBD signatory countries approved the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) at the 6th Conference of the Parties (COP 6) in The Hague. The main objective of the GSPC is to counter the loss of plant diversity by overseeing a series of subobjectives to understand, document, conserve, sustainably use, educate, and promote awareness of the plant diversity on the planet.

Given the need to understand and document the diversity of plants, the GSPC highlights the following:

- (i) *Document the plant diversity of the world, including the way it is used and distributed in nature, in protected areas, and ex situ collections;*
- (ii) *Monitor the state and tendencies of the global plant diversity, including the conservation and threats to the plant diversity, and identify (considering “red lists”) the plant species, plant communities, habitats and associated ecosystems at risk;*
- (iii) *Develop an integrated, distributed, interactive information system to manage and provide information about the plant diversity;*
- (iv) *Promote research about genetic, systematic, taxonomic, ecological and biological diversity in relation to the conservation of plants, plant communities, habitats and associated ecosystems, as well as about social, cultural and economic factors that impact the biodiversity, so that plant diversity, both in nature and in the context of human activities, is well understood and used to support conservation actions.*

The GSPC was renewed and updated on October 29, 2010, during the 10th COP in Nagoya, Aichi, Japan, with the adoption of a new 1st goal of developing an online flora of the world by 2020 (<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12283>). The vision of the GSPC in the last decade has been “without plants, there is no life.”

In January 2012, in St. Louis, U.S.A., representatives of the Missouri Botanical Garden, New York Botanical Garden, Royal Botanic Garden Edinburgh, and Royal Botanic Gardens, Kew, met to discuss how to meet Goal 1 of the GSPC by 2020. The meeting resulted in a proposed outline of the scope and content of the World Flora Online (WFO), as well as a discussion to form an international consortium of institutions and organizations to collaborate in providing this content. The WFO project was launched in India, during an event parallel to the 11th COP of the CBD, in October 2012 (Jackson & Miller 2015; Loizeau & Jackson 2017; Bosch et al. 2020). Since then, several institutions in the world have joined the initiative, including Brazil via the Rio de Janeiro Botanical Garden Research Institute (Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro) (Loizeau & Jackson 2017).

The WFO (<https://www.worldfloraonline.org>) provides free access to information about the known plant species in the world, and Brazil is one of the countries that provides the most data to this platform (BFG 2021).

Since the establishment of the CBD in 1992, Brazil, as a signatory, initiated principles and guidelines to implement a National Biodiversity Policy (Política Nacional da Biodiversidade; PNB) through Decree N° 4.339 on August 22, 2002. The PNB covers 7 components, and in 4 of these biological collections are fundamental to achieve the following objectives:

- *Institute a national, coordinated, and shared system of records of species in Brazil and other areas under its jurisdiction that creates, supports, consolidates, and integrates national and regional scientific collections and reference centers;*
- *Increase, strengthen, and integrate the system of herbaria, zoological museums, ethnobotanical collections, wildlife breeding grounds, botanical gardens, arboreturns, forest gardens, zoological collections, botanical collections, native plant nurseries, microorganism culture collections, plant germplasm banks, animal breeding centers, zoos, aquariums, and oceanariums;*
- *Identify and catalog the biological collections (herbarium, zoological, microorganism, and germplasm) in the country, followed by standardizing and integrating the information about these collections;*
- *Promote and strengthen the infrastructure and modernization of the Brazilian institutions involved with inventorying and characterizing the biodiversity, such as zoological, botanical, microorganism, and germplasm bank collections and animal breeding centers.*

Although the United States is not a signatory of the CBD, in 1994 the American Society of Plant Taxonomists, Society of Systematic Biologists, and Willi Henning Society, in cooperation with the Association of Systematics Collections, formed a consortium and established the Systematic Agenda 2000 with the objective of searching nations to discover, describe, and classify the species of the world. This included three interrelated scientific missions: Mission 1, “to discover, describe, and inventory global species diversity”; Mission 2, “to analyze and synthesize the information derived from this global discovery effort into a predictive classification system that reflects the history of life”; and Mission 3, “to organize the information derived from this global program in an efficiently retrievable form that best meets the needs of science and society” (Systematic Agenda 2000, 1994; Eshbaugh 1995; Bogan & Spamer, 1995; Cracraft 2002).

The CBD and Systematics Agenda 2000 resulted in a global paradigm shift concerning the role of biological collections, highlighting the importance of publishing primary data about biodiversity (Forzza et al. 2017a). In addition to advances related to collections, knowledge about Brazilian plant biodiversity substantially improved during the last decade due to the development of important research projects and programs created in Brazil (BFG 2018). In this context, it is relevant to note that since 1975 the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; CNPq) has contributed to the advancement

of knowledge about Brazilian plant diversity through launching, investing in, and promoting actions, programs and research projects related to the field of botany, including training taxonomists. Some notable programs are the Flora Program (Programa Flora) started in 1975 (Nogueira 1987), the Plants of the Northeast Program (Programa Plantas do Nordeste; PNE) started in 1992, the Atlantic Forest Program (Programa Mata Atlântica) started in 2001, the National Taxonomy Training Program (Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia; PROTAX) started in 2005, and the following programs started in 2010: the National System of Research in Biodiversity (Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade; SISBIOTA) and the REFLORA - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora (Programa Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - REFLORA). The last is the focus of this article and hereafter called the REFLORA Program.

The REFLORA Program

The REFLORA Program was implemented with the main objective of recording and making available images and information about herbarium specimens of Brazilian plants deposited in the herbaria at the Royal Botanic Gardens, Kew (RBG-Kew), in England, and National Museum of Natural History (Muséum National d'Histoire Naturelle; MNHN-Paris), in Paris, France, in order to serve as a foundation to advance the knowledge, sustainable use, and conservation of the Brazilian flora.

This program subsidized the creation, elaboration, and implementation of the REFLORA Virtual Herbarium (Herbário Virtual REFLORA; RVH) to house, in addition to repatriated material, images, and data from various national archives. It has become a fundamental tool for mainly taxonomic and conservation studies, in addition to supporting the previously mentioned international goals (BFG 2021). Thanks to this advance, today Brazil has an integrated, dynamic research platform with validated data curated by around 1000 taxonomists that provides information about numerous species of the Brazilian flora deposited in the collections that are integrated in the RVH.

Based on this relevant aspect, the present article seeks to contextualize and highlight the contribution that the REFLORA Program makes to advancing science, technology, and innovation for the management and valorization of biological collections, conservation, and increasing knowledge about Brazilian biodiversity.

Historically, Brazilian taxonomists always had the need to consult foreign biological collections to increase what is known about biodiversity. This was mainly because most of the nomenclatural types, especially those collected in the 18th and 19th centuries, are deposited in large archives in Europe and North America. Therefore, specialists had a desire and need for easy access to these specimens long before the REFLORA Program was initiated.

The repatriation of information and knowledge associated with Brazilian biodiversity started in 1998 with the initiation of the Plants of the Northeast Program (PNE) managed by the non-governmental organization Plants of the Northeast Association (Associação Plantas do Nordeste; APNE) in collaboration with RBG-Kew, research institutions in northeastern Brazil, and support from CNPq. Through this program,

works that repatriated data from the Kew Herbarium were started for the Flora of the Northeast, which involved selected botanical families (Zappi et al. 2003; Araújo, César & Simpson 2007; Hind & Miranda 2008). In the second phase of the project (2000–2004), digitization works were started that scanned specimens and resulted in an interactive database with images of types from the Northeast Region of Brazil (Zappi et al. 2003). The website that made this database available (<http://www.rbgkew.org.uk/data/repabr/homepage.html>) is no longer online.

In 2006, the book *Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade* (Egler & Santos 2006) was published by the Biodiversity Research Program (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) of the Ministry of Science and Technology (Ministério de Ciência e Tecnologia). The book established four goals for structuring a free, open, shared system in Brazil for primary data about species and specimens archived in Brazilian and foreign biological collections. The four goals are the following:

- 1) strengthen institutional capacity; 2) increase taxonomic and biogeographic knowledge; 3) consolidate a shared system with data about species and specimens; and 4) implement a participatory management model.

For each goal, the plan of action defined a component and set of activities that were necessary to achieve the goal. Component 2 predicted, among the activities, the repatriation of information about Brazilian biodiversity deposited in collections at foreign museums and herbaria, as well as highlighted that this need was indisputable.

Despite the well-defined goals and actions, there was no initiative at the time to effectively implement the system.

After thirty-five years of the Flora Program, CNPq contributed again to advancing the knowledge about plant biodiversity by launching the REFLORA Program, which was one of the most ambitious and challenging actions within the scope of Brazilian plant taxonomy and involved numerous researchers and partnerships (Table 1) at the international, federal, state, and private business levels (Figure 1).

Due to this complexity and the authors involved, CNPq established a Technical Committee (TC) to monitor the program REFLORA - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora, in accordance with the base document of the program. The TC, coordinated by CNPq, was composed of representatives from the following participating institutions:

Representatives of CNPq:

Paulo Sérgio Lacerda Beirão - Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde - DABS/CNPq;

Manoel Barral Neto - Diretor de Cooperação Institucional - DCOI/CNPq;

Cláudia Queiroz Gorgati - Coordenadora Geral do Programa de Pesquisa em Ciências da Terra e do Meio Ambiente - CGCTM/CNPq;

Maria Lucilene Araújo Velo - Assessoria de Cooperação Internacional - ASCIN; and

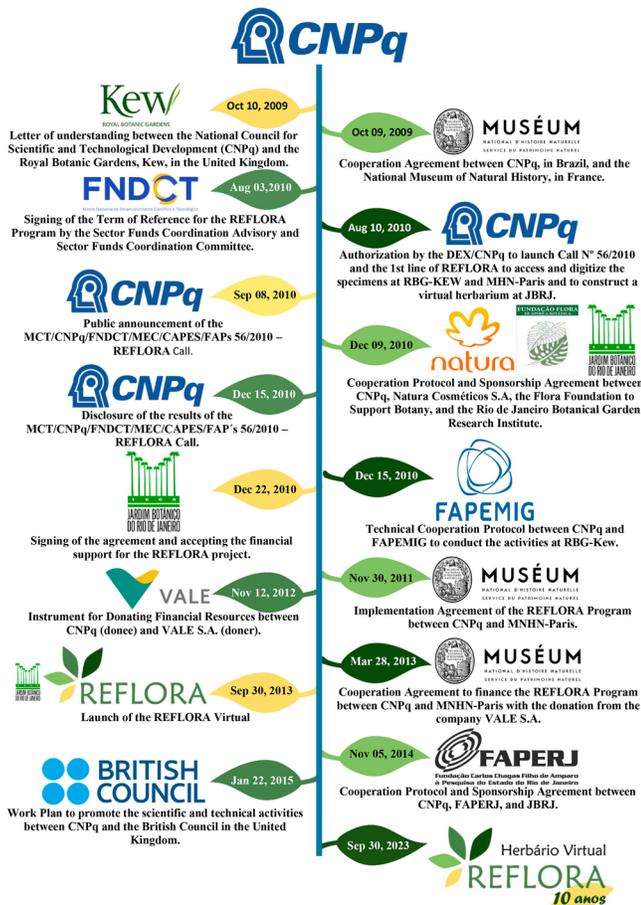
Ana Lúcia Delgado Assad - Assessoria de Cooperação Nacional - ASNAC.

Representatives of Partner Institutions and Companies

Eimear Nic Lughadha - Royal Botanic Garden de Kew - England;

Table 1. Partner institutions of the REFLORA Program.

	Partner Institutions – REFLORA Program	Abbreviation
Financing Partners	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	CNPq
	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	CAPES
	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	MCTI
	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro	FAPERJ
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais	FAPEMIG
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	FAPESP
	Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal	FAPDF
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas	FAPEAM
	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina	FAPESC
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia	FAPESB
	Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná	Fundação Araucária
	Newton Fund/British Council	FN/BC
	Natura Cosméticos S.A.	Natura
Vale S.A.	Vale	
Executing partners	Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro	JBRJ
	Muséum National d'Histoire Naturelle – Paris	MNHN-Paris
	Royal Botanic Gardens – Kew	RBG-Kew

**Figure 1.** REFLORA Program timeline.

Marc Pignal – Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris - MNHN -France;

Marli Pires Morim - Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

Débora Cristina Castellani - Natura;

Emídio Cantídio de Oliveira Filho - CAPES;

Luiz Eugênio Mello - Instituto Tecnológico Vale; and

Mario Neto Borges - CONFAP.

Representatives of the Scientific Community indicated by CNPq:

Ana Maria Giulietti Harley - Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFES; and José Oswaldo de Siqueira - Universidade

Federal de Lavras - UFLA.

The duties of the TC were the following: define strategies and guidelines of the program; approve and adapt the base document; analyze and recommend for approval the qualified projects based on merit, when solicited; guide and monitor the approved actions and projects; suggest modifications, extensions, continuity, or interruptions of projects; define the need for independent, technical-scientific advice and indicate scientific consultants, when necessary; and provide opinions about cases of omissions, when solicited by CNPq.

The main objective of the REFLORA Program was to rescue and make available information and images of herbarium specimens of Brazilian plants deposited in foreign collections to serve as a foundation to advance the knowledge, sustainable use, and conservation of the Brazilian flora (CNPq 2010). However, it appears that this program went beyond the objectives and initial goals, increasing the collaboration network between Brazilian and foreign herbaria and the digitalization of these archives, as well as contributing greatly to the creation of Flora of Brazil 2020.

According to a technical note from August 5, 2010, sent to the executive director of CNPq (DEX), the REFLORA Program was structured into two lines of action.

1. First line of action

The first line of action involved the access to information and digitization of specimens collected in Brazil until the 20th century, during expeditions by foreigners, deposited at the Royal Botanic Gardens, Kew (RBG-Kew), in England, and National Museum of Natural History (Muséum National d'Histoire Naturelle; MNHN-Paris), in Paris, France. These two institutions have the largest collections of Brazilian plants in Europe (Forzza et al. 2015). This step was possible by establishing partnerships through the following:

- a) a letter of understanding between CNPq and Royal Botanic Gardens, Kew, in the United Kingdom, signed on October 6, 2009; and
- b) a cooperation agreement between CNPq, in Brazil, and the National Museum of Natural History, in France, signed on October 9, 2009.

Both partnerships were valid for a total of five years starting on the signature date.

These partnerships included selecting the samples to be processed, digitized, authenticated, and transferred to a database on an IT platform comprising the physical base of the virtual herbarium installed at the Rio de Janeiro Botanical Garden (Jardim Botânico do Rio de Janeiro; JBRJ) and made available to the national and international public.

To implement this, the Brazilian and foreign teams created and agreed on specific work plans. These plans specified the set of activities, rules, norms, responsibilities, schedules, goals, indicators, and costs to execute each activity at RBG-Kew, MNHN-Paris, and JBRJ.

The line of action was authorized during the 18th meeting of the DEX, on August 10, 2010, with a forecasted investment in the order of R\$ 11,000,000.00 from federal, state, and private company funds for JBRJ and foreign partners.

For this, CNPq established and formalized partnerships with the Rio de Janeiro Research Support Foundation (Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro; FAPERJ), the Minas Gerais State Research Support Foundation (FAPEMIG), the company Natura Cosméticos S.A., the company VALE S.A., the Rio de Janeiro Botanical Garden (JBRJ), and the Flora Foundation to Support Botany (Fundação Flora de Apoio a Botânica), ensuring the contribution of financial resources necessary to make this first line of action viable.

The first financial guarantee was established on August 3, 2010, when the terms of reference for the program “REFLORA - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora” were assigned by the Sector Funds Coordination Advisory (Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais; ASCOF) and Sector Funds Coordination Committee (Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais) (Legal Approval Document: Minutes of the Meeting of the Sector Funds Coordination Committee on March, 3rd, 2010), guaranteeing the contribution of resources in the order of R\$ 8,000,000.00 (eight million reais) for the program to be dispersed in 2010, 2011, and 2012. This resource allowed two proposals to be funded after being invited by CNPq.

The proposal entitled “Expansion, integration, and digital dissemination of repatriated data about the Brazilian flora - REFLORA” (“*Ampliação, integração e disseminação digital de dados repatriados da flora brasileira - REFLORA*”) was part of the National Science and Technology – Flora and Fungus Virtual Herbarium (Nacional de Ciência e Tecnologia - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos; INCT/HVFF) network, whose participation in REFLORA was supported by the board of CNPq because of its mission, previous relevant experience in digital repatriation, and program that repatriated textual data of Brazilian collections from foreign herbaria. The proposal received a total value of R\$ 1,968,409.40 from CNPq, including R\$ 1,677,909.40 in consumables, R\$ 184,000.00 in durables, and R\$ 106,500.00 in ATP-A, BEP, and EV-2 grants. The last resource allowed 13 grantees to be funded over the life of the project (Jan. 21, 2011, to Jan. 20, 2014).

The proposal to construct and implement the physical base of the virtual herbarium and repatriation was carried out within the scope of the project and contracted in the form of an order entitled “REFLORA - Brazilian Plants: Historic Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora” (“Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – REFLORA”). It received a total value of R\$ 3,929,676.80 from CNPq, including R\$ 1,330,865.10 in consumables, R\$ 1,182,211.70 in durables, and R\$ 1,416,600.00 in DTI and ATP grants. The last resource allowed 75 grantees to be funded over the life of the project (Dec. 29, 2010, to Feb. 28, 2015).

The second formalization of financial support occurred on December 9, 2010, with the signing of the Cooperation Protocol and Sponsorship Agreement (Protocolo de Cooperação e do Contrato de Patrocínio) between CNPq, Natura Cosméticos S.A., Flora Foundation to Support Botany (Fundação Flora de Apoio a Botânica), and Rio de Janeiro Botanical Garden Research Institute for a total of R\$ 3,000,000.00. This resource allowed for the consolidation of partnerships of three institutions of technical excellence in development, interoperability of information systems, and the area of computing infrastructure (storage, processing, and connectivity), which allowed JBRJ to develop, maintain, and host the REFLORA Virtual Herbarium, according to the following components:

- “Adequacy of the Computing Infrastructure” in cooperation with the National Scientific Computing Laboratory (Laboratório Nacional de Computação Científica; LNCC); and
- “Development and Maintenance of Systems” with the Systems and Computer Engineering Program (Engenharia de Sistemas e Computação/COPPE; PESC/COPPE) and the University of São Paulo Polytechnic School (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; POLI-USP) realized through service provision contracts.

It is important to note that the resource also made it possible to develop repatriation activities at the Royal Botanical Gardens, Kew, England (Forzza et al. 2017b).

On November 5, 2014, the Cooperation Protocol and Sponsorship Agreement was established between CNPq, the Carlos Chagas Filho Foundation for Research Support in the State of Rio de Janeiro (Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro), and the Rio de Janeiro Botanical Garden Research Institute for a total value of R\$ 1,999,746.62.

The resource was made available in December 2015 and allowed JBRJ to adapt its infrastructure to meet the increased demand for storage space and processing of the images and associated data (Forzza et al. 2017b).

On November 30, 2011, the REFLORA Program Implementation Agreement was signed between CNPq and MNHN-Paris. To start the activities, the Instrument for Donating Financial Resources was formalized on November 12, 2012, between CNPq (donee) and the company VALE S.A. (donor), for a total value of R\$ 1,741,095.40. This resource was passed on to MNHN-Paris via the REFLORA Program Financing Cooperation Agreement established between CNPq and MNHN-Paris on March 28, 2013.

Due to the need for an extension and additional financing to complete activities at RBG-Kew, the Work Plan was established on February 22, 2015, to promote scientific and technological activities between CNPq and the British Council of the United Kingdom, which contributed £676.094 or approximately R\$ 2,696,003.00.

These actions and investments led to the creation of the REFLORA Virtual Herbarium (Herbário Virtual REFLORA; HVR) by the Rio de Janeiro Botanical Garden Research Institute, which launched on September 30, 2013. At the time, it hosted and made available more than 420 thousand images and information from RB and repatriated from RBG-Kew and MNHN-Paris (Forzza et al. 2015; BFG 2018).

2. Second line of action

The second line of action included launching the MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAPs Call N° 56/2010 – REFLORA (CNPq 2010), authorized during the 18th meeting of the DEX, on August 10, 2010, which aimed to promote individual and network research projects, involving teams of Brazilians and foreign institutions, and to train human resources. The call stated that the proposals should address aspects of taxonomy, evolution and phylogeographic adaptation, population dynamics, molecular biology, conservation, use, and historical aspects of expeditions and their relationship to the colonization of Brazil. Resources in the order of R\$ 17,010,000.00 were provided in consumables, durables, and grants to finance proposals of up to R\$ 200,000.00 for individual research projects and up to R\$ 600,000.00 for research network projects that lasted 36 months. The resources came from CNPq (R\$ 3,000,000.00), CAPES (R\$ 3,000,000.00), FNDCT (R\$ 5,000,000.00), and 12 State Research Support Foundations (Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais; FAPs) (R\$ 6,010,000.00), which were made available in up to three annual installments starting on the signature date of the cooperation agreements. The CAPES grants and resources from the FAP participants were awarded to the proposals approved in the call and given directly to the project coordinators by the grantors.

The call was released on September 08, 2010, and registration ended on October 26, 2010; 32 proposals were received, which had a total value of R\$ 7,874,714.92.

After consulting with the researchers of the proposals from the call, and reviewing their profiles, CNPq authorized four people to make up the Judging Committee: Dr. Armando Carlos Cervi (UFPR), Prof. Dr. Eliana Regina Forni-Martins (UNICAMP), Prof. Dr. Paulo Takeo Sano (USP), and Prof. Dr. Tânia Wendt (UFRJ).

This committee analyzed and evaluated the 32 proposals based on merit, relevance, adequacy, and budget, considering the terms

established in the 56/2010 – REFLORA Call (CNPq, 2010). Of these, 25 proposals were recommended on merit for approval, which totaled R\$ 5,704,638.63.

The director of CNPq, in a meeting on December 3, 2010, at CNPq, in Brasília, DF, recommended the final approval of 24 proposals of those recommended by the Judging Committee, which had a total value of R\$ 5,633,800.15 in consumable and durable resources, as well as resources for Scientific Initiation (Iniciação Científica; IC) and Technical Support (Apoio Técnico; AT) grants at the for students with high school (2A) and graduate (1A) degrees. CNPq announced the final approval of the proposals on December 15, 2010, on the CNPq site and the Diário Oficial da União (DOU), Section 3, N° 239, pag. 16. The projects were started between December 2010 and June 2011.

The foundations that support research in the states of Amazonas (FAPEAM), Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCARIA), Santa Catarina (FAPESC), and São Paulo (FAPESP), as well as the Distrito Federal (FAPDF), contributed a total value of R\$ 1,224,830.60 to the projects. Although the FAPEG, FAPEPI, FAPEMA, and FAPES foundations were included in the call, there were no proposals from these states. As mentioned, the FAPEMIG and FAPERJ foundations contributed resources, respectively, to the work in the first line of action at Kew (R\$ 1,761,671.00) and JBRJ (R\$ 1,999,746.62), so CNPq had to finance the projects approved from Minas Gerais and Rio de Janeiro. Table 2 lists the resources the state foundations provided to the REFLORA Program.

Additionally, CAPES gave R\$ 1,653,453.90 to pay for master's (GM), doctorate abroad (Doutorado Sanduíche no Exterior; SWE), and post-doctorate abroad (Pós-doutorado no Exterior; PDE) grants to the projects selected from the call.

Therefore, the call received a total contribution of R\$ 7,019,118.63. This represented 41.5% of the total expected value, in investments of consumable, durable, and grant resources, for the proposals from the states of Amazonas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, and São Paulo, as well as the Distrito Federal (Figure 2).

3. Global investment

The REFLORA Program, with its two lines of action, included investments in the order of R\$ 24,460,744.22 over five years. This included R\$ 9,103,578.00 from CNPq/FNDCT, R\$ 4,986,248.22 from the FAPs, R\$ 3,000,000.00 from Natura, R\$ 2,933,820.00 from Capes, R\$ 2,696,003.00 from the Newton Fund/British Council, and R\$ 1,741,095.00 from Vale S.A. (Figure 3).

4. Monitoring and evaluation

The call (item II.4) allowed for holding annual meetings to monitor and evaluate the research projects, which were organized by the REFLORA Technical Committee in collaboration with the Secretary of Policies and Programs of Research and Development (Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento; SEPED) of the Ministry of Science and Technology (Ministério da Ciência e Tecnologia; MCT). In total, there were three monitor and evaluation meetings (M&E).

The 1st meeting occurred on May 10 and 11, 2012, at the CNPq headquarters, in Brasília, DF, with representatives of the REFLORA Program Technical Committee and the coordinators of the projects

Table 2. State research support foundations that joined the 56/2010 Call and the REFLORA Program, as well as the respective financial resources.

Foundation	FU	Available value	Applied value	Balance
FAPDF	DF	R\$ 500,000.00	R\$ 350,924.31	R\$ 149,075.69
FAPEAM	AM	R\$ 1,000,000.00	R\$ 276,885.54	R\$ 723,114.46
FAPEG	GO	R\$ 200,000.00	R\$ 0.00	R\$ 200,000.00
FAPEMA	MA	R\$ 300,000.00	R\$ 0.00	R\$ 300,000.00
FAPEMIG	MG	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,761,671.00	-R\$ 761,671.00
FAPEPI	PI	R\$ 160,000.00	R\$ 0.00	R\$ 160,000.00
FAPERJ	RJ	R\$ 2,000,000.00	R\$ 1,999,746.62	R\$ 253.38
FAPES	ES	R\$ 200,000.00	R\$ 0.00	R\$ 200,000.00
FAPESB	BA	R\$ 100,000.00	R\$ 99,884.48	R\$ 115.52
FAPESC	SC	R\$ 200,000.00	R\$ 99,998.50	R\$ 100,001.50
FAPESP	SP	R\$ 2,000,000.00	R\$ 359,887.77	R\$ 1,640,112.23
Fundação Araucária	PR	R\$ 150,000.00	R\$ 37,250.00	R\$ 112,750.00
FUNDECT	TO	R\$ 200,000.00	R\$ 0.00	R\$ 200,000.00
TOTAL		R\$ 8,010,000.00	R\$ 4,986,248.22	R\$ 3,023,751.78

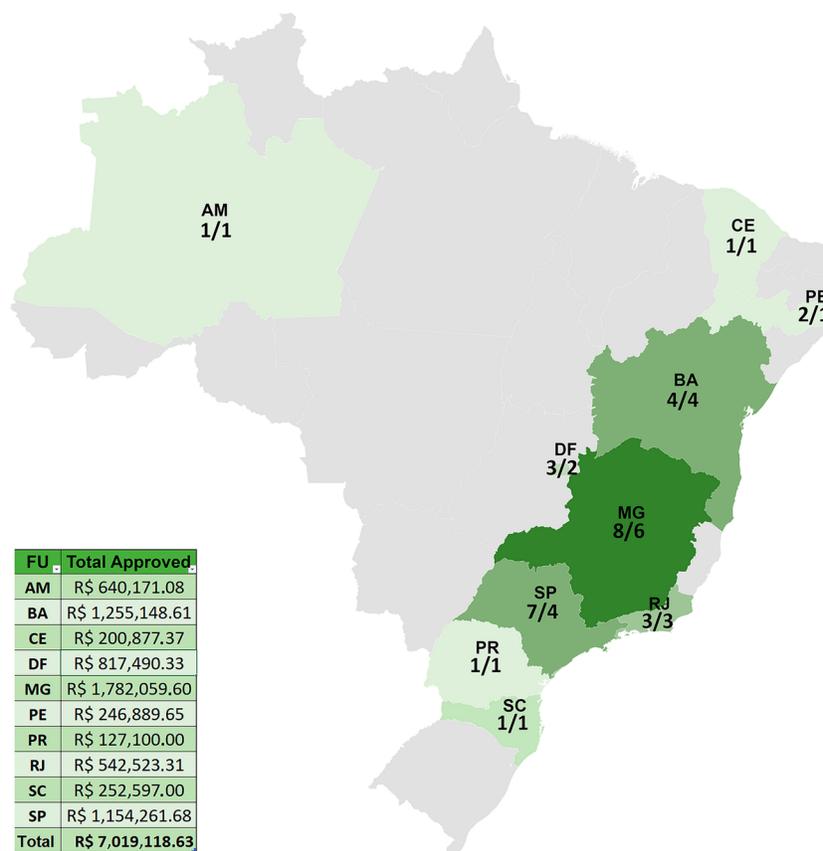


Figure 2. Total proposals submitted and total proposals accepted for the 56/2010 – REFLORA Call per federative unit (source: CNPq, 2010).

approved in the REFLORA – 56/2010 Call and the selected invited projects, which included 27 participants in total.

The meeting aimed to evaluate the program, especially to monitor and outline development strategies, as well as to provide the Technical

Committee with more information about the research projects. This meeting generated two documents: a report of the meeting of the Technical Committee and scientific project coordinators and a letter written by the project coordinators. These documents evidenced the progress achieved

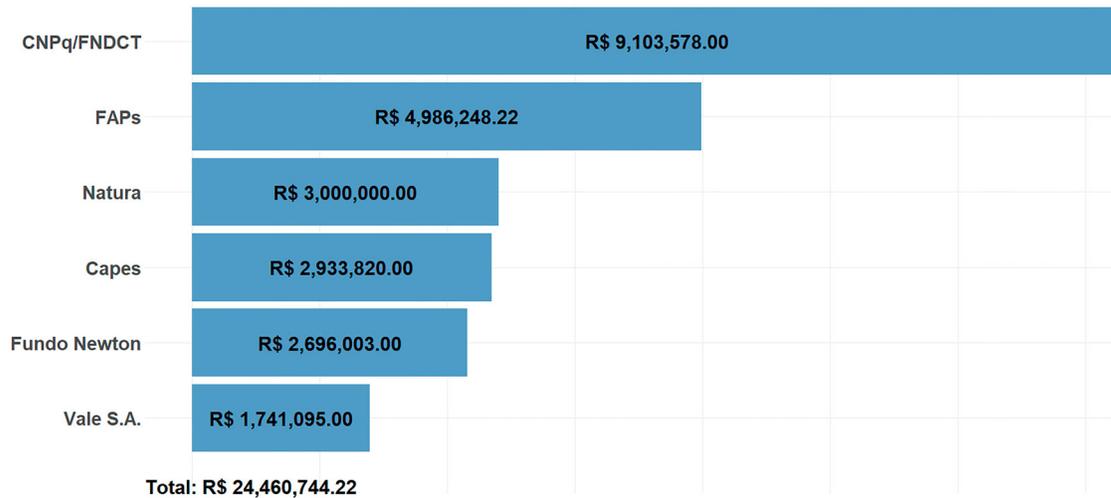


Figure 3. Total resources invested by the REFLORA Program partners.

up to that moment, the politics and strategies involved, difficulties, and possible solutions to fulfill the REFLORA Program actions.

Among the difficulties, the coordinators highlighted the delay in releasing resources by some partners, which compromised executing the projects, infrastructure works to implement the RVH, and providing grants. As a result, the coordinators requested an extension for the deadline of the call projects for at least one year. This request was accepted by the CNPq, and all the projects had to end on February 28, 2015.

The 2nd M&E meeting occurred from May 15 to 17, 2013, at the CNPq headquarters, in Brasília, DF. It included around 50 participants, including project researchers, members of the Monitor and Evaluation Technical Committee (METC), and representatives of REFLORA partner institutions.

The METC was created specifically to monitor and evaluate the REFLORA projects and was formed by the following researchers: Dr. José Oswaldo Siqueira, from the Federal University of Lavras (UFLA), Dr. Ana Maria Giulietti Harley, from the State University of Feira de Santana (UEFS), and Dr. Ariane Luna Peixoto, from the Rio de Janeiro Botanical Garden (JBRJ).

According to the METC report, an analysis of partial project results in reports and presentations made during the meeting verified the projects were progressing well. There were already relevant results, including a significant number of repatriated images of specimens with data verified by specialists of different taxonomic groups. Publications, people who completed their master's and doctorate degrees as part of an international project of such magnitude, and the establishment of international partnerships also stood out. The committee noted the importance of the REFLORA Program and the great advance in the organization, execution, and overall results obtained.

The METC also highlighted the following contributions of the program:

- improved infrastructure of the institutions involved;
- formation of human resources specialized in taxonomy and curation;

- organization, information, and availability of online collections;
- inclusion of Brazilian botany in the era of electronic taxonomy;
- valorization of collections that are taxonomically validated;
- direct contribution to other large projects, such as the List of Species of the Flora of Brazil online (*Lista de Espécies da Flora do Brasil online*);
- contributions to integrating the Brazilian collections in the Global Strategy for Plant Conservation: World Flora Online 2020 which is part of the Convention on Biological Diversity, of which Brazil is a signatory.

Like the previous meeting, a letter was written (see the supplementary material) by the project coordinators that noted solutions so the REFLORA Program projects could make progress; these mainly referred to making outstanding resources available.

The 3rd M&E meeting occurred on October 18 and 19, 2014, in Salvador, Bahia, before the 65th National Botanical Congress and 11th Latin America Botanical Congress. The METC included Dr. William Way Thomas, from the New York Botanical Garden, and Dr. Ana Maria Giulietti Harley and Dr. Ariane Luna Peixoto, who participated in the previous meeting. This METC meeting highlighted the successful progress of the REFLORA Program, as evidenced by relevant results, the significant repatriation of specimen images, and the training of master's and doctoral students. It also highlighted the international collaboration, and high-quality publications in international journals, and exceeded expectations in terms of describing new species and making nomenclatural corrections. The METC recognized the REFLORA Program as a catalyst that benefited from training scientists, used by the INCT/HVFF, and creating the List of Species of the Flora of Brazil. The report from this meeting emphasizes the advancement in digitizing herbarium collections, the formation of taxonomists, and the internationalization of Brazilian botany, notably the success of the program and the flourishing and dynamic aspects of botanical science in the country.

In addition to the third M&E meeting, at the 11th Latin America Botanical Congress there was the REFLORA - Brazilian Plants: Historic

Rescue and Virtual Herbarium for Knowledge and Conservation of the Brazilian Flora symposium that was on the afternoon of October 20, 2014. It had presentations by board members of CNPq, JBRJ, RBG-Kew, MNHN-Paris, INCT/HVFF, and METC. This was an important suggestion made in the letter written by the project coordinators during the second M&E meeting. It was one of the more important moments of managing REFLORA, since the evaluation was shared with the botanical communities in Brazil and other countries in Latin America, and included approximately 50 participants (project researchers, METC members, and representatives of REFLORA partner institutions).

5. Human resources

In this work, the training and performance of human resources are addressed in a general context that only considers aspects relevant from a management point of view. Due to its complexity and richness, an in-depth study of this subject would provide data for another article.

There was a financial contribution in the order of R\$ 5,324,760.00 that allowed the REFLORA Program projects to have a quota of 239 grants distributed in the following way:

CNPq grants

Grant per quota in the country

- High School Technical Support (Apoio Técnico Nível Médio; AT-NM) (17 grants/384 months)
- Graduate Technical Support (Apoio Técnico Nível Superior; AT-NS) (28 grants/612 months)
- Scientific Initiation (Iniciação Científica; IC) (38 grants/1026 months)

Technological Development and Innovative Extension Grants

- Visiting Specialist (Especialista Visitante; EV) (1 grant/1 month)
- Technical Support for Outreach in the Country (Apoio Técnico em Extensão no País; ATP) (28 grants/1008 months)
- Technological and Industrial Development (Desenvolvimento Tecnológico e Industrial – DTI) (12 grants/432 months)

Capes Grants

- Master's (Mestrado – GM) (72 grants/504 months)
- Sandwich Doctorate (Doutorado Sanduíche no Exterior – SWE) (22 grants/70 months)
- Post-doctorate Abroad (Pós-Doutorado no Exterior – PDE) (21 grants/132 months)

Technological Development and Innovative Extension Grants (Bolsas de Fomento Tecnológico e Extensão Inovadora) can be managed by balancing resources rearranged by the coordinators based on the modalities available and the needs of the project. Thus, for the modalities/levels of these grants, there were differences between the quotas and what was awarded. The AT and IC grants are based on quotas that can only be modified with prior authorization from CNPq, so there were few changes to these grants. By balancing resources or a quota, these grants could be used by different grantees, which explains the difference in the number of grants available and the number of grantees mentioned below.

These grants allowed 328 grantees to participate, notably women who represented 67% of this total (222). The grants were awarded from

January 01, 2011, to May 01, 2016, and January 2013 had the largest number of active grantees (149), and 23 grantees concluded their jobs in December 2013 (Figure 4).

The following grants were implemented: 2 EV-2, 2 EV-3, 52 ATP-A, 6 ATP-B, 3 DTI-A, 5 DTI-B, 18 DTI-C, 45 AT-NM, 48 AT-NS, 82 IC, 19 PDE, 37 – GM, and 9 – SWE (Figure 5). This totaled R\$ 4,438,105.89 paid to grantees or around 83.35% of the total awarded.

The researchers reported difficulties in implementing the grants offered by Capes due to regulatory reasons of the agency, especially the incompatibility of when the researchers could go to Kew and Paris and when using the grant had to begin, a fact that can be observed between the number of grants awarded and number of grants effectively implemented.

Another important piece of information is the profile of the grantees and their advancement in education. According to information from Lattes resumes until May 2024, of the 113 grantees that had a high school education, 29 stayed at the same degree level, 35 finished their undergraduate degree, 8 completed a specialization, 30 finished their master's degree, and 11 finished their doctorate. Of the 131 grantees with an undergraduate degree, 11 completed a specialization, 47 finished a master's degree, and 26 finished a doctorate. Of the 49 with a master's degree, 23 finished their doctorate (Figure 6). This highlights the significant increase in the number of professionals that followed an academic career, with a jump of 112.2% and 206.9% in the number of master's degrees and doctorates, respectively, among the grantees who graduated, as seen in Figure 7. This figure also shows that women represent the majority when looking separately at the different education levels.

Table 3 shows the most representative study areas of the grantees and former grantees, including their concentration in botany and other biological sciences. There were also a significant number of professionals in areas other than biological sciences, indicating multidisciplinary interests, such as health, agrarian, social and human, and mathematics and earth sciences.

According to Greff et al. (2020), post-graduate research grants not only promote scientific knowledge and development but also place researchers in projects that are crucial to the sociocultural development of society. Bloch et al. (2014) affirm that receiving a grant can influence both the scientific production and professional trajectory of individuals, impacting the academic performance of researchers.

It is undeniable, therefore, that these training and research grants played a fundamental role in advancing research for the effective implementation of the RVH and beneficiaries. Thus, from a social point of view, it is possible to affirm that providing these grants had a positive impact on the training of many participants, especially those at the beginning of their careers, by providing opportunities to increase knowledge, develop skills, and mature, which paved the way for specific qualifications, regardless of the professional area they pursued.

Fulfilling the goals

According to Paton (2023), the Kew Herbarium (K) made 264,608 images available to the RVH. Of these, 53,431 do not have information about the country of origin and 8,949 are records of collections that were not made in Brazil. Therefore, 202,228 are collections made in Brazil, which belong to 259 families, 3,004 genera, and 25,980 species

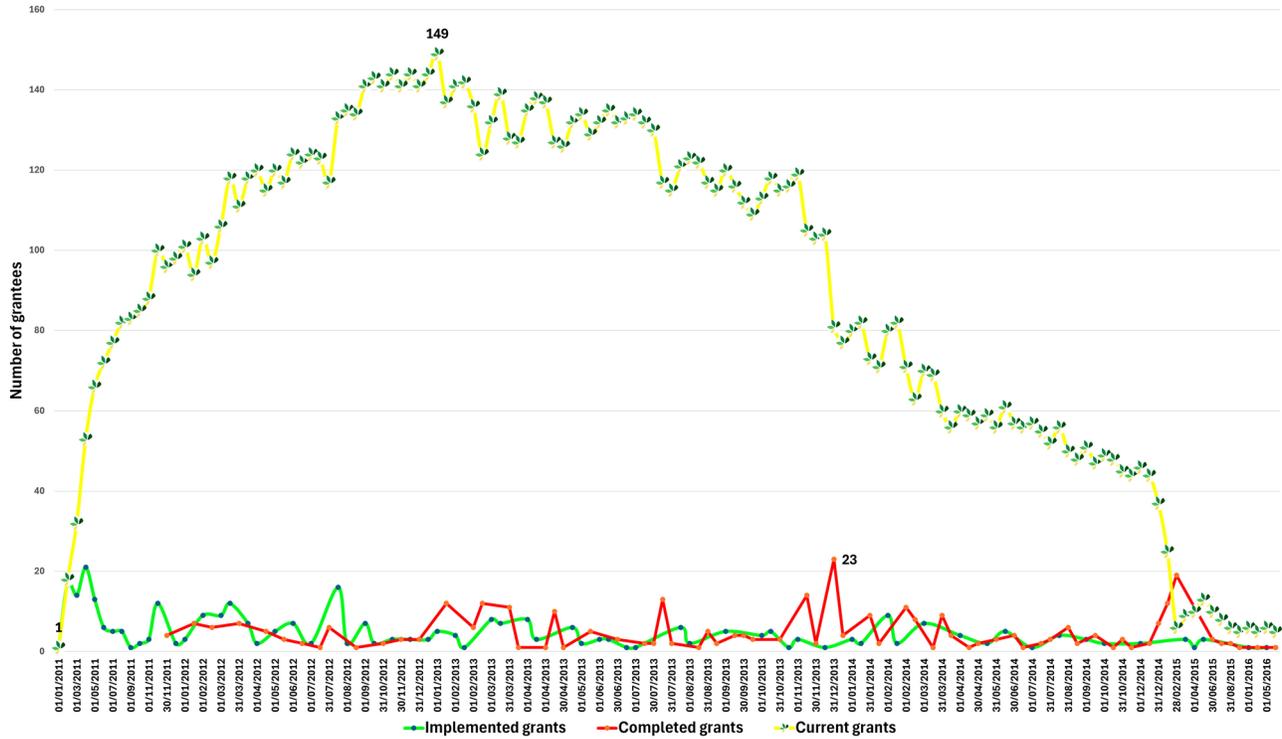


Figure 4. Implemented, completed, and current grants for the REFLORA Program projects from 01/01/2011 to 31/05/2016.

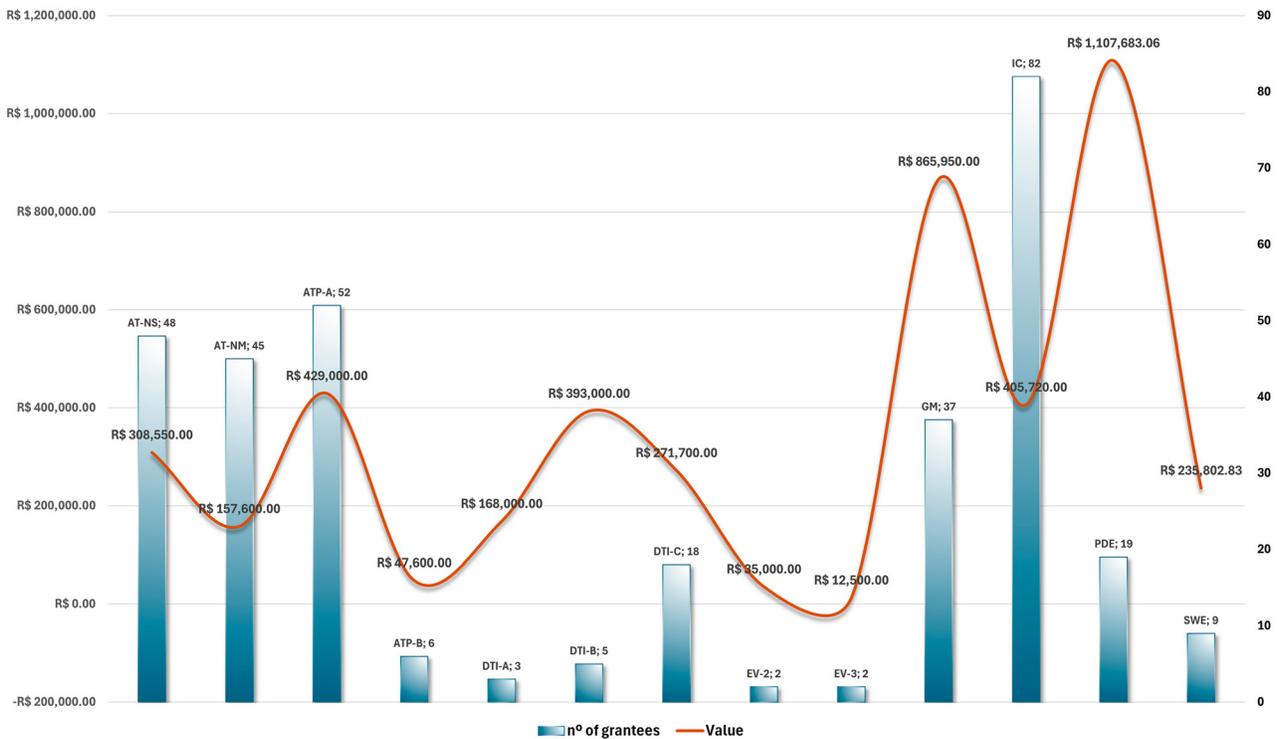


Figure 5. Number of grantees and the total financial value per type and level of the grant for the REFLORA Program projects (sources: CNPq, 2010, Capes 2023 and Portal da Transparência). Name of the grant type/level: EV-2 = Visiting Specialist (Especialista Visitante); EV-3 = Visiting Specialist (Especialista Visitante); ATP-A = Technical Support for Outreach in the Country (Apoyo Técnico em Extensão no País); ATP-B = Technical Support for Outreach in the Country (Apoyo Técnico em Extensão no País); DTI-A = Technological and Industrial Development (Desenvolvimento Tecnológico e Industrial); DTI-B = Technological and Industrial Development (Desenvolvimento Tecnológico e Industrial); DTI-C = Technological and Industrial Development (Desenvolvimento Tecnológico e Industrial); PDE = Post-Doctorate Abroad (Pós-Doutorado no Exterior); GM = Master's (Mestrado); AT-1A = Technical Support (Apoyo Técnico); AT-2A = Technical Support (Apoyo Técnico); IC = Scientific Initiation (Iniciação Científica).

REFLORA Program as a tool for biodiversity studies

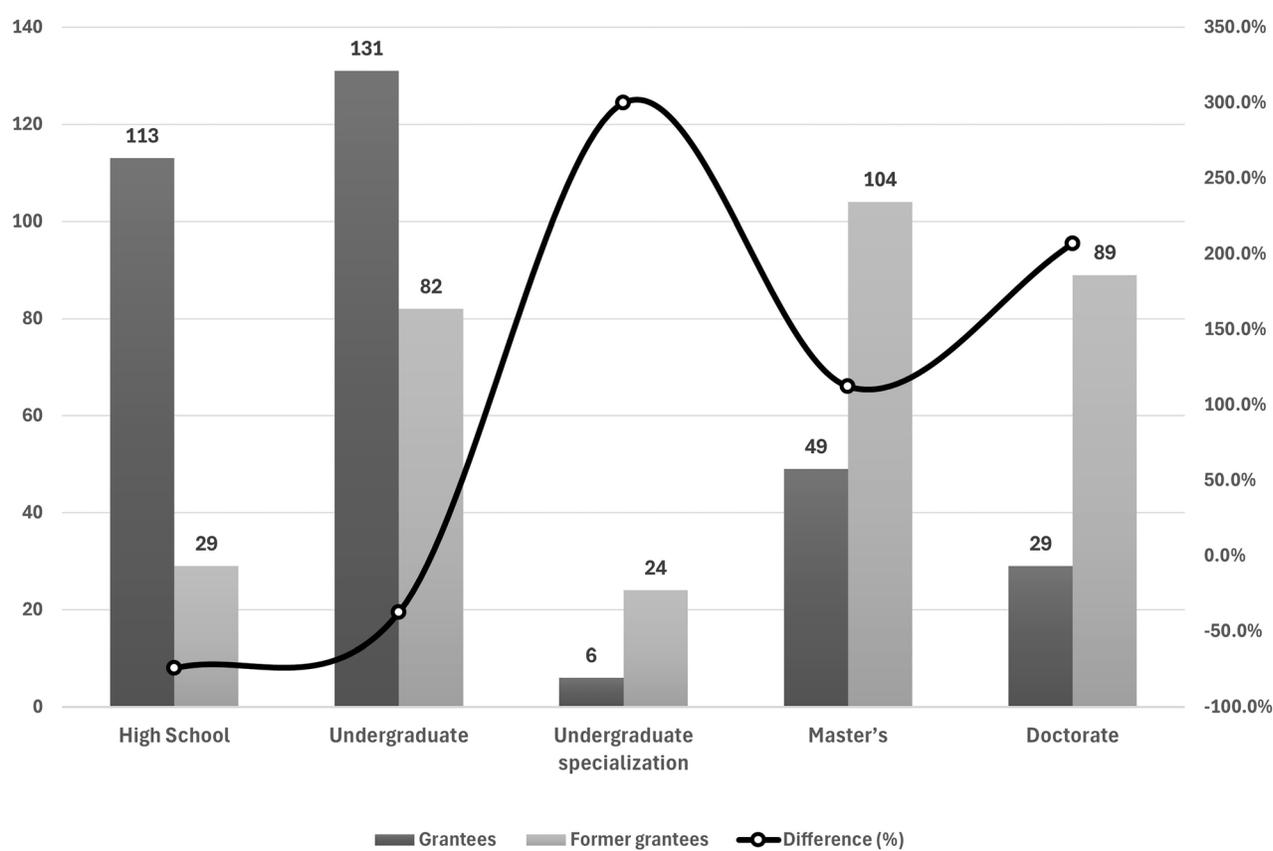


Figure 6. Comparison of the education level of the grantees and former grantees and the percentage of change per level (source: Plataforma Lattes/CNPq, May 2024).

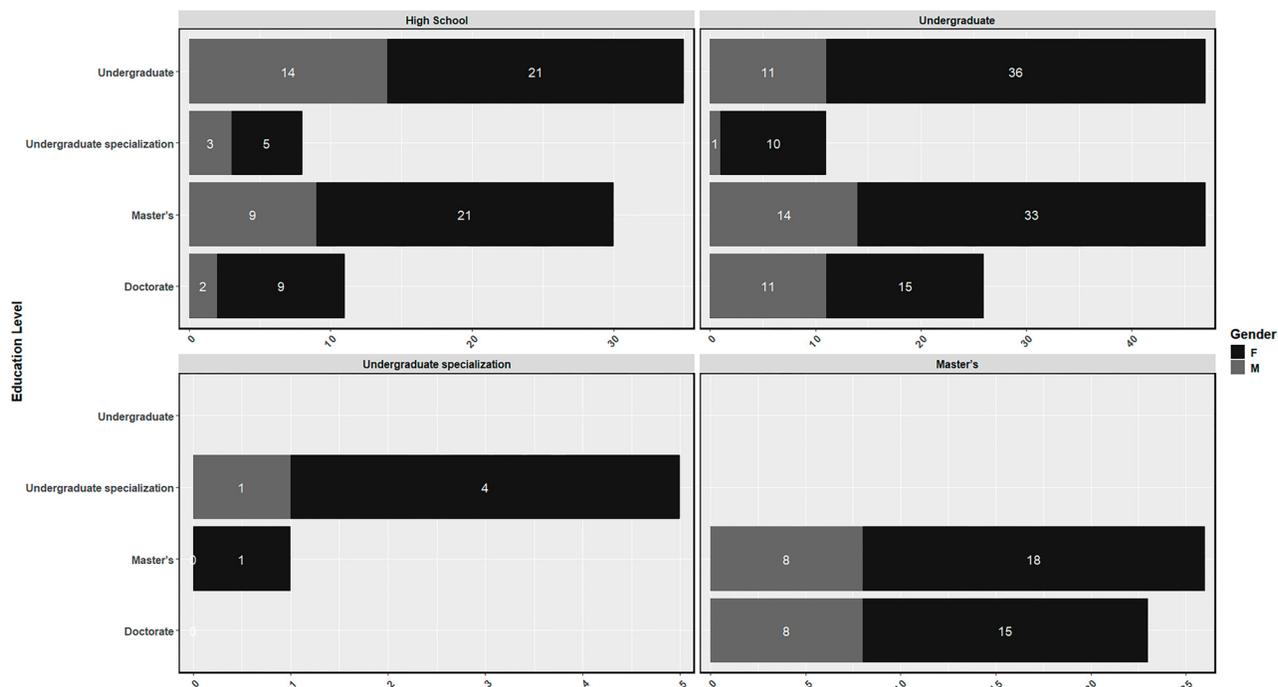


Figure 7. Evolution of the academic training of the grantees for females (F) and males (M) for the 4 education levels when implementing the grant (source: the Carlos Chagas platform and Lattes platform (CNPq) – May 2024).

Table 3. Distribution of former grantees by education level and area of specialization (U = Undergraduate, S = Undergraduate specialization, M = Master's, D = Doctorate).

Education area	Former grantee with high school degree				Total	Former grantee with undergraduate degree				Total	Former grantee with undergraduate specialization			Former grantee with master's degree			Total
	U	S	M	D		U	S	M	D		S	M	Total	M	D	Total	
Botany, Plant Biology, Tropical Botany, Biodiversity (Botany), Biological Sciences (Fungi), Biological Sciences (Plant Biology), Biology of Fungi, Algae, and Plants, Biological Sciences (Botany), Plant Biodiversity and the Environment			9	6	15			26	15	41				15	18	33	89
Biological Sciences	23				23	31		1	2	34							57
High-School					29												29
Pharmacy, Pharmaceutical Sciences, Nursing, Advanced Clinical Microbiology, Clinical Analyses, Clinical Pathology, Clinical Phytotherapy, Collective Health, Health Sciences, MBA in Health Management and Hospital Pharmacy, Medicine (Radiology), Pharmacy-Biochemistry, Physiotherapy in Urogynecology	5	4	1	1	11	2	2	2	2	8							19
Forest Sciences, Forest Engineering, Agrarian Sciences (Plant Physiology), Agronomy, Agronomy (Horticulture)	4		5		9	2			3	5							14
Ecology, Ecology and Conservation, Biodiversity, Biodiversity and Amazonian Agroecosystems, Biodiversity and Health, Biodiversity and the Environment, Biodiversity in Conservation Units, Biology (Ecology), Ecology and Conservation of Biodiversity, Ecology and Management of Natural Resources, Ecology and Natural Resources			2		2	1		8	2	11				1	2	3	16
Sixty other training areas	3	4	13	4	24	11	9	10	2	32	5	1	6	10	3	13	71
TOTAL	35	8	30	11	113	47	11	47	26	131	5	1	6	26	23	49	299

identified to the species level; among these, 13,162 are nomenclatural types. The types included 202 families, 1,542 genera, and 8,121 species. The amount of repatriated material per federative unit is in Figure 8 and Table 4. The federative units with the most images of specimens are Minas Gerais (18,245), Amazonas (17,654), Bahia (17,014), Rio de Janeiro (13,051), and Mato Grosso (9,448).

However, there are 63,154 images of specimens that do not have information about the federative unit. Additionally, there are 38,284 images of georeferenced specimens (Figure 9a). Of the images of specimens that contain information with the correct collection year, eight are from the XVII century, 29,453 are from the XVIII century, 131,682 are from the XIX century, and 9,700 are from the XX century. Therefore, 31,385 of the samples lack satisfactory data about the collection date (Table 4).

According to data in Invernon (2023), 248,155 images of specimens were repatriated from the P herbarium and made available on the RVH. Of these, 30,596 lack information about the country of origin, and 69,555 refer to collections made in other countries. Therefore, 148,004 are of material from Brazil. These belong to 310 families, 2,866 genera, and 22,968 species identified at the species level, and 14,626 of them are nomenclatural types. These types include 188 families, 1,358 genera, and 7,477 species. The amount of repatriated material per federative unit is in Figure 8, and the states of Minas Gerais (18,245), Rio de Janeiro (18,384), Bahia (6,122), São Paulo (5,709), and Amazonas (4,817) had the highest number of specimen images, respectively. However, 71,066 images lack information about the federative unit. Of the total, 15,284 images are georeferenced (Figure 9b).

REFLORA Program as a tool for biodiversity studies

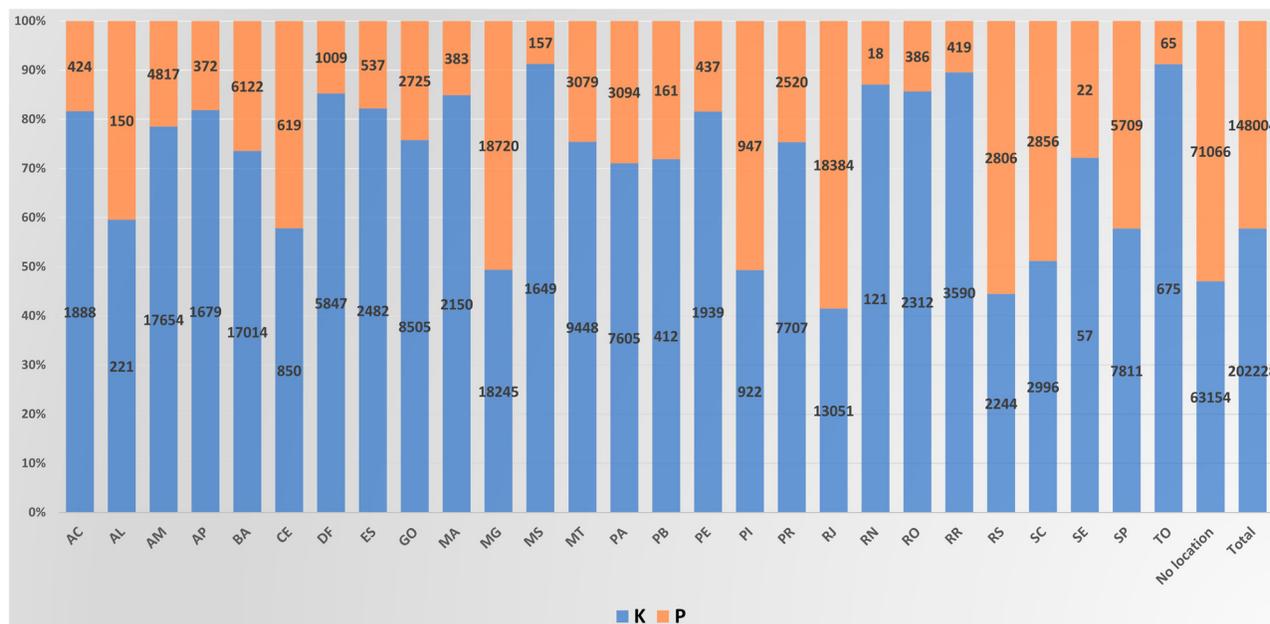


Figure 8. Number of repatriated specimen images from the Kew (K) and Paris (P) herbaria per federative unit.

Table 4. Number of images repatriated from the Kew (K) and Paris (P) herbaria.

Herbarium	Images repatriated	Other countries	Brazil	Families	Genera	Species	FU	Without FU	Georeferenced	N° of specimens per collection century			
										XVII	XVIII	XIX	XX
K	264,608	8,949	202,228	202	1,542	8,121	139,074	63,154	38,284	8	29,453	131,682	9,700
P	248,155	69,555	148,004	310	2,866	22,968	76,938	71,066	15,284	227	66,812	34,400	1,554

Based on metadata with the correct collection year, 227 specimens are from the XVII century, 66,812 are from the XVIII century, 34,400 are from the XIX century, and 1,554 are from the XX century. Thus, 45,011 of the samples lack satisfactory data about the collection date (Figure 10 and Table 4).

The REFLORA base document had estimates of taking around 180 thousand images of specimens deposited in RBG-KEW and 460 thousand images of specimens at MNHN-Paris. However, the letter of understanding between CNPq and RBG-Kew had an estimate of 250,000, while the REFLORA Program Implementation Agreement between MNHN-Paris and CNPq had an estimate of transferring 300,000 images. Based on the data available for the specimens collected in Brazil, the Kew Herbarium provided 255,659 repatriated images, which was close to the estimate in the letter of understanding, while the Paris Herbarium provided 178,600 images, which was far below the estimate.

Due to the amount of information and the structure involved, errors and not taking images were inevitable and could be the explanation for the absence of information in certain data fields. Importing errors also caused some images not to be imported (358 images from K and 335 images from P). Another challenge was recording data, which was

conducted by grantees who were mostly biologists, from hand-written labels a few centuries old that were in English or French and had the names of localities. For this reason, it was also necessary to conduct historical research to correct the extracted information and for PhD botanists to review the corrections.

Data from the material that was mainly from the MNHN Herbarium needed to be revised, treated, and standardized to make the information consistent on the RVH and <https://ipt.jbrj.gov.br>. Like any platform that involves information technology, it is expected that there will need to be corrections, improvements, and updates made to the RVH system to adapt it to future tools and the needs of member collections, specialists, and policies related to increasing the knowledge, management, and conservation of biodiversity.

Thirteen years after its creation, even when accounting for the differences in what was incorporated into the RVH and the failures related to transferring data, it is clear that the REFLORA Program met all its goals of repatriating the samples from the K and P herbaria. Parallely, it is undeniable that the success of the REFLORA Program is due to the human resources involved at all levels, which were essential for the RVH to become a reality.

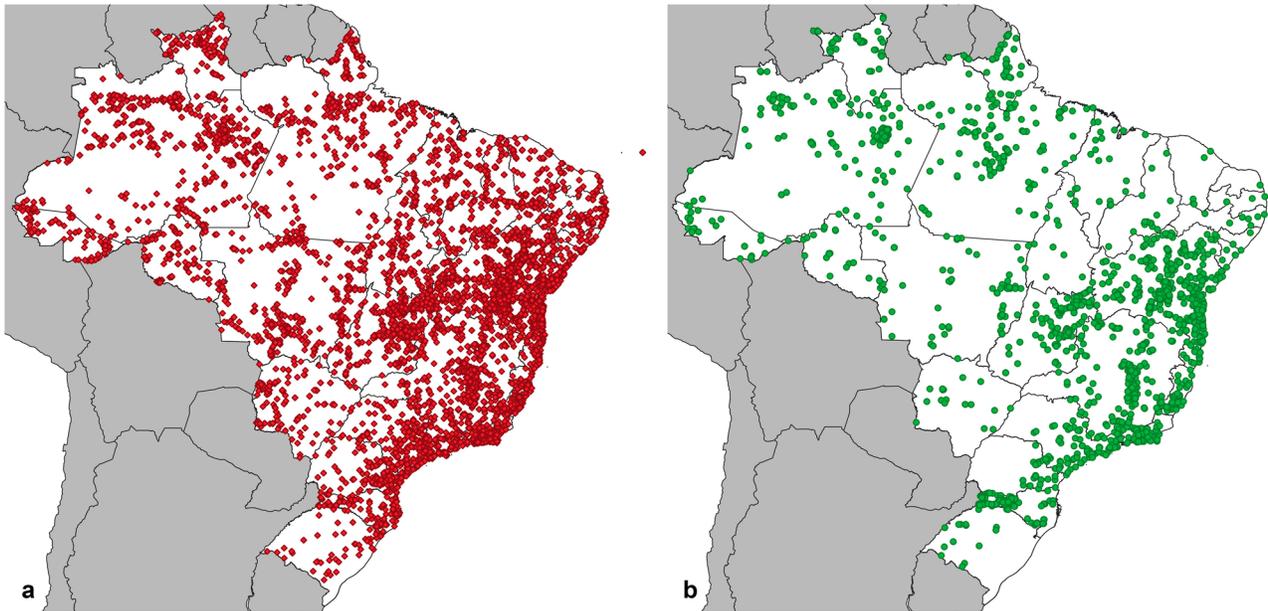


Figure 9(a, b). Geographical distribution of the georeferenced material from the Kew (K[a]) and Paris (P[b]) herbaria.

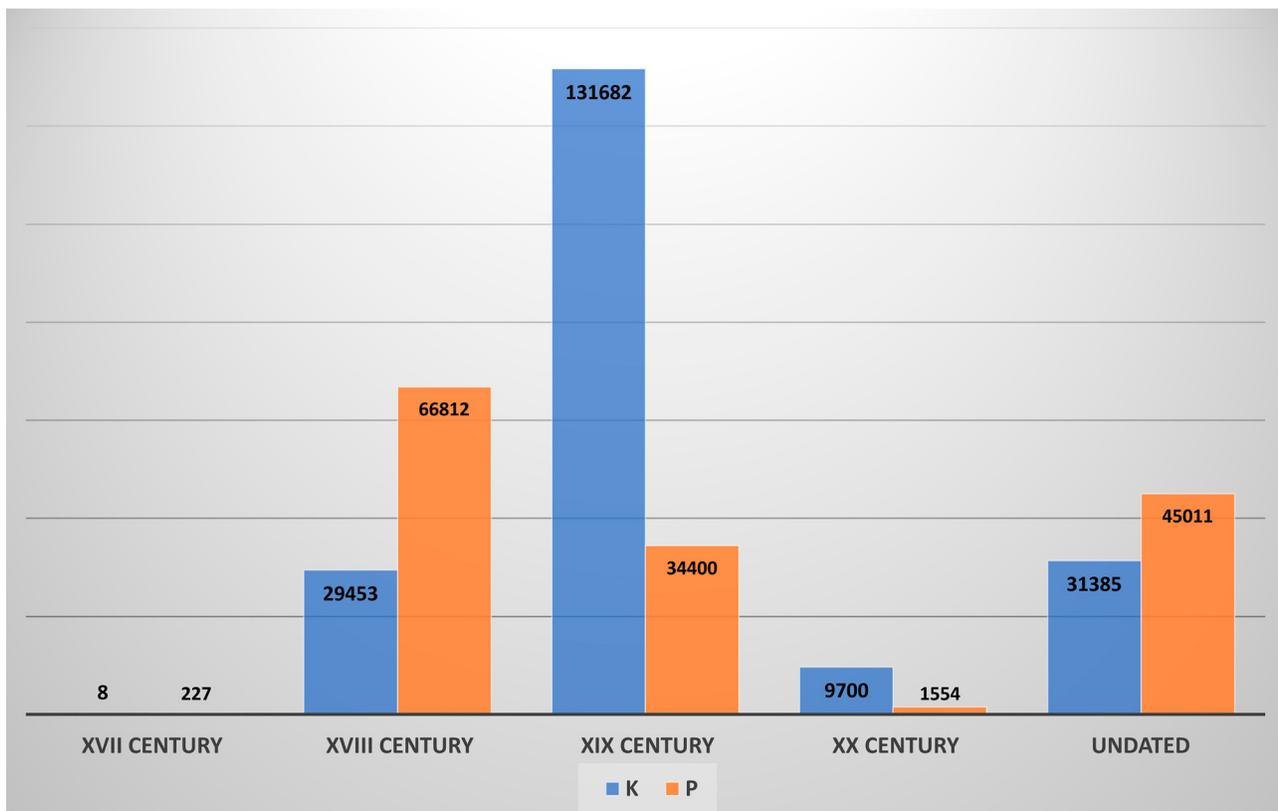


Figure 10. Number of exsiccatae from the Kew (K) and Paris (P) herbaria per collection century (source: REFLORA Virtual Herbarium).

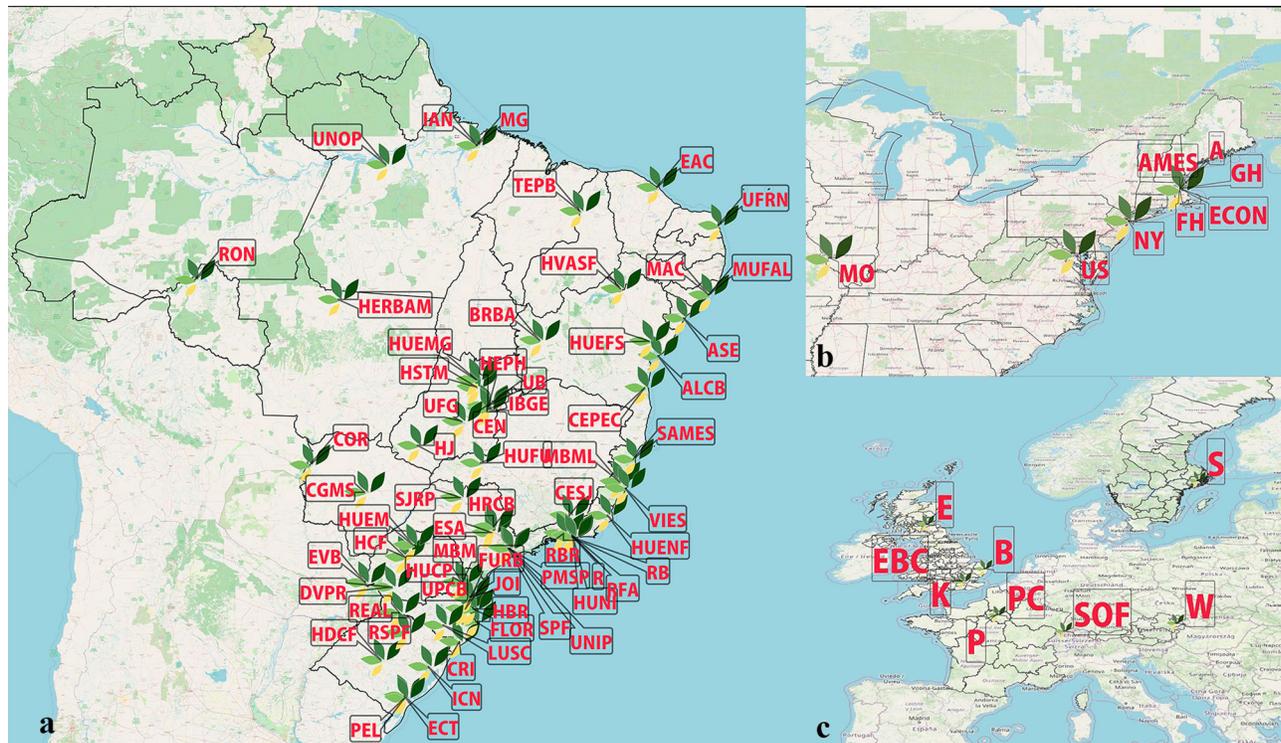


Figure 11. Herbarium network that comprises the REFLORA Virtual Herbarium (the abbreviations for the collections follow Thiers, 2023): a) Brazil; b) USA; c) Europe (source: REFLORA Virtual Herbarium).

The RVH as a Perennial Public Policy for Botanical Collections

Since the publication of *Flora Brasiliensis* between 1840 and 1906, the largest neotropical floristic work (Daly & Prance 1989) with descriptions of 22,767 species of terrestrial plants, and the publication of the *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil* (“*Catalog of Plants and Fungi of Brazil*”) in 2010 (Forzza et al. 2010), the REFLORA Program has certainly been a highly relevant initiative in the history of Brazilian botany.

Due to the investments related to the REFLORA Program, it was possible to meet the international goals established by the GSPC-CBD through the project *Flora of Brazil 2020*, which has descriptions, identification keys, and images of all the species of plants, algae, and fungi known for the country. The data and images available on the RVH were essential to the taxonomy and nomenclature used for *Flora of Brazil 2020* (Forzza et al. 2017a). Additionally, CNPq provided subsidies that allowed Brazil to comply with the Aichi Biodiversity Targets, among other international commitments assumed within the scope of the GSPC and CBD. It is also closely aligned with the 4th, 14th, and 15th Sustainable Development Goals (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; ODS-Brasil 2023) of the United Nations.

With the help of the REFLORA Program, today Brazil has an integrated, dynamic, public research platform with information validated by experts. Currently, the RVH is the largest data set of images of plants in Latin America and one of the largest in the world (BFG 2018). The initial partners, K, P, and RB, have currently published 3,005,706 images of specimens collected in Brazil. The RVH also includes information

about other collections, mainly from national archives, from 85 partner herbaria (Figure 11) and new partners will be added soon.

For most of the institutions that joined the initiative, this partnership allowed them to overcome the financial barrier of the IT structure needed to publish their archives online. Additionally, one of the objectives of the RVH is to put all its data on the Global Biodiversity Facility (GBIF) platform, following established data models and communication protocols, which allows the information to be used and shared with a greater number of researchers and decision-makers.

This is also very relevant to the country since the creation of the RVH involved a lot of public and private resources and integrating the data avoided investing more money to adapt infrastructure and update systems that execute the same function. Further, using the same language made it easier to read, store, and share information that is fundamental so Brazil can use this data to invest in research to advance knowledge, promote public policies to manage natural resources, and promote the conservation of biodiversity in the country.

Another very notable benefit offered by the RVH and *Flora of Brazil 2020* was contributing to the creation and structure of the Taxonomic Catalog of Brazilian Fauna (*Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil* – CTFB; <http://fauna.jbrj.gov.br/>). The platform it uses is equivalent to that of *Flora of Brazil 2020*, and it is the first effort of zoologists to catalog the zoological groups that inhabit Brazil. A lot more investments are needed for this platform, mainly human resources to add valid information about the Brazilian fauna to the catalog.

Upon the completion of this work, there were **4,604,515** images of specimens on the RVH, of which **157,622** are from nomenclatural types

and **1,988,260** are from georeferenced records (REFLORA - Herbário Virtual 2024); although, these numbers change daily. For example, Giulietti et al. (2005) estimated that Brazil has about 56,000 species, and probably more will be described in the forthcoming years.

According to Gasper *et al.* (2020), in 2018 the Brazilian Network of Herbaria (Rede Brasileira de Herbários) listed 216 active herbaria in the country that together have 6.7 million records. Currently, data for 3,058,144 specimens of the RVH are available on the Integrated Publishing Toolkit (IPT) platform of GBIF (<https://ipt.jbrj.gov.br/reflora>), which is over 45% of the records estimated by Gasper *et al.* (2020).

International Recognition of the RVH

The REFLORA Program and the RVH have gained the attention of many researchers around the world by providing important information to countless studies, as highlighted in many scientific articles, in addition to strengthening international cooperation. Le Brass et al. (2017) note that, with the support and infrastructure of the REFLORA Program, the transcripts of the data of the images repatriated by the RVH staff were incorporated into the databases at MNHN-Paris, the rate of recording data increased significantly since 2012, and the program also helped other projects, such as the Auguste de Saint-Hilaire Virtual Herbarium.

Pierce et al. (2020) highlight that the RVH aggregated European, North American, and Brazilian herbaria to create the largest virtual tropical herbarium in the world and the first virtual herbarium to have a primary focus on conservation. Based on this aspect, the RVH has become a vital resource to conservation science and is justifiably known as a successful program; although, there is still room for significant improvement concerning conservation (Canteiro et al. 2019) and other areas of botanical research.

The REFLORA Program helped not only Brazil but also the United Kingdom to fulfill its international commitments for the CDB and to reach the GSPC goals (Legran & Stone, 2018).

Grimes and McNulty (2016) note that the REFLORA Program is a good example of how research collaborations can directly contribute to fulfilling international commitments and new research generated through international cooperation.

Meineke et al. (2018) cite the REFLORA Program as an unprecedented example of digital collecting because it offers collaboration opportunities between disciplines and institutions, including those in the tropics that, historically, had limited access to specimens maintained in North American and European museums.

Knowledge about Brazilian plant biodiversity has improved substantially over the last decade due to the development of important research projects, as well as various important research programs created within the scope of CNPq, mainly the REFLORA Program (BFG 2018).

Current Challenges and Future Perspectives of the RVH

The information contained in biological archives, such as herbaria, comprises a knowledge base that is fundamental to research related to biodiversity, conservation, and restoration. A collaborative research infrastructure is necessary that provides wide and free access to the information in these collections, which can be done by digitizing

specimens and the respective associated data (Borsch et al. 2020), as well as by establishing governance strategies and actions for validated species (Garnett et al. 2020). Currently, with the public availability of digital information and images of specimens in biological collections, combined with fast access to biodiversity data provided by information technology devices, machine knowledge, and the adequate use of artificial intelligence, significant advances have been made, especially in the last two decades. However, there is still a lot more to do, and there are barriers to overcome because the resources invested in science and the preservation of collections, as well as their respective institutions, are scarce and have been declining in recent years. During our research, we observed a significant part of the reality experienced by Brazilian herbaria, which often survive thanks to the extra efforts of employees and collaborators. Also, we cannot forget all the investments made over the years since the Flora Program (Programa Flora) was started, in the 70s, so that we could reach the level of knowledge we have today.

The total invested in the REFLORA Program did not exceed the allotted amount, since only 41.5% of the total expected resource in the second line of action (17 million) was invested. Part of this could have been due to the low demand (only 32 competing proposals). This was probably mostly because of the short period given to submit the proposals, limited disclosure, simultaneous calls (e.g., from SISBIOTA and PROTAX), and misunderstanding terms of the call due to a lack of clarity and for being broad. This led the coordinators to suggest that the REFLORA Program incentive be expanded to other herbaria but with a focus on repatriating historical images. These points are important for improving future CNPq calls. In general, announcing and opening public calls are concentrated in the second semester and there is limited time to submit, analyze, and approve proposals, which needs to occur at the beginning of December due to the deadline to commit the resources that is established by the federal government. Overcoming the limitation of resources and an effective plan distributed throughout the year would be beneficial, both for CNPq, which would do better work in all the phases of actions and calls, and researchers who need enough time to understand the terms of the calls and write better proposals.

Currently, even with the scarcity of resources, the REFLORA Program continues to make advances in research through specific investments made after 2016 by the Brazilian Forest Inventory (Inventário Florestal Brasileiro; SFB-MMA), SiBBR (MCTI) and, more recently, CNPq with the approval of the project “*Advances in the REFLORA Program: Finishing the Repatriation of the W Herbarium and Reestablishing the Partnerships with Brazilian Herbaria*” (“*Avanços do Programa REFLORA: Finalização do Repatriamento do Herbário W e Restabelecimento de Parcerias com Herbários Brasileiros*”). The resources available to the RVH provided benefits so that numerous Brazilian collections could be databased and added to the project, and the structure and knowledge acquired were shared with the zoological community. Many new professionals were also trained (technicians, specialists, master’s, doctorates) who are highly qualified to conduct studies in the areas of taxonomy and conservation science, among others, as well as to act directly in the curation, management, and computerization of collections. The continuous investment of resources is fundamental to maintaining, increasing, and improving the RVH in the future.

Regardless, the REFLORA Program was a great learning experience about management and public policy concerning repatriation costs and

the model available at the time. Starting in 2014, investments involving human resources from Brazil to repatriate collections from other countries became cheaper through grants outside Brazil and cooperation between institutions.

It is commonly said that Brazil has the greatest biodiversity in the world, a hypothesis that is based on estimates by many authors, such as Mittermeier et al. (1997), Heywood & Davis (1997), Lewinsohn & Prado (2002, 2005), and Shepherd (2005). These results were only possible because of the direct and indirect contributions of information in biological collections within and outside of Brazil. However, most citizens are not aware of the path taken by scientists to arrive at this conclusion. Efforts and studies started centuries ago by naturalists, which were often voluntary and personally funded, contributed significantly to our current knowledge.

The REFLORA Program promotes national and international cooperation, cultural diversity, and diplomacy in science. Making data available will contribute to new analyses and answer questions that have motivated researchers of plant biodiversity for centuries, thus perpetuating the valorization of biological collections and increasing our knowledge about biodiversity. The REFLORA Program left a remarkable legacy, by taking and repatriating hundreds of thousands of images of specimens and exceeded initial estimates when new national and international collections were added (Figure 11). The collaborative effort between Brazilian and foreign institutions resulted in a significant advance in Brazilian botanical science. In this time of extreme climatic events, whose mitigation involves reforestation, restoration of degraded areas, and the conservation of biodiversity, there is a pressing need to continuously invest in related research that directly depends on information in archives of botanical collections. Like “without plants, there is no life,” without properly managed and available collections there would be no quality research about biodiversity.

Although the REFLORA Program has faced challenges and a scarcity of resources in recent years, it demonstrates that investing in biological collections ensures the advancement and future of scientific knowledge, as well as contributes to the conservation of the valuable biological heritage of Brazil. It is fundamental to recognize the invaluable nature of these collections and the RVH through continuous investments and effective public policies so that the next generations can continue research to uncover the secrets of nature and propose solutions for a more sustainable future for all life on the planet.

Acknowledgments

F.C.P. thanks CNPq for granting the training license to partially complete the activities of this research, Flavio Neves Bittencourt de Sá at the Coordenação de Avaliação de Programas e Políticas em CT (COAPP) and the staff at the Coordenação de Apoio ao Fomento – COAFO (Heber Caixeta da Silva, Rauney Melgar Martini, Murilo Marques da Silva, and Josué Gomes de Sa Freire) for helping extract the data and generating the spreadsheets about REFLORA. R.C.F thanks FAPERJ (E-26/200.967/2022) and CNPq (Proc. n. 303059/2020-6, 401421/2023-6) for the financing granted. P.M.L. thanks FAPERJ (E-26/203.867/2021) for the grant. J.P. also thanks CNPq for the financing granted (Proc. n. 307931/2021-8). All the authors thank Dr. José R. Pirani (USP), Rosângela Simão-Bianchini (IPA), and Dr. Vidal F. Mansano (JBRJ) for the comments that improved the

manuscript. We also thank Nathan Smith who translated the text into English and helped us to improve the manuscript.

Associate Editor

Carlos Joly

Author Contributions

Fernando da Costa Pinheiro: Substantial contribution to the concept and design of the study; Contribution to data collection; Contribution to data analysis and interpretation; Contribution to manuscript preparation; Contribution to critical revision, adding intellectual content.

Rafaela Campostrini Forzza: Substantial contribution to the concept and design of the study; Contribution to manuscript preparation.

Paula Moraes Leitman: Contribution to manuscript preparation.

Jefferson Prado: Substantial contribution to the concept and design of the study; Contribution to data collection; Contribution to data analysis and interpretation; Contribution to manuscript preparation; Contribution to critical revision, adding intellectual content.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest related to the publication of this manuscript.

Ethics

This study did not involve human beings and/or clinical trials that require approval by an institutional committee.

Data Availability

Based on the General Data Protection Law (LGPD - 13.709/2018), data from the Re flora Program can be requested through the Integrated Platform for Ombudsman and Access to Information at the following link <https://falabr.cgu.gov.br/>.

References

- AMARAL, J.F.G, ROCHA, A.F.R., ROSA, B.A.S., PATIAS, L.F. 2020. “Os Impactos do Fracionamento de Investimentos em Bolsas de Pesquisa no Ensino Público”. *Revista Missioneira* 22(1): 76–84. <https://doi.org/10.31512/missioneira.v22i1.58>.
- ARAÚJO, A.C., CÉSAR, E. & SIMPSON, D.A. 2007. Lista preliminar da família Cyperaceae na Região Nordeste do Brasil. *Série Repatriamento de Dados do Herbário Kew para a Flora do Nordeste do Brasil* 3: 1–32.
- BFG-The Brazil Flora Group. 2018. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69:1513–1527. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869402>.
- BLOCH, C., GRAVERSEN, E.K. & PEDERSEN, H.S. 2014. Competitive Research Grants and Their Impact on Career Performance. *Minerva* 52: 77–96. <https://doi.org/10.1007/s11024-014-9247-0>, Accessed em 23 de maio de 2024.
- BOGAN, A.E. & SPAMER, E.E. 1995. Comment on Towards a Harmonized Bionomenclature for Life on Earth. *The Bulletin of Zoological Nomenclature* 52:126–136. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.6748>. Accessed on 16 Feb 2024.

- BORSCH, T., BERENDSOHN, W., DALCIN, E., DELMAS, M., DEMISSEW, S., ELLIOTT, A., FRISTSCH, P., FUCHS, A., GELTMAN, D., GÜNTHER, A., HAEVERMANS, T., KNAPP, S., LE ROUX, M.M., LOIZEAU, P.-A., MILLER, C., MILLER, J., MILLER, J.T., PALESE, R., PATON, A., PAERNELL, J., PENDRY, C., QIN, H.-N., SOSA, V., SOSEF, M., VON RAAB-STRAUBE, E., RANWASHE, F., RAZ, L., SALIMOV, R., SMETS, E., THIERS, B., THOMAS, W., TULIG, M., ULATE, W., UNG, V., WATSON, M., JACKSON, P.W. & ZAMORA, N. 2020. World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon* 69:1311–1341. <https://doi.org/10.1002/tax.12373>. Accessed on 27 Nov 2023.
- CANTEIRO, C., BARCELOS, L., FILARDI, F., FORZZA, R., GREEN, L., LANNA, J., NIC LUGHADHA, E. 2019. Enhancement of conservation knowledge through increased access to botanical information. *Conservation Biology* 33(3):523–533. <https://doi.org/10.1111/cobi.13291>.
- CDB. 2012. Global Strategy for Plant Conservation: 2011–2020. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. http://www.plants2020.net/files/Plants2020/popular_guide/englishguide.pdf.
- CBD-Convention on Biological Diversity. 2018. Global strategy for plant conservation. Montreal. Disponível em: <https://www.cbd.int/gspc/strategy.shtml>. Accessed on 18 Sep 2019.
- CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 2010. Edital MCT/CNPq/FNDCT/MEC/CAPES/FAP's Nº56/ 2010 – REFLORA. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira - REFLORA. 20p. Available in http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&id=209-98-1229&detalha=chamadaDetalhada&filtro=encerradas. Accessed on 17 Sep 2019.
- CRACRAFT, J. 2002. The Seven Great Questions of Systematic Biology: An Essential Foundation for Conservation and the Sustainable Use of Biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89(2):127–144. <https://doi.org/10.2307/3298558>.
- DALY, D.C. & PRANCE, G.T. 1989. Brazilian Amazon. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.). *Floristic inventory of tropical countries*, pp. 401–426. New York Botanical Garden, New York.
- EGLER, I. & SANTOS, M.M. (coords.). 2006. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. MCT/CGEE. Brasília. 317p.
- ESHBAUGH, W.H. 1995. Systematics Agenda 2000: An historical perspective. *Biodiversity and Conservation* 4:455–462. <https://doi.org/10.1007/BF00056336>. Accessed on 16 Feb 2024.
- FORZZA, R.C. 2023. RB Herbarium- Jardim Botânico do Rio de Janeiro - Herbário Virtual REFLORA. v1.159. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Dataset/Occurrence. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=rb_herbarium&v=1.159. Accessed on 11 Sep 2023.
- FORZZA, R.C., BAUMGRATZ, J.F.A., BICUDO, C.E.M., CANHOS, D.A.L., CARVALHO Jr., A.A., COSTA, A.F., COSTA, D.P., HOPKINS, M., LEITMAN, P.M., LOHMANN, L.G., MAIA, L.C., MARTINELLI, G., MENEZES, M., MORIM, M.P., NADRUZ-COELHO, M.A., PEIXOTO, A.L., PIRANI, J.R., PRADO, J., QUEIROZ, L.P., SOUZA, V.C., STEHMANN, J.R., SYLVESTRE, L., WALTER, B.M.T. & ZAPPI, D.C. 2010. Introdução: síntese da diversidade brasileira *In*: FORZZA, R.C., BAUMGRATZ, J.F.A., BICUDO, C.E.M., CANHOS, D.A.L., CARVALHO Jr., A.A., COSTA, A.F., COSTA, D.P., HOPKINS, M., LEITMAN, P.M., LOHMANN, L.G., MAIA, L.C., MARTINELLI, G., MENEZES, M., MORIM, M.P., NADRUZ-COELHO, M.A., PEIXOTO, A.L., PIRANI, J.R., PRADO, J., QUEIROZ, L.P., SOUZA, V.C., STEHMANN, J.R., SYLVESTRE, L., WALTER, B.M.T. & ZAPPI, D.C. (eds.). 2010. *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*, v. 1. Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. pp. 19–42. <https://doi.org/10.7476/9788560035083>. Accessed on 04 Dec 2023.
- FORZZA, R., CARVALHO Jr., A., ANDRADE, A.C.S., FRANCO, L., ESTEVÃO, L.A., FONSECA-KRUEL, V.S., COELHO, M.A.N., TAMAIO, N. & ZAPPI, D.C. 2017a. Coleções biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro À luz das metas da GSPC/CDB: onde estaremos em 2020? *Rev. Museol. Interdiscip.* 5:135–159. <https://doi.org/10.26512/museologia.v5i9.17281>.
- FORZZA, R.C., DALCIN, E.C., SILVA, L.A.E. da, JÚNIOR, C.M.S., BRAGA, W.R., LIMA, R.O., FILARDI, F.L.R., LEITMAN, P.M., LANNA, J.M. & QUEIROZ, N. 2017b. Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – REFLORA. Relatório das Atividades Desenvolvidas no Período 2011–2016. 51p. Available in: <https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/104/1/Relat%C3%B3rio%20REFLORA%20FAPERJ-CNPq-SiBBR%202011-2017.pdf>. Accessed on 17 Sep 2019.
- FORZZA, R.C., FILARDI, F.L., CONDACK, J.P., FILHO, M.A.A., LEITMAN, P., MONTEIRO, S.H. & MONTEIRO, V.F. 2015. *Herbário Virtual Reflora*. UNISANTA BioScience 4:88–94.
- GARNETT, T., CHRISTIDIS, L., CONIX, S., COSTELLO, M.J., ZACHOS, F.E., BÁMKI, O.S., BAO, Y., BARIK, S.K., BUCKERIDGE, J.S., HOBERN, D., LIEN, A., MONTGOMERY, N., NIKOLAEVA, S., PYLE, R.L., THOMSON, S.A., VAN DIJK, P.P., WHALEN, A., ZHANG, Z.-Q. & THIELE, K.R. 2020. Principles for creating a single authoritative list of the world's species. *PLoS Biol.* 18:e3000736. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000736>.
- GASPER, A.L., STEHMANN, J.R., ROQUE, N., BIGIO, N.C., SARTORI, Á.L.B., & GRITZ, G.S. 2020. Brazilian herbaria: an overview. *Acta Botanica Brasilica* 34(2): 352–359. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0390>.
- GASPER, A.L., HEIDEN, G., VERSIEUX, L.M., LEITMAN, P.M. & FORZZA, R.C. 2021. Challenges and lessons learned from digitizing small Brazilian herbaria. *Acta Botanica Brasilica* 35(4):689–697. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0246>.
- GBIF-Global Biodiversity Information Facility. 2021. Darwin Core Archives – How-to Guide, version 2.2. Copenhagen: GBIF Secretariat. <https://ipt.gbif.org/manual/en/ipt/2.5/dwca-guide>. Accessed on 11 Sep 2023.
- GIULIETTI, A.M., HARLEY, R.M., QUEIROZ, L.P., WANDERLEY, M.G.L., VANDEN BERG, C. 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conservation Biology* 19(3): 632–639.
- GRIMES, R., & McNULTY, C. 2016. The Newton Fund: Science and innovation for development and diplomacy, science and diplomacy. <http://www.sciencediplomacy.org/article/2016/newton-fund-science-and-innovation-for-development-and-diplomacy>. Accessed on 28 Dec 2023.
- HEYWOOD, V.H. & DAVIS, S.D. 1997 Introduction. In: DAVIS, S.D., HEYWOOD, V.H. & HAMILTON, A.C. (eds.) *Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Vol. 3. The Americas. Cambridge, U.K.: IUCN, pp. 1–39.
- HIND, D.J.N. & MIRANDA, E.B. 2008. Lista Preliminar da Família Compositae. Série Repatriamento de Dados do Herbário de Kew para a Flora do Nordeste 4:1–104.
- INVERNÓN, V.R. 2023. P Herbarium - Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual REFLORA. v1.154. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Dataset/Occurrence. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=p_reflora&v=1.154. Accessed on 11 Sep 2023.
- JACKSON, P.W. & MILLER, J.S. 2015. Developing a World Flora Online: A 2020 challenge to the world's botanists from the international community. *Rodriguésia* 66:939–946. <https://www.scielo.br/j/rod/a/mrbWyQHwRzQDh8gLP6DjQz>. Accessed on 27 Nov 2023.
- 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., PIMPARE, E.P., PONCY, P., ROUHAN, G. & HAEVERMANS, T. 2017. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data* 4:1–16. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16>. Accessed on 28 Dec 2023.
- LEGRAND, T. & STONE, D. 2018. Science diplomacy and transnational governance impact. *Br Polit* 13:392–408. <https://doi.org/10.1057/s41293-018-0082-z>. Accessed on 28 Dec 2023.

- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo.
- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil. *Megadiversidade* 1:36–42.
- LOIZEAU, P.A. & JACKSON, P.W. 2017: World Flora Online mid-term update. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 102:341–346. <https://doi.org/10.3417/D-16-00008A>. Accessed on 27 Nov 2023.
- MEINEKE, E.K., DAVIES, T.J., DARU, B.H. & DAVIS, C.C. 2018. Biological collections for understanding biodiversity in the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 374:20170386. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0386>. Accessed on 03 Jan 2024.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES-GIL, P. & MITTERMEIER, C.G. (eds). 1997. *Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations.* CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico.
- NOGUEIRA, E. 1987. *Botânica no Brasil – Descrição do Quadro Atual/Linhas de Ação*, Brasília, CNPq/MCT. 54p.
- ODSBRASIL2023. *Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.* Brasília, 2023. *A Agenda 2030*. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Accessed on 08 Dec 2023.
- PATON, A. 2023. *K Herbarium - Royal Botanic Gardens, Kew - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbario Virtual REFLORA.* v1.223. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Dataset/Occurrence. https://ipt.jbrj.gov.br/reflora/resource?r=k_reflora&v=1.223. Accessed on 11 Sep 2023.
- PEARCE, T.R., ANTONELLI, A., BREARLEY, F.Q., COUCH, C., CAMPOSTRINI FORZZA, R., GONÇALVES, S.C., MAGASSOUBA, S., MORIM, M.P., MUELLER, G.M. & NIC LUGHADHA, E. 2020. *International Collaboration between Collections-Based Institutes for Halting Biodiversity Loss and Unlocking the Useful Properties of Plants and Fungi.* *Plants People Planet* 2:515–534.
- PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 1992. *Convention on biological diversity*, June 1992. Disponível em <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8340>. Accessed on 27 Nov 2023.
- REFLORA - Herbario Virtual. 2024. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Accessed on 30 Oct 2024.
- SHEPHERD, G.J. 2005. Plantas terrestres. In: Lewinsohn, T.M. (org.). *Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira.* Série Biodiversidade 15:145–192.
- SYSTEMATICS AGENDA 2000. 1994. *Systematics Agenda 2000: charting the biosphere.* Technical report. 34 pp. Systematics Agenda 2000, a consortium of the American Society of Plant Taxonomists, the Society of Systematic Biologists, and the Willi Hennig Society, in cooperation with the Association of Systematics Collections. New York and Washington. 40p.
- THIERS, B.M. 2020. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff.* New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Retrieved from <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>.
- ZAPPI, D., LUGHADHA, E.N., NUNES, T.S., MIRANDA, E., MACHADO, M., HIND, N., LEWIS, G., MAYO, S., BARBOSA, M.R.V., JUCHUM, F. & CÉSAR, E. 2003. Repatriamento dos dados do Herbario de Kew para o Nordeste do Brasil. P. 55–57. In: JARDIM, M.A.G., BASTOS, M.N.C. & SANTOS, J.U.M. (eds.). *Desafios da botânica no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal.* Belém. 294p.

Received: 27/08/2024

Accepted: 17/10/2024

Published online: 00/00/2024