

BOLETIM MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
**CIÊNCIAS
NATURAIS**

v. 18 n. 1 janeiro/abril de 2023



Biologia reprodutiva de aves brasileiras

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



v. 18, n. 1
janeiro-abril
2023



IMAGEM DA CAPA
Suiriri-de-garganta-branca
(nome científico:
Tyrannus albogularis).
Foto: Jordana G. Ferreira.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS (ISSN 2317-6237)

O Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia foi criado por Emílio Goeldi e o primeiro fascículo surgiu em 1894. O atual Boletim é sucedâneo daquele. *The Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia* was created by Emilio Goeldi, and the first number was issued in 1894. The present one is the successor to this publication.

EDITOR CIENTÍFICO

Fernando da Silva Carvalho Filho

EDITORES ASSOCIADOS

Adriano Oliveira Maciel

Alexandra Maria Ramos Bezerra

Aluísio José Fernandes Júnior

Ana Carla Feio dos Santos

Ana Kelly Koch

André dos Santos Braganca Gil

Débora Rodrigues de Souza Campana

José Nazareno Araújo dos Santos Junior

Layla Janylle Costa Schneider

Leonardo de Sousa Miranda

Milena Marília Nogueira de Andrade

Pedro Luiz Vieira Del Peloso

Priscila Sanjuan de Medeiros Sarmento

Sue Anne Regina Ferreira Costa

Valéria Juliete da Silva

William Leslie Overal

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Ana Maria Giuliatti - Universidade Estadual de Feira de Santana - Feira de Santana - Brasil

Augusto Shinya Abe - Universidade Estadual Paulista - Rio Claro - Brasil

Carlos Afonso Nobre - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - Brasil

Douglas C. Daly - New York Botanical Garden - New York - USA

Hans ter Steege - Utrecht University - Utrecht - Netherlands

Ima Célia Guimarães Vieira - Museu Paraense Emílio Goeldi - Belém - Brasil

John Bates - Field Museum of Natural History - Chicago - USA

José Maria Cardoso da Silva - Conservação Internacional - Belém - Brasil

Laurent Polidori - l'Ecole Supérieure des Géomètres Topographes - Le Mans - França

Lauro Valentim Stoll Nardi - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre - Brasil

Miguel Trefaut Rodrigues - Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil

Nelson Papavero - Museu de Zoologia - Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil

Peter Mann de Toledo - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - Brasil

Philippe Kok - Royal Belgian Institute of Natural Sciences - Brussels - Bélgica

Roberto Dall'Agnol - Universidade Federal do Pará - Belém - Brasil

Rui Cerqueira - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil

William Woods - University of Kansas - Lawrence - USA

NÚCLEO EDITORIAL

Assistente editorial - Rafaela Lima

Editoração, versão eletrônica e capa deste número - Talita do Vale

Normalização - Núcleo Editorial Boletim

Apoio em revisão ortográfica - Gabriel Monteiro

Projeto Gráfico - Elaynia Ono

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
Museu Paraense Emílio Goeldi

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



ISSN 2317-6237

Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi	Cienc. Nat.	Belém	v. 18	n. 1	janeiro-abril 2023
-------------------------------	-------------	-------	-------	------	--------------------

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Museu Paraense Emílio Goeldi
Núcleo Editorial - Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi
Av. Perimetral, 1901
Terra Firme – CEP 66077-530
Belém - PA - Brasil
Telefone: 55-91-3075-6186
E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

VERSÃO ONLINE DA REVISTA:
<http://editora.museu-goeldi.br/naturais/index.html>
http://issuu.com/bgoeldi_cn

SUBMISSÃO DE TRABALHOS:
<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>

AQUISIÇÃO:
Permuta: mgdoc@museu-goeldi.br
Venda: livraria@museu-goeldi.br

INDEXADORES
CAB Abstracts
IBSS - International Bibliography of the Social Sciences
DOAJ - Directory of Open Access Journals
LATINDEX - Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Zoological Record

Não é permitida a reprodução parcial ou total de artigos ou notas publicadas, sob nenhuma forma ou técnica, sem a prévia autorização do editor. Ficam isentas as cópias para uso pessoal e interno, desde que não destinadas a fins promocionais ou comerciais. As opiniões e considerações emitidas nos artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores, e não refletem necessariamente a posição dos editores ou da instituição responsável pela publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação CIP

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. 2023. – Belém: MPEG, 2023. v. 18 n. 1., v. il.
Semestral: 1984-2002
Interrompida: 2003-2004
Quadrimestral a partir do v. 1, 2005.

Títulos anteriores: Boletim Museu Paraense de História Natural e Ethnographia 1894-98; Boletim Museu Paraense de História Natural e Ethnographia (Museu Goeldi) 1902; Boletim do Museu Goeldi (Museu Paraense) de História Natural e Ethnographia 1906-1914; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia 1933; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 1949-2002, série Zoologia, série Botânica e série Ciências da Terra; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências Naturais, em 2005. A partir de 2006, Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais.

ISSN 2317-6237

1. Biologia. 2. Botânica. 3. Ecologia. 4. Ornitologia. 5. Zoologia. I. Museu Paraense Emílio Goeldi.

CDD-21ª.ed. 500

© Direitos de Cópia/Copyright 2023 por/by MCTI/Museu Goeldi



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



CARTA DO EDITOR

O sumário da primeira edição de 2023 do **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** é composto por artigos nas grandes áreas da zoologia e botânica, desenvolvidos com base em estudos realizados em várias regiões do Brasil.

O primeiro estudo, de autoria de Lopes e colaboradores, apresenta um protocolo de conservação *in vitro* de uma espécie de planta medicinal (nome científico: *Vernonia condensata*) no Recôncavo da Bahia. Essa espécie possui várias propriedades medicinais e tem sido amplamente utilizada no tratamento de enfermidades como inflamações, verminoses, diurese, câncer e distúrbios gastrointestinais. Dessa forma, ela é citada no formulário da farmacopeia brasileira e na lista da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS). Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de técnicas que garantam a conservação do material genético de *Vernonia condensata*, possibilitando uso futuro na pesquisa e na saúde pública.

No artigo de Gussoni e colaboradores, foram apresentadas informações sobre a biologia reprodutiva de 15 espécies de aves, baseadas em observações realizadas em várias localidades das regiões Norte, Sudeste e Sul do Brasil. Apesar de as aves pertencerem a grupo relativamente bem estudado, vários aspectos sobre a sua biologia reprodutiva ainda permanecem desconhecidos, os quais podem ser muito úteis para o manejo das espécies e para o estudo sobre a reconstrução da história filogenética delas.

No último artigo desta edição, Visnadi traz um inventário das espécies de planta do grupo das briófitas, o qual inclui os musgos e as hepáticas, de três parques, com diferentes graus de preservação, da área urbana da cidade de São Paulo. Os resultados deste estudo demonstram a importância da manutenção de áreas verdes urbanas para a conservação da brioflora de São Paulo, a qual inclui espécies endêmicas do Brasil e ameaçadas de extinção no estado de São Paulo.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que contribuíram direta ou indiretamente durante o processo de preparação desta edição, em especial aos avaliadores dos artigos e aos editores de seção, Dra. Ana Carla Feio dos Santos, Dr. Leonardo de Sousa Miranda e Dra. Ana Kelly Koch. Também agradeço ao Dr. Hein van der Voort (MPEG), pela correção dos abstracts, e a Rafaela Lima, Gabriel Monteiro e Talita Beatriz Ferreira do Vale, pela dedicação na execução das atividades relacionadas ao processo editorial.

Fernando da Silva Carvalho Filho
Editor Científico

CARTA DO EDITOR
EDITOR'S NOTE

ARTIGOS
ARTICLES

**Adequação das condições de crescimento mínimo para a conservação
in vitro de *Vernonia condensata***

Assessment of minimum growth conditions for the *in vitro* conservation of
Vernonia condensata

Rafaela Fonseca Lopes | Karolina Silva Leite de Santana | Vânia de Jesus dos Santos | Eva Maria Rodrigues Costa |
Mariane de Jesus da Silva de Carvalho | Weliton Antonio Bastos de Almeida

New information on the breeding biology of fifteen Brazilian bird species

Novas informações sobre a biologia reprodutiva de quinze espécies de aves brasileiras

Carlos O. A. Gussoni | Arthur M. Gomes | Daniel F. Perrella | André de C. Guaraldo | Rogério C. Machado |
Maria C. Tinti | Paloma H. Paixão | Helbert E. Noventa | Vítor A. Rodrigues | Sidinei Rampin

**Riqueza da brioflora como indicador da cobertura vegetal nativa em
parques na cidade de São Paulo**

Richness of bryoflora as indicator of the native vegetation coverage of
parks in the city of São Paulo







Sandra Regina Visnadi

ARTIGOS CIENTÍFICOS



Adequação das condições de crescimento mínimo para a conservação *in vitro* de *Vernonia condensata*

Assessment of minimum growth conditions for the *in vitro* conservation of *Vernonia condensata*

Rafaela Fonseca Lopes¹  | Karolina Silva Leite de Santana¹  | Vânia de Jesus dos Santos¹  |
Eva Maria Rodrigues Costa¹  | Mariane de Jesus da Silva de Carvalho¹  | Weliton Antonio Bastos de Almeida¹ 

¹Centro Universitário Maria Milza. Governador Mangabeira, Bahia, Brasil

Resumo: Este trabalho tem por objetivo estabelecer condições de crescimento mínimo, visando o desenvolvimento de um protocolo de conservação *in vitro* de *Vernonia condensata* Baker, para ser utilizada em pesquisas e inserção na saúde pública do Recôncavo da Bahia. Foram utilizados segmentos nodais de aproximadamente 1,5 cm de tamanho, provenientes de plantas de alumã previamente cultivadas *in vitro*. Estes explantes foram inoculados em tubos de ensaio contendo o meio de cultura MS (MS, MS/2 e MS/4), suplementado com 15 g L⁻¹ e 30 g L⁻¹ de sacarose, mantidos em sala de crescimento (25 ± 1 °C) e em BOD (20 ± 1 °C) durante 120 dias, sendo realizadas avaliações em intervalos de 30 dias, utilizando as variáveis: altura da planta, número de folhas verdes, número de folhas senescentes e número de raízes. O meio MS com adição de 15 g L⁻¹ de sacarose proporcionou o menor desenvolvimento *in vitro* de plantas de *V. condensata*. Para a manutenção de plantas da *V. condensata* por um período de 120 dias com menor altura e número de folhas verdes satisfatórios, deve ser considerado o meio de cultura MS com 15 g L⁻¹ de sacarose, associado ao ambiente de cultivo com temperatura de 25 °C.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Micropropagação. Crescimento lento.

Abstract: This work aims to establish minimum growth conditions for the development of an *in vitro* conservation protocol for *Vernonia condensata* Baker, to be used in research and to be inserted in public health service in the Recôncavo da Bahia. Nodal segments of approximately 1.5 cm in size were used, from *V. condensata* cultivated *in vitro* beforehand. These explants were inoculated into test tubes containing MS culture medium (MS, MS/2 and MS/4), supplemented with 15 g L⁻¹ and 30 g L⁻¹ of sucrose, kept in a growth room (25 ± 1 °C) and in a BOD (20 ± 1 °C) for 120 days. Evaluations were carried out at intervals of 30 days of cultivation, using the variables: plant height, number of green leaves, number of senescent leaves and number of roots. The MS with the addition of 15 g L⁻¹ of sucrose provided the lowest *in vitro* growth of *V. condensata* plants. For the maintenance of *V. condensata* plants for a period of 120 days with lower height and satisfactory number of green leaves, an MS culture medium should be considered with 15 g L⁻¹ of sucrose associated with a culture environment at a temperature of 25 °C.

Keywords: Medicinal plants. Micropropagation. Slow growth.

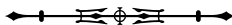
Lopes, R. F., Santana, K. S. L., Santos, V. J., Costa, E. M. R., Carvalho, M. J. S., & Almeida, W. A. B. (2023). Adequação das condições de crescimento mínimas para a conservação *in vitro* de *Vernonia condensata*. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(1), e2023-e792. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i1.792>

Autora para correspondência: Eva Maria Rodrigues Costa. Rua Embrapa SN, Cruz das Almas, BA, Brasil. CEP 44380-000, Caixa Postal 007 (evamrc_9@hotmail.com).

Recebido em 07/09/2021

Aprovado em 16/01/2023

Responsabilidade editorial: Ana Carla Feio dos Santos



INTRODUÇÃO

Vernonia condensata Baker é uma planta medicinal muito cultivada em jardins e hortas no Brasil, sendo popularmente conhecida como boldo-baiano, alumã, figatil, boldo-do-chile, necroton e alcachofra (J. Silva et al., 2013; Lorenzi & Matos, 2002; Pizziolo et al., 2011). *Vernonia* é um importante gênero da família Asteraceae, com aproximadamente 1.500 espécies. Muitas propriedades medicinais são atribuídas a *Vernonia* sp., que tem sido utilizada comumente para tratar vários tipos de enfermidades, incluindo doenças de origens inflamatórias, verminoses, diurese, câncer e distúrbios gastrointestinais (J. Silva et al., 2013, 2018; Boeing et al., 2016; Sharifi-Rad et al., 2018).

A espécie em estudo possui várias finalidades terapêuticas, podendo ser preparada de diversas formas, como infusão, macerações etc. O principal uso da planta se dá pelas folhas, através de infusões. Esta espécie medicinal apresenta relevância econômica, uma vez que faz parte da lista da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), que contém espécies vegetais com potencial para avanços na cadeia produtiva, as quais podem gerar produtos fitoterápicos de interesse para o SUS. Além disso, é encontrada no formulário da farmacopeia brasileira, onde está indicada para o tratamento de úlcera gástrica e dispepsia (Brasil, 2009, 2011, 2014).

Em virtude da crescente ocupação de áreas de vegetação nativa e da sensível erosão genética notada em muitas espécies de plantas medicinais, torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento e do aperfeiçoamento de técnicas de conservação de germoplasma dessas espécies, para que esteja acessível para utilização futura (A. Sá et al., 2011). Neste sentido, a biotecnologia proporciona algumas vantagens e possibilidades de grande interesse como complemento ou alternativa para preservar espécies de plantas medicinais, a exemplo da conservação *in vitro*, que implica a manutenção de plantas sob crescimento mínimo (K. Silva et al., 2021; Menezes-Sá et al., 2022).

A partir de mudanças no ambiente de cultivo, como redução da temperatura e da intensidade luminosa, redução na concentração de sais e nutrientes no meio de cultura, adição de inibidores de crescimento e agentes osmóticos, é possível desacelerar ou suprimir totalmente o crescimento de células, tecidos e órgãos (Lima et al., 2021; J. Sá et al., 2021).

Portanto, a conservação *in vitro* de germoplasma é um método complementar à conservação em campo, sendo considerada efetiva na preservação do material em médio prazo, permitindo a rápida multiplicação e armazenamento de germoplasma de plantas em ambiente asséptico, livre de patógenos e de baixo custo, em comparação com a conservação no campo (M. Santos et al., 2011; Trueman et al., 2018).

Cada espécie exige condições particulares para a sua conservação *in vitro*, o que justifica estudos específicos para adequação de protocolos de conservação. Entre os fatores de grande importância para o estabelecimento de protocolos de conservação *in vitro*, destacam-se concentração do meio de cultura, controle de temperatura e concentração de sacarose (Lima-Brito et al., 2011; Almeida et al., 2020; Oliveira & Aloufa, 2022).

A crescente utilização de *Vernonia condensata*, por suas propriedades terapêuticas, justifica a necessidade de implementação de métodos complementares para a sua conservação. Dessa maneira, este trabalho tem por objetivo estabelecer condições de crescimento mínimo, visando ao desenvolvimento de um protocolo de conservação *in vitro* de *Vernonia condensata*, para ser utilizada em pesquisas e inserida na saúde pública do Recôncavo da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Saúde, da Faculdade Maria Milza (FAMAM). As plantas de *Vernonia condensata* utilizadas como fonte de explante neste trabalho foram oriundas da pesquisa desenvolvida por Almeida et al. (2020), sendo estabelecidas

e multiplicadas *in vitro* por esses autores, totalizando um período de cultivo *in vitro* de aproximadamente sete meses antes da utilização na presente pesquisa. É válido destacar que, após a etapa de multiplicação realizada por Almeida et al. (2020), as plantas foram mantidas em meio de cultura Murashige e Skoog (MS) (Murashige & Skoog, 1962) durante mais dois subcultivos, com intervalos de 30 dias.

Os segmentos nodais, com aproximadamente 1,5 cm, foram inoculados em tubos de ensaios de vidro contendo 15 mL do meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962), com diferentes concentrações de sais: 100% (MS), 50% (MS/2) e 25% da concentração salina (MS/4). Também foram avaliadas duas concentrações de sacarose (15 e 30 g L⁻¹). Os tubos foram vedados com filme PVC, sendo, em seguida, mantidos em câmara climatizada *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) com temperatura de 20 °C ± 1 °C, e em sala de crescimento com temperatura de 25 °C ± 1 °C, ambos com fotoperíodo de 16 horas de luz e 40 μM m⁻² s⁻¹ de intensidade luminosa. As lâmpadas utilizadas nas prateleiras e BOD foram do tipo LED, sendo duas lâmpadas por prateleira, em cada divisão, e quatro lâmpadas na BOD.

Após 30 dias de cultivo, foi realizada a primeira avaliação, utilizando as seguintes variáveis: altura de planta (AP), em cm, número de folhas verdes (NFV), número de folhas senescentes (NFS) e número de raízes (NR). Com 120 dias de cultivo, foi realizada uma segunda avaliação para verificar a viabilidade das plantas em relação aos tratamentos com as variáveis descritas anteriormente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (6 x 2), seis tipos de meio MS suplementados com sacarose (MS com 15 g L⁻¹ de sacarose, MS com 30 g L⁻¹ de sacarose, MS/2 com 15 g L⁻¹ de sacarose, MS/2 com 30 g L⁻¹ de sacarose, MS/4 com 15 g L⁻¹ de sacarose, MS/4 com 30 g L⁻¹ de sacarose) e dois ambientes de cultivo (20 °C ± 1 °C na BOD e 25 °C ± 1 °C em sala de crescimento), com 15 repetições.

Os dados resultantes das avaliações das plantas foram submetidos ao teste F da análise de variância

(ANAVA), considerando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em que foram avaliados os tratamentos do fatorial 6 x 2 nas parcelas e as épocas de avaliação e suas respectivas interações com os tratamentos das parcelas nas subparcelas. As médias dos tipos de meio foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e as médias de temperaturas e épocas de avaliação foram submetidas à análise da variância e contrastadas pelo teste F de Fischer a 5% de probabilidade. As variáveis NFV, NFS e NR foram transformadas para $\sqrt{x + 0,5}$, visando ao atendimento das pressuposições da ANAVA. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R Core Team, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com 30 dias de cultivo, as menores alturas foram observadas no ambiente com 20 °C, independente da composição do meio de cultura. Entretanto, com 120 dias de cultivo, os explantes apresentaram menor altura quando foram conservados em meio MS com 15 g L⁻¹ de sacarose e mantidos em ambiente com 25 °C, bem como quando cultivados em meio MS/4 com 30 g L⁻¹ de sacarose e mantidos a 20 °C (Tabela 1).

Em pesquisa realizada por T. Santos et al. (2012), acessos de vetiver [*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty] foram conservados sob o regime de crescimento lento por um período de 270 dias, reduzindo-se a concentração dos sais do MS para 25% de sua concentração total (MS a 1/4), à temperatura de 18 °C. Ainda para os autores supracitados, a redução das concentrações de sais do meio básico de cultivo é outra estratégia amplamente empregada para a conservação sob regime de crescimento mínimo. Porém, no estabelecimento *in vitro* de um banco de germoplasma da espécie *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pederson, Lima et al. (2021) observaram que a redução de 50% dos sais do meio de cultura MS foi a mais indicada para conservação *in vitro* de *N. mucugensis*, por ter promovido menor crescimento das plantas, além do alto índice de sobrevivência.

Tabela 1. Valores médios de altura de plantas de *Vernonia condensata* Baker (cm) cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS, suplementado com sacarose, em ambientes de cultivo com temperaturas de 20 °C (BOD) e de 25 °C (sala de crescimento), durante 30 e 120 dias. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Meio	Ambientes de cultivo	
	20 °C (BOD)	25 °C (Sala de crescimento)
30 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	1,13 aA	2,57 aA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	1,32 aA	6,60 cB
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	1,14 aA	4,13 bB
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	0,86 aA	6,71 cB
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	1,63 aA	5,20 bB
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	1,02 aA	7,99 cB
120 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	16,33 cB	7,13 aA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	13,93 bA	17,79 cB
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	16,71 cB	13,43 bA
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	11,83 bA	19,50 dB
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	10,89 bA	16,07 cB
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	7,43 aA	16,96 cB
CV (%)	27,52	

A partir da conservação *in vitro* de amoreira-preta via crescimento lento, N. Silva et al. (2016) ressaltam a importância de ajustar as concentrações das substâncias osmorreguladoras, objetivando promover o crescimento lento e facilitar a recuperação de explantes após o período de conservação *in vitro* recomendado.

Após 120 dias de cultivo, as plantas mantidas em temperatura de 20 °C apresentaram menor altura, quando cultivadas em meio suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, já quando mantidas em ambiente com 25 °C a suplementação do meio com 15 g L⁻¹ de sacarose foi mais eficiente na redução do desenvolvimento das plantas (Tabela 1). Nesta perspectiva, podemos perceber que as concentrações de sacarose adicionadas nos meios nutritivos como reguladores osmótico e fontes de carbono tiveram influência significativa no que se refere à altura da planta.

Baixas temperaturas estão relacionadas à restrição na absorção de água e de nutrientes (Sharma et al., 2005),

pois há redução das reações químicas, ocasionando menos energia metabólica acessível (Larcher, 2006). Em pesquisa realizada por Vettorazzi et al. (2017), objetivando a conservação *in vitro* de plantas de batata-doce, foi possível observar, aos 90 dias, que a redução da temperatura, dos sais e da sacarose no meio de cultura MS proporcionou menor crescimento das plantas. Resultado semelhante foi observado por Pedroso et al. (2010), ao avaliarem a influência da temperatura sobre o crescimento e a morfologia de plantas de *Vriesea inflata* mantidas *in vitro*. Esses autores evidenciaram que plantas da espécie mencionada podem ser mantidas *in vitro* em baixas temperaturas (15 °C) por 24 meses, com o objetivo de estabelecer uma coleção *in vitro* visando à preservação da espécie.

Independentemente da composição do meio de cultura, o maior número de folhas verdes (NFV) foi observado nas plantas cultivadas em ambiente com

temperatura de 25 °C (Tabela 2). Aos 120 dias de cultivo, os maiores valores médios dessa característica foram constatados nas plantas cultivadas em meio MS/2 com 15 g L⁻¹ de sacarose. Neste sentido, foi possível constatar que o aumento na concentração de sacarose adicionada aos meios de cultura não foi um fator determinante para o aumento do número de folhas verdes, uma vez que os maiores valores foram observados em concentração menor.

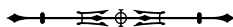
Maior número de folhas verdes é um aspecto indicativo de uma planta vigorosa e com maior chance de sobrevivência após os subcultivos, principalmente após um período longo de conservação *in vitro*, sendo importante destacar que as plantas apresentaram valores satisfatórios de NFV ao final do período de cultivo avaliado (120 dias), considerando-se os diferentes tratamentos, com exceção do meio MS/4 suplementado com ambas as concentrações de sacarose, associado à temperatura de 20 °C, assim como o MS/2 com 30 g L⁻¹ de sacarose, associado a essa

temperatura, onde ocorreu os menores valores do NFV, o que pode reduzir a viabilidade das plantas e a chance de sobrevivência após o período de cultivo (Tabela 2).

Lima-Brito et al. (2011), comparando duas temperaturas (18 e 25 °C) na conservação *in vitro* de sempre-viva (*Syngonanthus mucugensis* Giul. subsp. *mucugensis*), observaram que as maiores médias para o número de folhas verdes foram obtidas na temperatura de 18 °C, independente da concentração de carboidrato utilizado. Assim como os autores supracitados, Menezes-Sá et al. (2019), ao compararem duas temperaturas de cultivo (18 e 25 °C), observaram que a temperatura de 18 °C proporcionou maiores médias atribuídas ao número de folhas verdes na conservação *in vitro* das espécies *Polystachya estrellensis* Rchb. f. e *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., contudo verificaram que, para a espécie *Catasetum macrocarpum*, independentemente dos reguladores osmóticos observados, a temperatura de 25 °C foi a mais adequada para a variável analisada.

Tabela 2. Valores médios do número de folhas verdes de plantas de *Vernonia condensata* Baker, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS, suplementado com sacarose, em ambientes de cultivo com temperaturas de 20 °C (BOD) e de 25 °C (sala de crescimento), durante 30 e 120 dias. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Meio	Ambientes de cultivo	
	20 °C (BOD)	25 °C (Sala de crescimento)
30 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	4,27 aB	6,67 aA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	2,69 bB	8,36 aA
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	5,73 aB	8,73 aA
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	1,57 bB	8,27 aA
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	4,73 aB	8,20 aA
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	2,85 bB	8,60 aA
120 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	9,00 bB	12,53 bA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	8,29 bB	12,83 bA
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	11,42 aB	15,73 aA
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	4,22 cB	9,13 cA
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	4,36 cB	10,86 bA
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	3,00 cB	6,08 dA
CV (%)	16,56	



De acordo com Vila-Verde et al. (2021), o número de folhas determina o potencial de propagação da planta. Carvalho et al. (2016) destacaram a importância de verificar a correlação existente entre essas variáveis, constatando uma baixa correlação entre AP e NFV ($r = 0,17^*$; $r = 0,25^{**}$, respectivamente) em plantas de citros cultivadas *in vitro*, ressaltando a possibilidade de obtenção de materiais com menor altura e com número adequado de folhas verdes como condição fundamental para a conservação *in vitro*. Resultado semelhante foi observado no presente trabalho ($r = 0,45^{**}$, dados não apresentados).

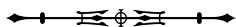
Em relação à característica do número de folhas senescentes (NFS), após 30 dias de cultivo, observou-se que não houve diferença entre as composições de meio de cultura e temperaturas utilizadas. Após 120 dias de cultivo, o menor valor de NFS foi observado quando as plantas foram cultivadas em meio de cultura MS com 15 g L⁻¹

de sacarose e mantidas na temperatura de 25 °C. Este resultado pode estar atrelado ao fato de que o meio MS na sua concentração salina completa pode apresentar concentrações de macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento *in vitro* do alumã. Além disso, concentração ótima de sacarose no meio de cultura é fundamental para o estabelecimento da condição de crescimento mínimo, uma vez que o objetivo da conservação é retardar o desenvolvimento da planta sem afetar sua vitalidade. É importante observar que, no ambiente de cultivo com temperatura de 25 °C, quando os meios de cultura foram suplementados com 15 g L⁻¹ de sacarose, as plantas apresentaram menor NFS em relação às plantas cultivadas em meios com adição de 30 g L⁻¹ de sacarose (Tabela 3).

T. Santos et al. (2012) afirmam, em relação à coloração das folhas das plantas conservadas *in vitro*, que

Tabela 3. Valores médios do número de folhas senescentes de plantas de *Vernonia condensata* Baker, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS, suplementado com sacarose, em ambientes de cultivo com temperaturas de 20 °C (BOD) e de 25 °C (sala de crescimento), durante 30 e 120 dias. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Meio	Ambientes de cultivo	
	20 °C (BOD)	25 °C (Sala de crescimento)
30 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	0,27 aA	0,00 aA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	1,08 aA	0,21 aA
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	1,73 aA	0,00 aA
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	0,79 aA	0,20 aA
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	0,53 aA	0,00 aA
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	1,38 aA	0,13aA
120 dias		
MS com 15 g L ⁻¹ de sacarose	9,20 aB	1,40 aA
MS com 30 g L ⁻¹ de sacarose	10,86 aB	7,92 cA
MS/2 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	11,00 aB	4,00 bA
MS/2 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	11,33 aA	11,60 dA
MS/4 com 15 g L ⁻¹ de sacarose	10,57 aA	9,43 cA
MS/4 com 30 g L ⁻¹ de sacarose	9,00 aA	11,00 dA
CV (%)	31,08	



é necessário ponderar plantas mais vigorosas, ainda que estas aparentem ser um pouco menores do que se deseja.

Segundo Divakaran et al. (2006), altas concentrações de sacarose contribuem para o crescimento acelerado da planta, e a exaustão de outras substâncias no meio de cultura faz com que as folhas amarelecem e até caiam. Nesse sentido, plantas cultivadas em meios com déficit de nutrientes podem ficar mais vulneráveis à senescência, quando o meio nutritivo não conseguir suprir as necessidades nutricionais de que a planta precisa.

Estudo realizado por Maldaner et al. (2018) evidenciou resultado positivo em relação às taxas de crescimento e à sobrevivência das plantas de *Desmodium incanum* DC com metade da concentração padrão de sais do meio de cultura MS.

Estudando sobre efeito dos agentes osmóticos (sacarose, manitol e sorbitol) na conservação *in vitro* de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Smith, Alvim et

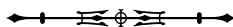
al. (2020) constataram que os menores valores para o número de folhas senescentes foram obtidos nos tratamentos contendo a maior concentração de sacarose ($90,66 \text{ g L}^{-1}$) isolada, na temperatura de $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pesquisa realizada por Carvalho et al. (2016) revelou que o ambiente de cultivo com temperatura de $22 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, intensidade luminosa de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 12 h de fotoperíodo mostrou-se mais eficiente para reduzir o crescimento de plantas de genótipos de citros conservados *in vitro*, prolongando o tempo de subcultivo e mantendo as plantas viáveis. Por outro lado, estudo realizado por Vettorazzi et al. (2017) evidenciou que, na conservação *in vitro* de batata-doce, a temperatura de cultivo de $27 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ é mais aconselhável quando comparada com a temperatura de $18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Foi observado, aos 30 dias de cultivo, maior número de raízes (NR) nas plantas quando elas foram cultivadas em meio MS/4 com 15 g L^{-1} de sacarose (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do número de raízes de plantas de *Vernonia condensata* Baker, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS suplementado com sacarose, em ambientes de cultivo com temperaturas de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (BOD) e de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (sala de crescimento), durante 30 e 120 dias. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Meio	Ambientes de cultivo	
	20 °C (BOD)	25 °C (Sala de crescimento)
30 dias		
MS com 15 g L^{-1} de sacarose	3,13 bA	2,20 bA
MS com 30 g L^{-1} de sacarose	1,85 cB	4,57 aA
MS/2 com 15 g L^{-1} de sacarose	2,73 bA	3,73 aA
MS/2 com 30 g L^{-1} de sacarose	1,00 cB	4,20 aA
MS/4 com 15 g L^{-1} de sacarose	4,80 aA	4,40 aA
MS/4 com 30 g L^{-1} de sacarose	0,46 cB	4,40 aA
120 dias		
MS com 15 g L^{-1} de sacarose	4,80 bA	2,47 cB
MS com 30 g L^{-1} de sacarose	5,57 bA	6,08 bA
MS/2 com 15 g L^{-1} de sacarose	5,50 bA	5,60 bA
MS/2 com 30 g L^{-1} de sacarose	6,67 aA	7,73 aA
MS/4 com 15 g L^{-1} de sacarose	6,29 aB	7,64 aA
MS/4 com 30 g L^{-1} de sacarose	4,43 bB	8,25 aA
CV (%)	16,04	



Resultado similar foi encontrado por T. Santos et al. (2012), em pesquisa sobre propagação e conservação *in vitro* de vetiver, onde identificaram que a conservação *in vitro* da espécie é possível em meio MS semissólido com 25% dos sais MS e temperatura de 18 °C, por um período de 270 dias. Por outro lado, Alves et al. (2010), pesquisando sobre a influência de diferentes meios de cultura sobre o crescimento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen para conservação *in vitro*, verificaram que nenhum tratamento utilizando diferentes concentrações salinas de meio MS e fonte de carbono (sacarose e sorbitol) inibiu a formação de raízes, ocorrendo 100% de enraizamento em explantes da espécie sob temperatura de 16 ± 1 °C no período proposto (seis meses).

Lima-Brito et al. (2011), quando avaliaram o efeito de agentes osmóticos e da temperatura na conservação *in vitro* de *Syngonanthus mucugensis* Giul. Subsp. *mucugensis*, demonstraram o potencial da técnica de cultivo *in vitro* para a espécie em estudo, destacando que a utilização de meio de cultura MS na metade de sua concentração salina, contendo 15 g L⁻¹ de sacarose e mantendo as plantas em temperatura a 18 °C, possibilita a conservação dessa espécie por até 180 dias, sem subcultivo. Souza et al. (2020) também observaram que o meio MS com metade da concentração de sais e 15 g L⁻¹ de sacarose permitiu a conservação *in vitro* de *Passiflora edulis* Sims por um período de cultivo de 120 dias, com 100% de sobrevivência após aclimação.

Ao reduzir a concentração salina do meio para MS para 1/4, observou-se, aos 120 dias de cultivo, um maior número de raízes quando as plantas foram cultivadas no ambiente a 25 °C (Tabela 4). Avaliando as concentrações de sais do meio MS (100, 75, 50 e 25%) e temperatura (18 e 25 °C) do ambiente de cultivo, Menezes-Sá et al. (2019) verificaram que, na temperatura de 25 °C, não houve diferenças significativa entre as três espécies dentro de cada tratamento. Além disso, observou que houve melhor enraizamento na temperatura de 18 °C para a espécie *Catasetum macrocarpum*, em todas as concentrações

de sais do meio MS avaliadas, enquanto para a espécie *Polystachya estrellensis* Rchb. f. não houve diferenças significativas entre as concentrações salinas do meio, com 100% de enraizamento em todos os tratamentos. Já na espécie *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., houve diferença na porcentagem de enraizamento apenas quando foram utilizados 100% dos sais do meio MS.

Levando-se em consideração a suplementação dos meios nutritivos com sacarose em função das temperaturas do ambiente de cultivo, os maiores valores médios do número de raízes foram observados no ambiente com temperatura de 25 °C, utilizando 30 g L⁻¹ de sacarose no meio de cultura (Tabela 4). Trabalhando com espécies de orquídeas, Menezes-Sá et al. (2019) verificaram que a porcentagem de plantas enraizadas atingiu valores de 90% para todas as espécies de orquídeas estudadas, independente da fonte de carbono utilizada, tanto na temperatura de 18 °C como de 25 °C, exceto para a espécie *Catasetum macrocarpum*, com 24,6% de enraizamento quando mantida em 18 °C. Além disso, verificaram, aos 360 dias de cultivo, que houve 100% de enraizamento na espécie *Vanilla planifolia* Andrews, com a redução da temperatura para 22 °C.

A sacarose, assim como outros agentes osmóticos, quando empregada em altas concentrações na conservação *in vitro*, reduz o potencial hídrico do meio de cultura, o que dificulta a absorção de água e nutrientes pelo explante, restringindo o crescimento *in vitro* (Engelmann, 1991; Caldas et al., 1998). Nesse sentido, Alvim et al. (2020) afirmam que a utilização de elevadas concentrações de sacarose favorece a conservação *in vitro* de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Smith, proporcionando altas taxas de sobrevivência ao final de 300 dias.

Em relação às coleções de germoplasma vegetal *in vitro*, observa-se que, na coleção de bananeiras da Bioversity, com intervalo médio de subcultivos de 12 meses, vem sendo utilizado 30 g L⁻¹ de sacarose, enquanto a concentração utilizada para mandioca no *International Center for Tropical Agriculture* (CIAT) é de 20 g L⁻¹ e no

International Institute of Tropical Agriculture (IITA) é de 30 g L⁻¹, com intervalos de subcultivos entre 4 e 19 meses (Carvalho et al., 2022; CGIAR, 2012).

A partir dos resultados, observou-se variação nas características das plantas em função dos fatores avaliados nas duas épocas (30 e 120 dias), sendo estes: composição do meio de cultura e temperatura do ambiente de cultivo. No entanto, de forma geral, observou-se que o meio de cultura MS na sua concentração salina completa com adição de 15 g L⁻¹ de sacarose proporcionou o menor desenvolvimento *in vitro* de *Vernonia condensata* Baker. Além disso, ficou evidente nas condições avaliadas nesta pesquisa que o ambiente com temperatura de 25 °C foi o mais favorável para a maioria das características estudadas.

Apesar de alguns trabalhos citados anteriormente estarem relatando a redução de temperatura para conservação *in vitro*, observou-se, no presente trabalho, que as melhores respostas para o estabelecimento de condições de crescimento mínimo de plantas de alumã foram observadas em temperaturas comumente utilizadas em salas de crescimento.

De acordo com Faria et al. (2007) e Flores et al. (2011), as espécies podem apresentar diferentes desempenhos para o cultivo *in vitro*, ou seja, o comportamento de cada genótipo é determinado por fatores genéticos. Nesse sentido, Carvalho et al. (2014) afirmam que, embora seja possível conservar plantas do limoeiro 'Rugoso da Flórida' sem subcultivos por um período de 12 meses, utilizando o meio de cultura *Wood Plant Medium* (WPM) em sua concentração salina completa e volume de 20 mL, serão necessários estudos com outros genótipos para definir o protocolo de conservação *in vitro* para as espécies de citros, visto que pode ocorrer variação entre as plantas de um mesmo genótipo conservadas *in vitro*. De acordo com os trabalhos citados anteriormente, é possível observar que espécies e cultivares possuem características genéticas específicas. Dessa maneira, recomenda-se que os protocolos de conservação *in vitro* sejam avaliados

e ajustados individualmente, tanto durante a etapa de crescimento mínimo como na subsequente retomada, visando a conservação da diversidade genética (K. Silva et al., 2021).

Protocolos de conservação *in vitro* visam manter as plantas sob condições de crescimento mínimo por longos períodos de cultivo, a partir da redução do metabolismo e do desenvolvimento das plantas, favorecendo a manutenção das espécies por um extenso intervalo de tempo, em um mesmo recipiente contendo meio de cultura, reduzindo a necessidade de realizar subcultivos periódicos, proporcionando a redução de custos e diminuindo os riscos de variação somaclonal. Dessa maneira, estudos futuros relacionados à conservação *in vitro* de *Vernonia condensata* precisam ser realizados avaliando outros fatores, como composições de meio de cultura distintas das empregadas nesta pesquisa, bem como a avaliação de concentrações de retardantes de crescimento, como o ácido abscísico (ABA) e o paclobutrazol (PBZ), com vistas a alcançar um período de conservação *in vitro* de plantas de *V. condensata* superior a 120 dias de cultivo.

CONCLUSÃO

O meio de cultura MS com adição de 15 g L⁻¹ de sacarose, associado à temperatura do ambiente de cultivo a 25 °C, favorece a conservação *in vitro* de *Vernonia condensata* Baker a partir de plantas com menor altura e número de folhas verdes satisfatórios, por um período de 120 dias.

AGRADECIMENTOS

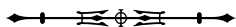
Os autores agradecem ao Centro Universitário Maria Milza (UNIMAM), por fornecer a infraestrutura física e pelo apoio financeiro, essenciais para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

Almeida, L. V. S., Oliveira, V. J. S., Jacobi, C. C. B., Almeida, W. A. B., & Carvalho, M. J. S. (2020). *Vernonia condensata* Baker: an alternative for large-scale seedling production. *Ciência Rural*, 50(3), e20180941. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180941>



- Alves, R. B. N., Bertoni, B. W., Vieira, R. F., França, S. C., Ming, L. C., & Pereira, A. M. S. (2010). Influência de diferentes meios de cultura sobre o crescimento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae) para conservação *in vitro*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 12(4), 510-515. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000400016>
- Alvim, B. F. M., Souza, A. V. V., Lima-Brito, A., Fonseca, P. T., Soares, T. L., & Santana, J. R. F. (2020). *In vitro* conservation of *Amburana cearensis* (Fabaceae). *Ciência Rural*, 50(7), e20190729. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190729>
- Boeing, T., Da Silva, L. M., Somensi, L. B., Cury, B. J., Costa, A. P. M., Petreanu, M., . . . Andrade, S. F. (2016). Antiulcer mechanisms of *Vernonia condensata* Baker: a medicinal plant used in the treatment of gastritis and gastric ulcer. *Journal of Ethnopharmacology*, 184, 196-207. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.02.049>
- Brasil. (2009). *RENISUS-Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS*. Ministério da Saúde.
- Brasil. (2011). *Formulário de fitoterápicos da farmacopéia brasileira*. Ministério da Saúde/ANVISA.
- Brasil. (2014). *Monografia da espécie Vernonia condensata ("boldobaiano")*. Ministério da Saúde/ANVISA.
- Caldas, L. S., Haridasan, P., & Ferreira, M. E. (1998). Meios nutritivos. In A. C. Torres, L. S. Caldas & J. A. Bujo (Eds.), *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas* (pp. 87-132). EMBRAPA-CNPQ.
- Carvalho, M. J. S., Santos, E. B., Souza, A. S., Ledo, C. A. S., Filho, W. S. S., & Mendes, M. I. S. (2014). Fatores que afetam a conservação *in vitro* de plantas do limoeiro 'Rugoso da Flórida'. *Magistra*, 26(2), 178-185.
- Carvalho, M. J. S., Souza, A. S., Santos, E. B., Filho, W. S. S., Ledo, C. A. S., & Souza, F. V. D. (2016). Univariate and multivariate statistical tools for *in vitro* conservation of citrus genotypes. *Acta Science Agronomy*, 38(1), 129-137. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.26433>
- Carvalho, M. J. S., Souza, A. S., Santos, E. B., Filho, W. S. S., Ledo, C. A. S., Costa, E. M. R., & Souza, F. V. D. (2022). *In vitro* conservation of 'Florida Rough' lemon plants. *Ciência Rural*, 52(12), e20210276. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210276>
- Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). (2012). *Slow growth storage of banana germplasm*. Bioversity International. http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=547&Itemid=742
- Divakaran, M., Babu, K. N., & Peter, K. V. (2006). Conservation of *Vanilla species*, *in vitro*. *Scientia Horticulturae*, 110(2), 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.003>
- Engelmann, F. (1991). *In vitro* conservation of tropical plant germoplasma: a review. *Euphytica*, 57(3), 227-243. <https://doi.org/10.1007/BF00039669>
- Faria, G. A., Costa, M. A. P. C., Ledo, C. A. S., Junghans, T. G., Souza, A. S., & Cunha, M. A. P. (2007). Meio de cultura e tipo de explante no estabelecimento *in vitro* de espécies de maracujazeiro. *Bragantia*, 66(4), 535-543. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400002>
- Flores, A. V., Reiniger, L. R. S., Curti, A. R., Cunha, A. C. M. C. M., Golle, D. P., & Bassan, J. S. (2011). Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. *Ciência Florestal*, 21(1), 175-182. <https://doi.org/10.5902/198050982760>
- Larcher, W. (2006). *Ecofisiologia vegetal*. Rima.
- Lima, A. P. P. S., Bastos, F. J. O., Lima-Brito, A., Fernandes, G. B., & Santana, J. R. F. (2021). Modulação do meio de cultura na conservação *ex situ* de *Neoregelia mucugensis* Leme (Bromeliaceae). *Revista Caatinga*, 34(4), 763-771. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n403rc>
- Lima-Brito, A., Albuquerque, M. M. S., Alvim, B. F. M., Resende, S. V., Bellintani, M. C., & Santana, J. R. F. (2011). Agentes osmóticos e temperatura na conservação *in vitro* de sempre-viva. *Ciência Rural*, 41(8), 1354-1361. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000800010>
- Lorenzi, H., & Matos, F. J. A. (2002). *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas* (2. ed.). Instituto Plantarum.
- Maldaner, J., Schwalbert, R., Steffen, G. P. K., Saldanha, C. W., Flores, R., & Conterato, I. F. (2018). Concentração de nutrientes durante o cultivo *in vitro* é crucial para a aclimatização de *Desmodium incanum* DC. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 24(1-2), 46-54. <https://doi.org/10.36812/pag.2018241/246-54>
- Menezes-Sá, T. S. A., Arrigoni-Blank, M. F., Costa, A. S., Feitosa-Alcantara, R. B., Blank, A. F., & Luz, J. M. Q. (2019). Conservação e aclimatização *in vitro* de Epidendroideae (orchidaceae) de Sergipe, Brasil. *Bioscience Journal*, 35(2), 356-366. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n2a20198-38776>
- Menezes-Sá, T. S. A., Costa, A. S., Arrigoni-Blanc, M. F., Blanc, A. F., Moura, G. M. S., & Soares, C. A. (2022). *In vitro* propagation and conservation of *Cattleya tigrina* A. Rich. *Ciência Rural*, 52(5), e20200517. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200517>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Oliveira, K. S., & Aloufa, M. A. I. (2022). Slow growth *in vitro* culture for conservation of *Hancornia speciosa* Gomes. *Floresta*, 52(1), 7-16. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v52i1.69209>



- Pedroso, A. N. V., Lazarini, R. A. M., Tamaki, V., & Nievola, C. C. (2010). *In vitro* culture at low temperature and *ex vitro* acclimatization of *Vriesea inflata* an ornamental bromeliad. *Revista Brasileira de Botânica*, 33(3), 407-414. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000300004>
- Pizzolo, V. R., Brasileiro, B. G., Oliveira, T. T., & Nagem, T. J. (2011). Plantas com possível atividade hipolipidêmica: uma revisão bibliográfica de livros editados no Brasil entre 1998 e 2008. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 13(1), 98-109. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000100015>
- R Core Team. (2021). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Sá, A. J., Léo, A. S., & Léo, C. A. S. (2011). Conservação *in vitro* de mangabeira da região nordeste do Brasil. *Ciência Rural*, 41(1), 57-62. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100010>
- Sá, J. F., Silveira, D. M. S., Santos, K. C. F., Souza, A. S., Ledo, C. A. S., & Carvalho, M. J. S. (2021). Efeitos de diferentes doses de paclobutrazol e sacarose no crescimento mínimo *in vitro* de espécies silvestres de Manihot. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 16(2), 1-8. <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i2a8657>
- Santos, M. C., Léo, A. S., Léo, C. A. S., Souza, F. V. D., & Junior, J. F. S. (2011). Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. *Revista Ciência Agronomia*, 42(3), 735-741. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300020>
- Santos, T. C., Arrigoni-Blank, M. F., & Blank, A. F. (2012). Propagação e conservação *in vitro* de vetiver. *Horticultura Brasileira*, 30(3), 507-513. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300025>
- Sharifi-Rad, M., Fokou, P. V. T., Sharopov, F., Martorell, M., Ademiluyi, A. O., Rajkovic, J., . . . Sharifi-Rad, J. (2018). Antiulcer agents: from plant extracts to phytochemicals in healing promotion. *Molecules*, 23(7), 1751-1787. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES23071751>
- Sharma, P., Sharma, N., & Deswal, R. (2005). The molecular biology of the low-temperature response in plants. *Bioessays*, 47(10), 1048-1059. <https://doi.org/10.1002/bies.20307>
- Silva, J. B., Temponi, V. S., Gasparetto, C. M., Fabri, R. L., Aragão, D. M. O., Pinto, N. C. C., . . . Alves, M. S. (2013). *Vernonia condensata* Baker (Asteraceae): a promising source of antioxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013, 698018. <https://doi.org/10.1155/2013/698018>
- Silva, J. B., Bessa, M. E., Mayorga, O. A. S., Andrade, V. T., Costa, Y. F. G., Mendes, R. F., . . . Alves, M. S. (2018). A promising antibiotic, synergistic and antibiofilm effects of *Vernonia condensata* Baker (Asteraceae) on *Staphylococcus aureus*. *Microbial Pathogenesis*, 123, 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.07.031>
- Silva, K. B., Reiniger, L. R. S., Rabaiolli, S. M. S., Serrote, C. M. L., & Stefanel, C. M. (2021). Crescimento mínimo e retomada de crescimento *in vitro* em brotações de *Luehea divaricata*. *Brazilian Journal of Forestry Research*, 41, e201902026. <https://doi.org/10.4336/2021.pfb.41e201902026>
- Silva, N. D. G., Dutra, L. F., Bianchi, V. J., Sommer, L. R., Vargas, D. P., & Peters, J. A. (2016). Conservação *in vitro* de amoreira-preta: crescimento lento. *Plant Cell Culture & Micropropagation*, 12(1), 7-12.
- Souza, M. S. O., Silva, E. C., Ciano, G. S. O. S., Jacobi, C. C. B., Bonsucesso, J. S., Almeida, W. A. B., & Carvalho, M. J. S. (2020). Assessment of minimum growth conditions for *in vitro* conservation of *Passiflora edulis* Sims. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(8), 351-365.
- Trueman, S. J., Hung, C. D., & Wendling, I. (2018). Tissue culture of *Corymbia* and *Eucalyptus*. *Forests*, 9(2), 84. <https://doi.org/10.3390/f9020084>
- Vettorazzi, R. G., Carvalho, V. S., Sudré, C. P., & Rodrigues, R. (2017). Developing an *in vitro* optimized protocol to sweet potato lardraces conservation. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 39(3), 359-367. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i3.32700>
- Vila-Verde, D. S., Mendes, M. I. S., Souza, A. S., Pinto, C. R., Nobre, L. V. C., Melo, J. E. S., & Ledo, C. A. S. (2021). Ácido ascórbico e polivinilpirrolidona no cultivo *in vitro* de *Dioscorea* spp. *Research, Society and Development*, 10(9), 1-12. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17812>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

R. F. Lopes contribuiu com metodologia, investigação e escrita (rascunho original); K. S. L. Santana com metodologia e investigação; V. J. Santos com conceituação e investigação; E. M. R. Costa com análise formal e escrita (revisão e edição); M. J. S. Carvalho com análise formal, curadoria de dados e escrita (revisão e edição) e W. A. B. Almeida com administração de projeto, supervisão e escrita (revisão e edição).



New information on the breeding biology of fifteen Brazilian bird species

Novas informações sobre a biologia reprodutiva de quinze espécies de aves brasileiras

Carlos O. A. Gussoni^I  | Arthur M. Gomes^{II}  | Daniel F. Perrella^{III}  | André de C. Guaraldo^{IV}  |
Rogério C. Machado^V  | Maria C. Tinti^I  | Paloma H. Paixão^I  | Helbert E. Noventa^{VI}  |
Vítor A. Rodrigues^{VII}  | Sidinei Rampin^{VIII} 

^IUniversidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Rio Claro, São Paulo, Brasil

^{II}Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, Brasil

^{III}Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil

^{IV}Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil

^VFaculdades Integradas Claretianas. Rio Claro, São Paulo, Brasil

^{VI}Fundação Hermínio Ometto. Uberaba, Minas Gerais, Brasil

^{VII}Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil

^{VIII}Pesquisador autônomo. Rio Claro, São Paulo, Brasil

Abstract: Although birds are a well-studied group, the breeding biology of many species is still poorly known, especially in the Neotropical region. This lack of knowledge implies the absence of subsidies for conservation, lack of more reliable data for phylogenetic reconstruction, and for studying the effects of environmental change on these species. In view of this scenario we collected information on the reproduction of 15 bird species in 16 Brazilian locations from February 2003 to December 2021. This article presents new data on the nests, eggs, juveniles/nestlings and/or breeding behavior of *Veniliornis spilogaster* (Picidae), *Philydor atricapillus* (Furnariidae), *Myiobius barbatus* (Onychorhynchidae), *Tityra semifasciata* (Tityridae), *Phylloscartes paulista* (Rhynchocyclidae), *Phylloscartes oustaleti* (Rhynchocyclidae), *Elaenia obscura sordida* (Tyrannidae), *Tyrannus albogularis* (Tyrannidae), *Cnemotriccus fuscatus* (Tyrannidae), *Icterus pyrrhopterus* (Icteridae), *Nemosia pileata caerulea* (Thraupidae), *Trichothraupis melanops* (Thraupidae), *Thlypopsis sordida* (Thraupidae), *Cyanophonia cyanocephala* (Fringillidae) and *Chlorophonia cyanea roraimae* (Fringillidae). We include new data on parental care for six species, descriptions of nests for eight species, and new information on nest building behavior for five species. This data is of special interest for the management of these species and their habitats and for the reconstruction of their phylogenetic relationships.

Keywords: Nest. Egg. Constancy of incubation. Juvenile. Parental care.

Resumo: Apesar de as aves estarem entre os animais mais estudados, muitas espécies ainda possuem a biologia reprodutiva pouco conhecida, principalmente na região Neotropical. Essas lacunas de conhecimento implicam a falta de subsídios para conservação, reconstrução de filogenias e entendimento dos efeitos de alterações ambientais nas espécies. Tendo em vista esse cenário, de fevereiro de 2003 a dezembro de 2021, foram coletadas informações sobre a biologia reprodutiva de 15 espécies de aves, em 16 localidades brasileiras. Apresentamos dados inéditos sobre ninhos, ovos, juvenis e/ou comportamento reprodutivo para *Veniliornis spilogaster* (Picidae), *Philydor atricapillus* (Furnariidae), *Myiobius barbatus* (Onychorhynchidae), *Tityra semifasciata* (Tityridae), *Phylloscartes paulista* (Rhynchocyclidae), *Phylloscartes oustaleti* (Rhynchocyclidae), *Elaenia obscura sordida* (Tyrannidae), *Tyrannus albogularis* (Tyrannidae), *Cnemotriccus fuscatus* (Tyrannidae), *Icterus pyrrhopterus* (Icteridae), *Nemosia pileata caerulea* (Thraupidae), *Trichothraupis melanops* (Thraupidae), *Thlypopsis sordida* (Thraupidae), *Cyanophonia cyanocephala* (Fringillidae) e *Chlorophonia cyanea roraimae* (Fringillidae). Divulgamos novas informações sobre o cuidado parental de seis espécies e a construção do ninho de cinco espécies, bem como fornecemos descrições de ninhos de oito espécies. Estes dados são de especial interesse para o manejo das espécies e seus habitats, além de auxiliarem na reconstrução de suas relações filogenéticas.

Palavras-chave: Ninho. Ovo. Constância de incubação. Juvenil. Cuidado parental.

Gussoni, C. O. A., Gomes, A. M., Perrella, D. F., Guaraldo, A. C., Machado, R. C., Tinti, M. C., . . . Rampin, S. (2023). New information on the breeding biology of fifteen Brazilian bird species. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(1), e2023-e843. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i1.843>

Autor para correspondência: Carlos O. A. Gussoni. Rua 12-B, 621 – Vila Indaiá. Rio Claro, SP, Brasil. CEP 13506-746 (cogussoni@gmail.com).

Recebido em 24/04/2022

Aprovado em 02/09/2022

Responsabilidade editorial: Leonardo de Sousa Miranda



INTRODUCTION

Birds are one of the best studied groups of vertebrates (Fazey et al., 2005; Titley et al., 2017). Yet, much of their natural history remains unknown, particularly in the Neotropics, which holds an enormous diversity of bird species (Jetz et al., 2012; Stutchbury & Morton, 2001). Even basic information on the reproductive biology of many Neotropical bird species remains obscure, often restricted to brief descriptions in the gray literature. Xiao et al. (2016), analyzing the species whose clutch size, incubation period and/or nestling periods have been described, found that only a third of the world's bird species are well known. This knowledge gap directly affects conservation, since information on breeding parameters such as clutch size, reproductive phenology and nest survival could contribute to a better understanding of population demography, viability of threatened species, and to provide data for species recovery plans (Gjerdrum et al., 2005; Zhu et al., 2012; Cheng et al., 2020). Lack of this information also precludes studies in other areas such as reconstruction of phylogenies that require reproductive traits and studies on the adaptation of birds to environmental and climate changes (Zyskowski & Prum, 1999; Both et al., 2004; Crick, 2004; Wegge & Rolstad, 2017). Little is also known about intraspecific variations in nest architecture, nest material, and the influence of species range and environmental characteristics on these parameters for a given species. In addition, data on the reproductive biology of a species not only fills in knowledge gaps, but also allows inferences about the reproduction of little-known congeners (Xiao et al., 2016). Here, we provide new information on the breeding biology of 15 understudied Brazilian bird species, including nest and egg descriptions, nestling and fledging characteristics, clutch sizes, nesting phenology, and parental attendance.

MATERIAL AND METHODS

From February 2003 to December 2021, we collected information regarding the reproductive biology of 15 bird species at 16 Brazilian locations (Figure 1, Table 1).

Nests were classified following Simon and Pacheco (2005), with a few adaptations. Whenever possible, we collected information about the height above the ground, substrate where the nests were built and the materials used. The cavity used by the *Philydor atricapillus* (Wied, 1821) was measured using a metal caliper of 0.1 mm precision (horizontal and vertical lengths of the chamber entrance) and a measuring tape (for other dimensions). For measurements we considered: height of the cavity (from the lower lip of the entrance to the ground), diameter of the tree at breast height, vertical and horizontal diameters of the entrance (taken in the larger diameter of each one), depth of the cavity (from the lower edge of the entrance to the cavity bottom), and the diameter of the cavity, measured from the lower internal edge of the entrance to the back wall of the cavity (Lange, 1967). Eggs were measured with a caliper to the nearest 0.05 mm, handled in the absence of adults, with cleaned hands, and taking caution with the integrity of the eggshell. Observations of reproductive behavior, when feasible, were performed using focal observations and recordings with a Samsung HMX-F80 camcorder 52x optical zoom [the last method only for *Elaenia obscura sordida* Zimmer, 1941 and *Cnemotriccus fuscatus* (Wied, 1831)]. We also recorded the role of each individual while building the

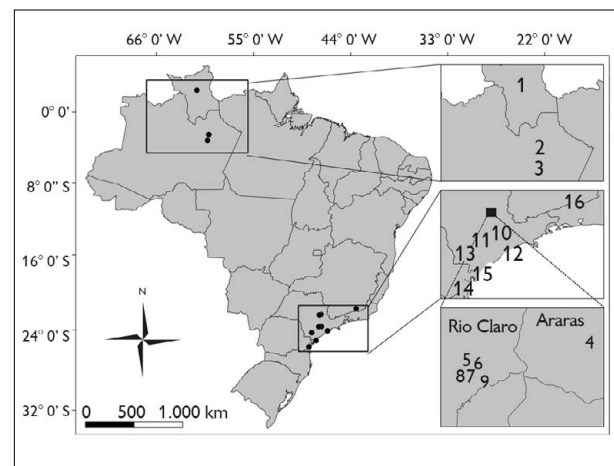


Figure 1. Localities surveyed in the present study. See Table 1 for the names and geographic coordinates of each locality. Map: Arthur M. Gomes (2020).

nest, egg incubation and care of the young. For *E. obscura sordida*, we present the constancy of incubation as the proportion of daytime that adults had their bodies directly in contact with eggs (adapted from Kendeigh, 1952, and Skutch, 1962). Food items recorded during focal observations [*Icterus pyrrhopterus* (Vieillot, 1819), *Nemosia pileata caerulea* (Wied, 1831) and *Thlypopsis sordida* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)] were visually identified and classified according to Triplehorn and Johnson (2005). The acronyms and details for each location are shown in Table 1.

RESULTS AND DISCUSSION

WHITE-SPOTTED WOODPECKER *Veniliornis spilogaster* (WAGLER, 1827)

One nest was observed on 10 October 2012 in the visitor's area of the Fundação Parque Zoológico de São Paulo, which is inside the PEFI. The nest was a cavity/with-tunnel, constructed about 4 m above the

ground in the branch of an unidentified tree. The tree was almost 10 m high and hosted many vines. Despite the tree being alive (with green leaves), the nest was in a dead branch and positioned around 45° in relation to the main trunk, which kept the cavity entrance almost facing the ground (Figure 2).



Figure 2. Nestling *Veniliornis spilogaster* at the tree cavity entrance, observed on 10 October 2012 in São Paulo, SP. Photo: Daniel F. Perrella (2012).

Table 1. Localities surveyed in the present study.

Locality number	Locality name	Latitude	Longitude
1	Serra do Apiaú, Mucajaí, RR	2° 27' N	61° 26' W
2	Access road to ZF-2 tower, Manaus, AM	2° 32' 51" S	60° 04' 34" W
3	Ramal do Caldeirão, Iranduba, AM	3° 14' S	60° 13' W
4	Parque Ecológico de Araras (PEA), Araras, SP	22° 21' 50.9" S	47° 21' 21.3" W
5	Parque Municipal do Lago Azul (PMLA), Rio Claro, SP	22° 23' 36" S	47° 33' 49" W
6	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Rio Claro, SP	22° 23' 45,7" S	47° 32' 38,3" W
7	Shopping Center Rio Claro (SCRC), Rio Claro, SP	22° 24' 46.0" S	47° 33' 17.0" W
8	Faculdades Integradas Claretianas (FIC), Rio Claro, SP	22° 24' 50" S	47° 34' 22" W
9	Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP	22° 25' 35,2" S	47° 31' 44,9" W
10	Associação Veleiros de Ibiúna (AVI), Ibiúna, SP	23° 38' 13" S	47° 18' 25" W
11	Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP	23° 38' 52.8" S	47° 37' 13" W
12	Parque Poço das Antas (PPA), Monguagá, SP	24° 05' 13" S	46° 37' 23" W
13	Parque Estadual Intervales (PEI), Ribeirão Grande, SP	24° 16' 06" S	48° 24' 46" W
14	Reserva Bicudinho-do-brejo (RBB), Guaratuba, PR	25° 44' S	48° 44' W
15	Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP	25° 04' 36" S	47° 54' 47" W
16	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG	21° 46' 37" S	43° 22' 13" W



A well-developed nestling was begging with its head out of the nest entrance, while an adult female replied to it from a nearby tree, carrying a worm in her beak.

The only known measurements of a White-spotted Woodpecker nest were reported by Cockle et al. (2011), based on two cavities found at Misiones, in Argentina. Rumboll (cited in de la Peña, 2016) found a nest cavity 12 m above the ground in the Parque Nacional Iguazú, considerably higher than the nest we observed. The breeding season of this species seems to be similar to that of other *Veniliornis* woodpeckers from southeast Brazil (Guaraldo & Gussoni, 2009; Cockle et al., 2011; de la Peña, 2013), corroborating the observation of Marcon and Vieira (2017) that recorded breeding activity during spring and summer for the White-spotted Woodpecker. Previous data on nestling diet are similar to our observation of worms in the diet. Buzzetti and Silva (2005) observed an adult female feeding nestlings with arthropods, but Marcon and Vieira (2017) suggest that both male and female feed the nestlings.

BLACK-CAPPED FOLIAGE-GLEANER *Philydor atricapillus* (WIED, 1821)

On 20 October 2013, an adult was observed carrying some moss in its bill in RBB. Later, on 30 October 2017, an active nest was observed in the visitor's area of PPA, in Mongaguá, SP. The nest is a cavity/with-tunnel in vertical position/low cup and was inside a cavity produced by wood decay in an unidentified living tree, 1.7 m close to a channeled stream (Figure 3). The diameter at breast height (d.b.h.) of the tree was 80 cm, and the cavity entrance was 1.59 m above the ground, although the tree was much higher. Cavity depth measured 39.5 cm, the inside diameter was 16.5 cm, and the entrance was an ovoid measuring 56.6 mm (horizontal length) by 69.2 mm (vertical length). Inside the cavity there was an open shallow cup filling its entire bottom. The cup was bulky, composed of fine rootlets and black fungal hyphae, maybe *Marasmius* sp., and contained three white eggs (Figure 3). When found, an adult was inside the nest incubating the eggs.

Another nest found in Ubatuba, SP, in January 2015, was built inside a bamboo branch and had two well developed nestlings (Tanaka et al., 2016). Although the material of the nest is poorly described, the illustration in Tanaka et al. (2016) shows fine rootlets as nesting material, corroborating our observation. Ruschi (1981) reports that Black-capped Foliage-gleaner builds nests in cavities of ravines. However, Cockle and Bodrati (2017) suggested that the nests described by Ruschi (1981) were misidentified. Thus, based on the contradictions contained in these publications (see Cockle & Bodrati, 2017), it would be necessary to carry out new and more detailed investigations about the nesting of the Black-capped Foliage-gleaner to better understand its breeding biology.

SULPHUR-RUMPED FLYCATCHER *Myiobius barbatus* (GMELIN, 1789)

We found three active nests of *M. barbatus mastacalis* (Wied, 1821) in 2005 and 2006 at PEIC, in an area of lowland Atlantic Forest. The nests were found, respectively, on 9 October 2005 (N1), 15 September 2006 (N2) and 10 October 2006 (N3). All nests used the end of tree branches as a fixation point, and the support plant for the first two nests was *Eugenia cuprea* (Berg) (Myrtaceae), an abundant species in the area (ACG, personal observation). The tree hosting N3 remained



Figure 3. Nest of *Philydor atricapillus* recorded on 30 October 2017 in Mongaguá, SP. A) Tree with the cavity entrance; B) The bulky nest with eggs inside the cavity. Photos: Daniel F. Perrella (2017).

unidentified. Regarding the micro-habitat, all nests were built on branches projected over low order streams at a height of 2 m (N1), 3 m (N2) and 5 m (N3) above the water surface. Nest morphology was of the closed/retort/pensile/with vertical tunnel downwards type (Figure 4) and their morphometry is shown in Table 2. These birds predominantly used dry thin sticks and plant fibers similar to hyphae of fungi of the genus *Marasmius*. Additionally, they used tree bark, thin dry roots, paina-like vegetable fibers (only in N1), some green leaves (in N2 and N3), lichens (N2) and fragments of fern leaves (*Cyathea* sp.) (N2). With the exception of N3, which contained dry leaves covering the oological chamber, none of the other nests had any material covering this structure. On the day of its discovery, N1 had two eggs (Figure 4) and N2 had two chicks. Access to N3 was only possible shortly after the nesting event ended, thus preventing inferences about its content at the time of its discovery. The eggs found in N1 had 18.6 x 13.2 mm and 17.6 x 12.5 mm. Both eggs had a light brown color and a crown of dark brown spots

near the larger pole, although this characteristic was more obvious in only one of the eggs (Figure 4).

On 30 December 2021, in a border of an Amazonian *terra firme* forest on the access road to the ZF-2 observation tower, a nest of *M. barbatus barbatus* (Gmelin, 1789) was found. The nest was ca. 40 cm long and was fixed on the end of an overhanging branch. The materials used for the construction were small sticks, vegetal fibers, small leaves and possibly lichen. The entrance was situated at the base that gives access to a covered oological chamber. On this occasion there was only one egg in the oological chamber and another broken on the ground below the nest. The egg had 18 x 13 mm, with a matte cream-brown background color and brown markings covering ca. 60% of the surface, with a greater density of these markings on the larger pole. Despite being another subspecies, all characteristics regarding the nest and eggs were quite identical to what we report above for *M. b. mastacalis*. Only the microhabitat was significantly different since there was no stream nearby.

The nests described here are similar to those found by other authors (e. g. Farnsworth & Lebbin, 2020). However, the descriptions of *M. barbatus* nests are difficult to compare, and several authors do not make it clear how

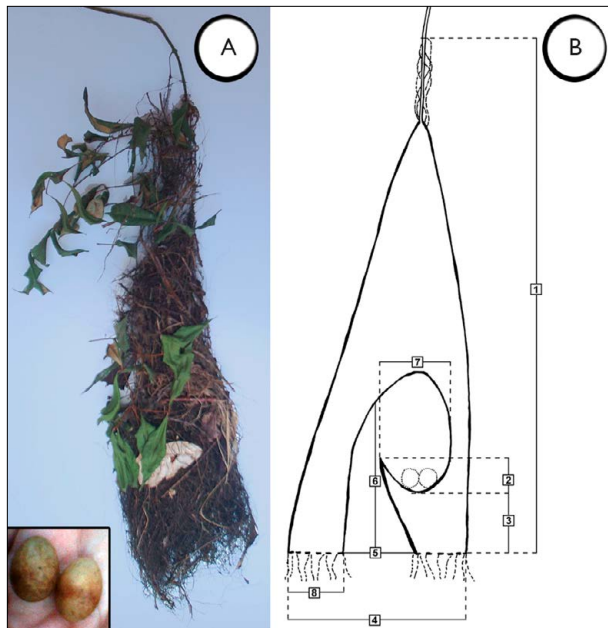


Figure 4. Nest and eggs of *Myiobius barbatus* found in PEIC, Cananéia, SP (the numbers refer to the measurements shown in Table 2). Photos: André de C. Guaraldo (2006).

Table 2. Morphometric data of the three nests of *Myiobius barbatus* found in PEIC, Cananéia, SP. Numbers refer to the structures indicated in Figure 4B (measurements in mm).

Number of the structure	Description	N1	N2	N3
1	Nest height	428.0	470.0	460.0
2	Depth of the oological chamber	NA	28.3	23.0
3	Appendix length	40.0	65.0	34.7
4	Nest base diameter	155.5	170.0	160.0
5	Diameter of access tunnel	108.5	85.0	105.0
6	Tunnel length	125.0	160.0	130.0
7	Diameter of the oological chamber	62.0	55.6	57.3
8	Nest wall thickness	23.5	42.5	27.5

the measurements were performed. Thus, we believe that the descriptions presented here, together with a detailed illustration of the measured structures, should make these nests more easily comparable. The eggs were slightly larger than those measured by Greeney et al. (2018) in Ecuador: 16.7 x 12.3 and 16.2 x 12.4 mm.

MASKED TITYRA *Tityra semifasciata* **(SPIX, 1825)**

On 29 December 2018, on the Ramal do Caldeirão, a cavity was found being used as a nest about 4 m above the ground, located in a utility pole made of Black Manwood *Minquartia guianensis* Aubl. (Oleraceae). One male was observed bringing fruit to a female at the nest entrance, doing so twice within a ten-minute interval, with the female appearing at the entrance to receive the fruit. On 27 January 2019, the pair was near to the nest, although they were not observed using it. Despite being a well-known species, little is known about the breeding biology of this bird in Brazil. In Central America, breeding occurs between March and July, while in Colombia it occurs from January to August (Mobley & Juana, 2020). Records from WikiAves (2020) suggest that Masked Tityras occupy cavities mainly from the end of October to March, lay eggs around November, and feed juveniles between November and February. These data thus show that the reproductive period of the species occurs between October and March in the Central Amazon and between March and June in more northerly locations (e.g. Central America). This shift in reproductive phenology – apparently linked to latitude – may be due to differences in photoperiod (Dawson, 2013), seasonality of dry and wet season (Stouffer et al., 2013), food availability (Golabek et al., 2012) and on other non-mutually excluding factors. We provide here the first record of use of an artificial nesting structure for this species. The fact that the species usually nests above 10 m and rarely uses low cavities (e.g. between 3–4 m) may be an indication that there is an absence of suitable breeding sites at this location (Skutch, 1969).

SÃO PAULO TYRANNULET *Phylloscartes paulista* **IHERING & IHERING, 1907**

On 8 February 2011, a pair was observed with one recently fledged young at PEI. One of the adults was seen feeding the young at least four times, but it was not possible to verify if both adults did so.

Fitzpatrick (2020) mentions that individuals with enlarged testicles were found in October, suggesting a breeding period between September and December. In addition, in the citizen science database WikiAves (2020), there are photos of occupied nests in October (WA3530431 and WA3530441) and November (WA3601102 and WA3597048). The present report extends this species' breeding period by two months, i.e., up to February.

OUSTALET'S TYRANNULET *Phylloscartes* ***oustaleti* (SCLATER, 1887)**

On 24 October 2011, one adult bird was observed at PEIC collecting nest material about 4.5 m above the ground and depositing bundles of material in a bush at the same height above the ground. The next day, an individual was recorded again, in the same place, collecting vegetable fibers about 2.5 m above the ground.

The information presented here on a nest being built in October, as well as its height, agrees with what is known for the species, whose breeding period extends from August to December (Gonzaga et al., 2016). Nevertheless, these are the first data on the reproduction of this species in the state of São Paulo, along with a photograph of one adult with nest material in September (Ribeirão Grande, SP) published in WikiAves (WA2728037).

SMALL-HEADED ELAENIA *Elaenia* ***obscura sordida* ZIMMER, 1941**

Two nests were found in the RBB (Figure 5). The first was found on 21 October 2013, 1.75 m above the ground in a *Tibouchina* sp. and held two chicks. The nest was a low cup/fork, constructed with dry thin

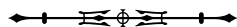




Figure 5. Nests of *Elaenia obscura sordida* found at Reserva Bicudinho-do-brejo, 18 November 2013 (A) and 22 October 2013 (B). Photos: Carlos O. A. Gussoni (2013).

branches and presented the following measurements: height 47.0 mm, external diameter 81.0 mm, depth of the oological chamber 40.0 mm, thickness of the nest wall 7.0 mm. The second, found on 18 November 2013, 1.3 m above the ground, contained two eggs and was a low cup/fork, presenting the following measurements: height 35.9 mm, external diameter 68.3 mm, oological chamber depth 23.4 mm, nest wall thickness 8 mm. It was built with dry thin branches, lichens and cf. hyphae of *Marasmius*. Both eggs were white with a crown of reddish-brown spots near the obtuse pole and measured 23.4 x 16.4 mm and 23.8 x 16.2 mm. We obtained 117.43 min of recordings of the second nest. During this period, the bird turned the eggs 18 times (0.16 times/min). The duration of the periods in the nest ranged from 6.53 to 20.66 min (mean = 12.64 ± 5.70; median = 11.73; n = 6). Periods outside the nest ranged from 2.10 to 5.71 min (mean = 3.25 ± 1.44; median = 2.98; n = 5). The bird stayed at the nest 41% of the time (constancy of incubation = 0.41).

The data recorded for these two nests are similar to what has been described for the species (Ihering, 1900;

Hartert & Venturi, 1909; Lopes et al., 2013), both in the shape and support, as well as in the measurements of the nest. The width of the eggs is within the expected values for the species (15-16 mm), but the length was slightly longer than usual (21-22 mm) (del Hoyo et al., 2020). The data presented here are the first breeding behavioral information for this species.

WHITE-THROATED KINGBIRD *Tyrannus albogularis* BURMEISTER, 1856

In the municipality of Rio Claro, SP, we made three observations of adults feeding recently fledged young. In the first, on 7 November 2015 (on the *campus* of FIC), two adults were observed accompanied by two young (Figure 6) at 8:40 a.m. The adults fed the chicks, but it was not possible to confirm whether both performed this task. In the same year, 4 December, an adult was observed feeding two chicks outside the nest at the SCRC at 10:30 a.m. On 11 February 2019, an adult was seen feeding one recently fledged young with an insect in the PMLA.

Little is known about the reproductive biology of this species, and the information is mainly restricted to



Figure 6. Fledgling of *Tyrannus albogularis*, 7 November 2015, Rio Claro, SP. Photo: Carlos O. A. Gussoni (2015).

that described by Davis (1993) and Lopes et al. (2018). Nevertheless, we provide the first data on parental care of the fledglings for this species. According to Vasconcelos and Ziade (2020), the breeding season of this species occurs between September and February and Lopes et al. (2018) reported juveniles from 9 November to 29 March (WikiAves data and museum specimens). Our observations corroborate the period reported by both authors.

FUSCOUS FLYCATCHER *Cnemotriccus fuscatus* (WIED, 1831)

On 15 November 2013, a nest under construction was found 2.5 m above the ground, inside a cluster of bromeliads in the RBB. A camcorder was installed near the nest and, during 60 min of filming (beginning at 16:33), two individuals were recorded building the nest with dry leaves, dry twigs and dry thin roots, the latter two being brought in bundles.

There is little information concerning the reproductive biology of this species, especially in Brazil. According to Vasconcelos and Ziade (2020), its breeding season occurs from October to December. Belton (1985) found a nest under construction and another with a chick, both in November. The first, as in the present study, was constructed in a cluster of bromeliads, but higher (10 m above the ground), but the latter was built in a tree hollow 0.4 m above the ground. The nest material in the bromeliad cluster was similar to that recorded by us.

Lopes et al. (2013) found two nests in the state of Minas Gerais, also at low height (1.8 m and 0.3 m), one of them in a rocky wall and the other in a cavity in a tree knot. One of these nests differed slightly in the material used from those we found, being constructed with vegetal fibers and ornamented with mosses. Until now, there was no information in the literature about the role of the parents in the construction of the nest.

VARIABLE ORIOLE *Icterus pyrrhopterus* (VIEILLOT, 1819)

From 2 to 9 May 2007, we recorded parental care in a nest of this species with two chicks, found on the UNESP campus. We made 16 h of observations, 13 h for nestlings and 3 h of fledglings. The nest was located in a palm tree (*Roystonea* sp., Arecaceae), about 6 m above the ground and was hanging on the bottom of one of the leaves. On another leaf near the nest, there was an abandoned wasp nest (cf. *Polybia paulista* Ihering, 1896, Vespidae). Both parents fed the chicks, and while one looked for food and/or fed the nestlings, the other generally stayed as a sentinel in a *Ceiba* sp. tree located five meters from the nest. The bird that fed the chicks imitated the calls of a Roadside Hawk [*Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788)] when it arrived at the nest ($n = 15$, 11.28% of the feeding events) and when leaving the nest ($n = 15$, 11.28%). It also imitated Chalk-browed Mockingbird calls (*Mimus saturninus* (Lichtenstein, 1823); $n = 23$ when arriving at the nest and $n = 30$ when leaving the nest; 17.3% and 22.6 % of the events, respectively), and the Smooth-billed Ani vocalizations (*Crotophaga ani* Linnaeus, 1758; $n = 10$ when arriving at the nest and $n = 4$ when leaving the nest; 7.5 % and 3.0 % of the events, respectively).

We recorded a total of 133 feeding events of the chicks and identified the following prey: Orthoptera (Acrididae and Tettigoniidae; $N = 10$), Hemiptera ($N = 6$, including individuals from the Pentatomidae family), Coleoptera ($N = 1$) and caterpillars (Lepidoptera; $N = 4$). The rate of prey delivery was 10.2 prey/h. While foraging for the chicks, the adults also ingested several insects, searching for prey in the

vicinity of the nest, rarely further than 30 m from it. Most of the time (90%) the bird arrived directly to the nest with food, while in a few opportunities (10%) the bird initially perched on another palm before heading to the nest. Foraging took place throughout the day, from a few minutes after dawn until dusk. It was observed that, in the last two days of the nestling period, the chicks stayed for long periods perched on the edge of the nest. We observed five events of fecal sac removal by adults, and the birds perched on a *Ceiba* sp. tree near the nest (ca. 5 m) to discard the material. On one occasion, when one of the chicks finished feeding, it defecated outside the nest and the adult took the fecal sac in flight, then headed and perched on the *Ceiba* sp. tree to dispose it off. We recorded three events of collection of nest material, all on the first day of observations and performed by both adults. We observed agonistic encounters once with each of three species: Great Kiskadee [*Pitangus sulphuratus* (Linnaeus, 1766)], Chalk-browed Mockingbird (*Mimus saturninus*) and Variable Oriole (*Icterus pyrrhopterus*), all on the *Ceiba* sp. tree near the nest, and all ending with the expulsion of the invaders.

The chicks fledged early in the morning of 10 May. On this and the following day, adults were observed caring for the fledglings near the nest. On 19 May, we observed two adults feeding fledglings in trees on a city block on the outskirts of the university, probably the same individuals. With this, we conclude that the fledglings were fed by the parents outside the nest for a period of at least 10 days. During this period, we observed the adults feeding their young exclusively with insects (including Tettigoniidae and Heteroptera). Both adults fed the fledglings, and imitated the vocalization of the Roadside Hawk before approaching the young.

According to Vasconcelos and Ziade (2020) the breeding season of this species ranges from September to April, so the nest found in Rio Claro extends this period another month, i.e., up to May. The nest shape, as well as the height above the ground (1.4 to 7 m) and substrate where it was built agrees with descriptions made by de la Peña (1987), Höfling and Camargo (1996), Sick (1997), Antas (2004), Di Giacomo (2005) and Sigrist (2006): distally on palm and

banana leaves. According to Di Giacomo (2005), both adults feed the nestlings, as observed in the present study.

HOODED TANAGER *Nemosia pileata caerulea* (WIED, 1831)

On 13 October 2009, one adult female was observed feeding a fledgling (Figure 7) with a Heteropteran at the UNESP campus. At the same place, on 12 January 2010, an adult male was recorded feeding a fledgling. The information presented here is the first on the parental care of fledglings of this species in Brazil. Renaudier et al. (2008) also recorded both individuals of the pair feeding juveniles in Guyana. Recently fledged young were recorded in February (Suriname), March (French Guiana) and October (Venezuela) (Haverschmidt, 1968; Cruz & Andrews, 1989; Renaudier et al., 2008). Among the food items delivered to the nestlings (Studer et al., 2021) there were only caterpillars, indetermined insects and two fruit species, with no mention of heteropterans.

BLACK-GOGGLED TANAGER *Trichothraupis melanops* (MIEILLOT, 1818)

The nest (Figure 8) was found on the UFJF campus on 25 November 2019, in front of a parking lot that has a small strip of vegetation behind it. The existence of the nest was detected due to the behavior of the male in



Figure 7. Fledgling of *Nemosia pileata caerulea*, UNESP campus, Rio Claro, SP. Photo: Carlos O. A. Gussoni (2009).

attacking the windshields of parked cars. The nest was a high cup/base, supported on the leaves of an exotic *Dracaena* sp. (Asparagaceae), 2.7 m high above the ground and consisting of leaves and dry grasses. The inner and outer diameters of the nest were 66.9 and 117.3 mm, respectively, with a 36.4 mm depth of the egg chamber and nest height of 67.7 mm. Two off-white eggs were found, with burgundy and brown spots scattered throughout the egg shell and more concentrated on the blunt pole. The average length of the eggs was 22.5 mm (22.2-22.9 mm) and the average width was 16.2 mm (15.8-16.7 mm). Only the female was observed incubating and, when she noticed one observer approaching, silently fled into the forest behind the nest.

Studies on the breeding biology of the species are scarce, and the most significant description of nests so far is that of Euler (1900, p. 22), who found a nest in November containing three nestlings and described it as “an ordinary bowl, without art, made of roots on a loose base of sprigs. It was placed one meter high in a small bush inside a bamboo grove”. The characteristics found in the present study are in agreement with those of Euler (1900), as well as the described reproductive period (November). Although some authors (e.g. Silva, 1995; Abilhoa & Amorin, 2017) consider the species as not tolerant to urbanization (i.e. highly dependent on forest habitats), we found the nest in a highly urbanized area at the UFJF *campus*.



Figure 8. Nest of *Trichothraupis melanops*, UFJF *campus*, Juiz de Fora, MG. Photo: André de C. Guaraldo (2019).

ORANGE-HEADED TANAGER *Thlypopsis sordida* (D'ORBIGNY & LAFRESNAYE, 1837)

On the afternoon of 26 February 2003, one adult bird was observed carrying nest material to a bamboo grove in FEENA. On 22 October 2015, a nest was found under construction with thin and dry plant material, about 3 m above the ground in Araras (PEA), SP. On 17 October 2008, a nest with four eggs was photographed on the UNESP *campus*. Apparently, it contained one or more eggs of a brood parasite species (Figure 9), potentially the Shiny Cowbird [*Molothrus bonariensis* (Gmelin, 1789)], the most common at the site. The nest can be classified as a high cup/base. We observed one adult male incubating the eggs (Figure 9).

On 5 February 2020, on the UNESP *campus*, between 8:15 am and 9:24 am, we observed a pair of Orange-headed Tanagers followed by a juvenile Shiny Cowbird. An adult Orange-headed Tanager was spotted with a green caterpillar (Lepidoptera) in the beak next to the juvenile Shiny Cowbird, but apparently noticed our presence and avoided feeding the young. Between 8:59 a.m. and 9:00 a.m., we recorded two feeding events of the juvenile Shiny Cowbird by the Orange-headed Tanagers. At 9:07 a.m., the adult male (marked by other researchers with a metal band on the left tarsus) fed the young. Between 9:11 a.m. and 9:24 a.m., we saw four feeding events, all of them by the banded adult male. The next day, 6 February 2020, in



Figure 9. Nest of *Thlypopsis sordida* found on the UNESP *campus*, Rio Claro, SP. Photos: André de C. Guaraldo (2008).

the same place, we observed the pair and the fledgling again, between 9:10 a.m. and 9:48 a.m. During some of the feeding events, it was possible to determine which individual fed the young: the male four times and the female once. In one of the events the male fed the Shiny Cowbird with a green caterpillar (Lepidoptera) about 2 cm long. The juvenile bird was fed with a frequency of 0.95 prey/min and the mean interval between feeding events was 56.0 ± 53.0 s (min. = 3.0 s; max. = 150.0 s; N = 9).

Dinelli (1918) described a nest of this species found in Argentina in December with two eggs. The nest was about 2 m above the ground, similar to that recorded in the present study, and was constructed with petioles of leaves, plant fibers and horse mane. According to Höfling and Camargo (1996), the female is responsible for incubating the eggs, but in Rio Claro we observed the male incubating. According to Hilty (2020), the nests are regularly parasitized by the Shiny Cowbird, but the author presents no data on parental care. Mitchell (1957) observed an adult feeding three fledglings in February. The nest found in Rio Claro is similar to the one in the photograph available in Studer (2015). According to our data, the breeding season of this species is at least three months longer than reported by Vasconcelos and Ziade (2020) (July to November).

GOLDEN-RUMPED EUPHONIA *Cyanophonia cyanocephala* (VIEILLOT, 1818)

On 13 February 2014, a fledgling was recorded at AVI. It presented a well-developed plumage, but with remnants of white swallow flanges, and two individuals were heard nearby. The plumage of the fledgling was olive in the crown, breast and upperparts. The sides of the head and the shoulders were yellowish-olive, and the belly and throat were bright yellow. Three distinct developing turquoise-blue feathers were visible on its head, as well as an orangish growing feather on its forehead (Figure 10).

Breeding biology data on the Golden-rumped Euphonia are scarce, with some data provided by Greeney

and Nunnery (2006), Wright et al. (2017), and Hilty (2021) for populations from Venezuela, Colombia and Ecuador. In Venezuela, active nests were observed in January and February, and in Colombia breeding activity was reported from December to May (Hilty, 2021). In Ecuador, Greeney and Nunnery (2006) have reported nest building in November, December, May and June, while Wright et al. (2017) have described and detailed the parental attendance for a single nest from February 2014, with no details about nestling and fledgling characteristics.

BLUE-NAPED CHLOROPHONIA *Chlorophonia cyanea roraimae* SALVIN & GODMAN, 1884

On 19 February 2019 at 9:30 a.m., in Serra do Apiaú (1.200 m a.s.l.), a pair was observed collecting nesting materials. The individuals searched for moss filaments trapped in the vegetation, which they accumulated in the bill and took to the nesting site (ML211448261, Gomes, 2019). On the next day, two individuals were seen in the same place still collecting materials, probably the same pair. Of the 16 observations of this species at the locality, in 15 the individuals were paired and only once we detected a solitary individual. The recurrent observations of pairs possibly indicate mating behavior, suggesting that other pairs could be breeding at the same time.



Figure 10. Fledgling *Cyanophonia cyanocephala* recorded on 13 February 2014 in Ibiúna, SP. A) General plumage of the fledgling; B) Details of the turquoise-blue and orangish feathers on its head. Photos: Daniel F. Perrella (2014).

Since this subspecies occurs in tepuis, which are Amazonian mountains difficult to access, there are no previous records of its reproduction (Pacheco & Parrini, 2013; Hilty & Bonan, 2020). However, the geographically closest Andean subspecies, *C. c. intensa* Zimmer, 1943 builds its nest between January and June (Hilty & Bonan, 2020), and *C. c. psittacina* Bangs, 1902 between February and March, with active nests up until June (Freeman et al., 2012). Juveniles of *C. c. longipennis* (Du Bus, 1855) were observed in April by Janni et al. (2008). In contrast, the subspecies *C. c. cyanea* (Thunberg, 1822), in the Atlantic Forest, reproduces in September in Brazil and November in Argentina, thus later when compared to the northern subspecies (Pacheco & Parrini, 2013; Hilty & Bonan, 2020). With that, it is likely that the reproductive period of *C. c. roraimae* is similar to that of the Andean subspecies due to similar latitude (see Dawson, 2013).

CONCLUSION

Here we fill important knowledge gaps on the reproductive biology of some Neotropical birds, presenting new data on parental care for six species, descriptions of nests for eight species, and new information on the nest building behavior for five species. However, many gaps still persist, especially on parental care, and incubation and nestling periods. This information is of special interest for the management of these species and their habitats and for the reconstruction of their phylogenetic relationships. Therefore, we expect that our study and findings will encourage others to perform further studies on the species reported here. That could include the publication of unpublished data on nests already found for these species, which would allow, in the near future, to clarify various aspects of the breeding behavior and overall life histories of these species.

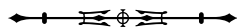
ACKNOWLEDGMENTS

To C. Alleman, F. Arantes and M. Morena for indicating the site of the nest of the Black-capped Foliage-gleaner. To J. E. Simon (*in memoriam*) for encouraging the publication of data on Sulphur-rumped Flycatcher. To V. G. Staggeimer and B.

Reinert (*in memoriam*) for the advice and assistance provided. To M. Campolim for the attention and accessibility allowed during the fieldwork at the PEIC. To L. Honda for her assistance in data collection on the reproduction of Oustalet's Tyrannulet and São Paulo Tyrannulet. To D. Delgado, D. Freitas, O. Togni and S. Kamazuka for their assistance in data collection on the reproductive biology of the Variable Oriole. To B. Reinert (*in memoriam*), M. Bornschein and R. Belmonte-Lopes for all the support during the field work in the RBB. To D. Rother and S. Mailhos for their assistance in identifying the palm tree used for nesting by the Variable Oriole. To UNESP employees for always helping with data collection and allowing the use of several ladders. To J. Podos and M. Cohn-Haft for the opportunity to collect data in the Serra do Apiaú. To G. Mangini for helping with Spanish translations. To A. Jahn, M. Crozariol and L. F. Silveira for their critical reviews of the manuscript.

REFERENCES

- Abilhoa, V., & Amorin, R. (2017). Effects of urbanization on the avian community in a southern Brazilian city. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 25, 31-39. <https://doi.org/10.1007/BF03544374>
- Antas, P. T. Z. (2004). *Pantanal – guia de aves*. Editora SESC, Departamento Nacional.
- Belton, W. (1985). Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 2. Formicariidae through Corvidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 180, 1-242.
- Both, C., Artemyev, A. V., Blaauw, B., Cowie, R. J., Dekhuijzen, A. J., Eeva, T., . . . Visser, M. E. (2004) Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. *Proceedings of the Royal Society B*, 271(1549), 1657-1662. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2770>
- Buzzetti, D., & Silva, S. (2005). *Berços da vida: ninhos de aves brasileiras*. Editora Terceiro Nome.
- Cheng, L., Zhou, L., Wu, L., & Feng, G. (2020). Nest site selection and its implications for conservation of the endangered Oriental Stork *Ciconia boyciana* in Yellow River Delta, China. *Bird Conservation International*, 30(2), 323-334. <https://doi.org/10.1017/S0959270919000303>
- Cockle, K. L., Martin, K., & Wiebe, K. (2011). Selection of nest trees by cavity-nesting birds in the Neotropical Atlantic forest. *Biotropica*, 43(2), 228-236. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00661.x>



- Cockle, K. L., & Brodati, A. (2017). Divergence in nest placement and parental care of Neotropical foliage-gleaners and treehunters (Furnariidae: Philydorini). *Journal of Field Ornithology*, 88(4), 336-348. <https://doi.org/10.1111/jfo.12227>
- Crick, H. Q. P. (2004). The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146(s1), 48-56. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00327.x>
- Cruz, A., & Andrews, R. W. (1989). Observations on the breeding biology of passerines in a seasonally flooded savanna in Venezuela. *The Wilson Bulletin*, 101(1), 62-76.
- Davis, S. E. (1993). Seasonal status, relative abundance, and behavior of the birds of Concepción, Departamento de Santa Cruz, Bolivia. *Fieldiana: Zoology*, 71, 1-33.
- Dawson, A. (2013). The effect of latitude on photoperiodic control of gonadal maturation, regression and molt in birds. *General and Comparative Endocrinology*, 190, 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2013.05.017>
- De la Peña, M. R. (1987). *Nidos y huevos de aves argentinas*. Literature of Latin America.
- De la Peña, M. R. (2013). *Nidos y reproducción de las aves argentinas* (Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad, 8). Ediciones Biológicas.
- De la Peña, M. R. (2016). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Trogonidae a Furnariidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*, 20(2), 1-621.
- Del Hoyo, J., Collar, N., & Kirwan, G. (2020). Small-headed Elaenia (*Elaenia sordida*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.higela3.01>
- Di Giacomo, A. G. (2005). Aves de la Reserva El Bagual. In A. G. Di Giacomo & S. F. Krapovickas (Eds.), *Historia Natural y paisaje de la Reserva El Bagual, Provincia de Formosa, Argentina – Inventario de la fauna de vertebrados y de la flora vascular de un área protegida del Chaco Húmedo* (Temas de Naturaleza y Conservación, 4, pp. 201-465). Asociación Ornitológica del Plata.
- Dinelli, L. (1918). Notas biológicas sobre las aves del noroeste de la Rep. Argentina. *El Hornero*, 2, 57-68.
- Euler, C. (1900). Descrição de ninhos e ovos das aves do Brasil. *Revista do Museu Paulista*, 4, 9-148.
- Farnsworth, A., & Lebbin, D. J. (2020). Whiskered flycatcher (*Myiobius barbatus*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal & D. A. Christie (Eds.), *Birds of the World*. Ithaca. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.whifly1.01>
- Fazey, I., Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. (2005). What do conservation biologists publish? *Biological Conservation*, 124(1), 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.013>
- Fitzpatrick, J. W. (2020). São Paulo Tyrannulet (*Phylloscartes paulista*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.saptyr1.01>
- Freeman, B. G., Class, A. M., Olaciregui, C. A., & Botero-Delgado, E. (2012). Breeding biology of the Blue-naped Chlorophonia (*Chlorophonia cyanea*) in the Santa Marta Mountains. *Ornitología Colombiana*, 12, 10-16.
- Gjerdrum, C., Elphick, C. S., & Rubega, M. (2005). Nest site selection and nesting success in salt marsh breeding Sparrows: the importance of nest habitat, timing, and study site differences. *The Condor*, 107(4), 849-862. <https://doi.org/10.1650/7723.1>
- Golabek, K. A., Ridley, A. R., & Radford, A. N. (2012). Food availability affects strength of seasonal territorial behaviour in a cooperatively breeding bird. *Animal Behaviour*, 83(3), 613-619. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.11.034>
- Gomes, A. (2019). ML211448261 Blue-naped Chlorophonia *Chlorophonia cyanea*. *Macaulay Library*. www.macaulaylibrary.org/asset/211448261
- Gonzaga, L. P., Ozanick, C., Piacentini, V. Q., & Carvalho, C. E. (2016). First description of the nest and notes on parental care of Oustalet's Tyrannulet, *Phylloscartes oustaleti* (Passeriformes: Tyrannidae). *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24, 349-353. <https://doi.org/10.1007/BF03544366>
- Greeney, H. F., & Nunnery, T. (2006). Notes on the breeding of north-west Ecuadorian birds. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 126, 38-45.
- Greeney, H. F., Gualingua, D., Read, M., Puertas, C., Evans, L., Baihua, O., & Killackey, R. P. (2018). Rapid inventory, preliminary annotated checklist, and breeding records of the birds (Aves) of the Boanamo indigenous community, Orellana Province, Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 4(1), 10-44. <http://dx.doi.org/10.1080/23766808.2018.1433430>
- Guaraldo, A. C., & Gussoni, C. O. A. (2009). Novas informações sobre a reprodução de *Veniliornis passerinus* no Brasil. *Cotinga*, 31, 147-148.
- Hartert, E., & Venturi, S. (1909). Notes sur les oiseaux de la République Argentine. *Novitates Zoologicae*, 16, 159-267.
- Haverschmidt, F. (1968). *Birds of Surinam*. Oliver and Boyd.
- Hilty, S. (2020). Orange-headed Tanager (*Thlypopsis sordida*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.orhtan1.01>



- Hilty, S., & Bonan, A. (2020). Blue-naped Chlorophonia (*Chlorophonia cyanea*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.blnc1.01>
- Hilty, S. (2021). Golden-rumped Euphonia (*Chlorophonia cyanocephala*), version 1.1. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.goreup1.01.1>
- Höfling, E., & Camargo, H. F. A. (1996). *Aves no campus*. EDUSP.
- Ihering, H. (1900). Catalogo critico-comparativo dos ninhos e ovos das aves do Brasil. *Revista do Museu Paulista*, 4, 191-300.
- Janni, O., Boano, G., Pavia, M., & Gertosio, G. (2008). Notes on the breeding of birds in Yanachaga-Chemillén National Park, Peru. *Cotinga*, 30, 42-46.
- Jetz, W., Thomas, G. H., Joy, J. B., Hartmann, K., & Mooers, A. O. (2012). The global diversity of birds in space and time. *Nature*, 491, 444-448. <https://doi.org/10.1038/nature11631>
- Kendeigh, S. C. (1952). Parental care and its evolution in birds. *Biological Monographs*, 22, 1-356.
- Lange, R. B. (1967). Contribuição ao conhecimento da bionomia de aves: *Ramphastos dicolorus* L. (Ramphastidae), sua nidificação e ovos. *Araucariana*, 1, 1-3.
- Lopes, L. E., Peixoto, H. J. C., & Hoffmann, D. (2013). Notas sobre a biologia reprodutiva de aves brasileiras. *Atualidades Ornitológicas On-line*, (171), 33-49.
- Lopes, L. E., Heming, N. M., Jahn, A. E., Ferreira, D. F., Putaré, O. M., & Marini, M. A. (2018). Breeding biology of the White-throated kingbird (*Tyrannus albogularis*) in Brazil and Bolivia. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130(4), 915-923. <https://doi.org/10.1676/1559-4491.130.4.915>
- Marcon, A. P., & Vieira, B. P. (2017). *Aves do Parque Ecológico do Córrego Grande*. Edição dos Autores.
- Mitchell, M. H. (1957). *Observations on birds of southeastern Brazil*. University of Toronto Press.
- Mobley, J., & Juana, E. (2020). Masked Tityra (*Tityra semifasciata*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. <http://doi.org/10.2173/bow.mastit1.01>
- Pacheco, J. F., & Parrini, R. (2013). Status de ocorrência e hábitos alimentares do gaturamo-bandeira *Chlorophonia cyanea* no leste do Brasil - com notas referentes à localidade-tipo. *Atualidades Ornitológicas On-line*, 173, 33-39.
- Renaudier, A., Ingels, J., & Hilty, S. L. (2008). Nesting and general behavior of Hooded Tanager *Nemosia pileata* in French Guiana and Surinam. *Cotinga*, 30, 54-56.
- Ruschi, A. (1981). Os ninhos dos limpa-folhas: *Philydor atricapillus* Wied, 1821 e *Philydor rufus rufus* Vieillot, 1818. *Boletim do Museu de Biologia Profº Mello Leitão (Série Zoologia)*, 99, 1.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Ed. Nova Fronteira.
- Sigrist, T. (2006). *Aves do Brasil - uma visão artística*. Avis Brasilis.
- Silva, J. M. C. (1995). Birds of the cerrado region, South America. *Steenstrupia*, 21(1), 69-92.
- Simon, J. E., & Pacheco, S. (2005). On the standardization of nest descriptions of Neotropical birds. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 13(2), 143-154.
- Skutch, A. F. (1962). The constancy of incubation. *Wilson Bulletin*, 74(2), 115-152.
- Skutch, A. F. (1969). *Life histories of Central American birds. III. Families Cotingidae, Pipridae, Formicariidae, Furnariidae, Dendrocolaptidae, and Picidae* (Pacific Coast Avifauna, 35). Cooper Ornithological Society.
- Stouffer, P. C., Johnson, E. I., & Bierregaard Jr., R. O. (2013). Breeding seasonality in central Amazonian rainforest birds. *The Auk*, 130(3), 529-540. <https://doi.org/10.1525/auk.2013.12179>
- Studer, A. (2015). Aves (Aves) da Reserva Biologica de Pedra Talhada. In A. Studer, L. Nusbaumer & R. Spichiger (Eds.), *Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada, Alagoas, Pernambuco - Brasil* (Boissiera, 68, pp. 377-406). Conservatoire et Jardin Botanique Ville de Genève.
- Studer, A., Ballarini, Y., & Marini, M. A. (2021). Breeding biology of Hooded Tanager *Nemosia pileata* in Brazil. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 141(4), 412- 417. <https://doi.org/10.25226/bboc.v141i4.2021.a4>
- Stutchbury, B. J., & Morton, E. S. (2001). *Behavioral ecology of tropical birds*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-675555-8.X5000-3>
- Tanaka, R. M., Muscat, E., & Laura, E. (2016). First record of *Philydor atricapillus* nesting in bamboo (*Guadua tigoara*). *Atualidades Ornitológicas*, 194, 26-27.
- Titley, M. A., Snaddon, J. L., & Turner, E. C. (2017). Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate regions. *PLoS ONE*, 12(2), e0189577. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189577>
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror & DeLong's introduction to the study of insects*. Cengage Learning.

- Vasconcelos, M. F., & Ziade, C. F. (2020). *Guia ilustrado de aves da área de influência da Usina Hidrelétrica de Embarcação*. Cemig.
- Wegge, P., & Rolstad, J. (2017). Climate change and bird reproduction: warmer springs benefit breeding success in boreal forest grouse. *Proceedings of the Royal Society B*, 284(1886), 20171528. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1528>
- WikiAves. (2020). *WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil*. <http://www.wikiaves.com.br>
- Wright, Z., Port, J., & Greeney, H. F. (2017). Male and female parental care in the Golden-rumped Euphonia (*Euphonia cyanocephala*). *Ornitología Colombiana*, 16, eNB07 1-6.
- Xiao, H., Hu, Y., Lang, Z., Fang, B., Guo, W., Zhang, Q., . . . Lu, X. (2017). How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? *Journal of Avian Biology*, 48(4), 513-518. <https://doi.org/10.1111/jav.00934>
- Zhu, X., Srivastava, D. S., Smith, J. N. M., & Martin, K. (2012). Habitat selection and reproductive success of Lewis's Woodpecker (*Melanerpes lewis*) at its northern limit. *PLoS ONE*, 7(9), e44346. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044346>
- Zyskowski, K., & Prum, R. O. (1999) Phylogenetic analysis of the nest architecture of neotropical ovenbirds (Furnariidae). *The Auk*, 116(4), 891-911. <https://doi.org/10.2307/4089670>

AUTHORS' CONTRIBUTION

C. O. A. Gussoni contributed to project administration, formal analysis, conception, data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, methodology, supervision, validation, and display; A. M. Gomes to formal analysis, data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, methodology, supervision, validation, and display; D. F. Perrella to formal analysis, data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, methodology, validation, and display; A. C. Guaraldo to formal analysis, data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, methodology, validation, and display; R. C. Machado to data curation, written (original draf), research, validation, and display; M. C. Tinti to data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, validation, and display; P. H. Paixão to data curation, written (original draft), research, validation, and display; H. E. Noventa to data curation, written (original draft), research, validation, and display; V. A. Rodrigues to data curation, written (original draft, proofreading and editing), research, validation, and display; and S. Rampin to written - original draft, research, validation, and display.



Riqueza da brioflora como indicador da cobertura vegetal nativa em parques na cidade de São Paulo

Richness of bryoflora as indicator of the native vegetation coverage of parks in the city of São Paulo

Sandra Regina Visnadi 

Instituto de Pesquisas Ambientais. São Paulo, São Paulo, Brasil

Resumo: O mundo está cada vez mais urbano, e as cidades enfrentam desafios relacionados à degradação ambiental e à carência de recursos naturais. O presente artigo tem por objetivo conhecer a brioflora nos parques Santo Dias, Burlle Marx e Alfredo Volpi, que possuem floresta ombrófila densa, na cidade de São Paulo. O material foi coletado em 2016 e 2017, estando depositado nos herbários do Instituto de Pesquisas Ambientais e da Prefeitura do Município de São Paulo. A brioflora (103 espécies) é heterogênea nesses parques, onde os musgos superam as hepáticas. Maior riqueza em espécies ocorre em parque com mata original melhor preservada, o qual também possui vários tipos de ambientes antrópicos, e que ficou relativamente pouco tempo isolado pela expansão da urbanização. Brioflora mais pobre ocorre em parque com mata menos preservada, possuindo poucos ambientes antrópicos diferentes, além de estar há mais tempo isolado pela urbanização do entorno. Esses achados demonstram a importância dos parques estudados e dos seus fragmentos de floresta ombrófila densa para a conservação da biodiversidade da brioflora, característica do tipo de vegetação ocorrente na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e que possui espécies endêmicas do Brasil e espécie ameaçada de extinção no estado de São Paulo.

Palavras-chave: Áreas antrópicas. Floresta ombrófila densa. Hepáticas. Musgos. Parques urbanos.

Abstract: The world is becoming increasingly urban and cities face challenges related to environmental degradation and lack of natural resources. This article aims to investigate the bryoflora in the Santo Dias, Burlle Marx and Alfredo Volpi parks in the city of São Paulo, which have dense ombrophillous forest. The material was collected in 2016 and 2017, and is deposited in the herbariums of the Environmentals Researchs Institute and of the São Paulo City Hall. The bryoflora (103 species) is heterogeneous in those parks, where mosses outnumber the liverworts. Greater species richness occurs in parks with better preserved original forest, which also possesses several different types of anthropic environment, and which was isolated for a relatively short period of time by the expansion of urbanization. Poorer bryoflora occurs in parks with forest preserved less well, having only few different anthropic environments, in addition to being isolated for a longer period of time by the surrounding urbanization. These findings show the importance of the investigated parks and of their dense ombrophilous forest fragments for the conservation of the biodiversity of bryoflora, which is characteristic of the vegetation in the São Paulo Metropolitan Area, and which includes species endemic in Brazil and endangered in the state of São Paulo.

Keywords: Anthropic areas. Dense ombrophillous forest. Liverworts. Mosses. Urban parks.

Visnadi, S. R. (2023). Riqueza da brioflora como indicador da cobertura vegetal nativa em parques na cidade de São Paulo. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(1), e2023-e433. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i1.433>

Autora para correspondência: Sandra Regina Visnadi. Instituto de Pesquisas Ambientais. Núcleo de Conservação da Biodiversidade. Centro de Pesquisas. Departamento Técnico-Científico. Av. Miguel Stéfano, 3687 – Água Funda. São Paulo, SP, Brasil. CEP 04301-012 (svisnadi@sp.gov.br).

Recebido em 29/09/2020

Aprovado em 06/06/2022

Responsabilidade editorial: Ana Kelly Koch



INTRODUÇÃO

O mundo está cada vez mais urbano (Campbell et al., 2012), sendo o século XXI já conhecido como o século das cidades (Perpétuo & Jacobi, 2019). Cerca de 85% da população brasileira e de 95% da população paulista vivem em áreas urbanas (Artaxo, 2019), tornando o foco atual sobre a importância das cidades mais evidente; as megacidades brasileiras, em particular, encontram-se entre os sistemas urbanos mais complexos do planeta (Buckeridge et al., 2019).

Além disso, as cidades enfrentam graves desafios, como a mudança do clima (temperaturas mais elevadas, variação na pluviosidade, secas, ondas de calor mais frequentes e mais severas), a poluição do ar e da água, além da degradação ambiental e da carência de recursos naturais e, no entanto, a biodiversidade muitas vezes é a base para o desenvolvimento urbano (Campbell et al., 2012; Buckeridge et al., 2019).

Por essa razão, o conceito atual de desenvolvimento urbano sustentável defende que cidades devem proteger, conservar, restaurar e promover seus ecossistemas, seus *habitats* naturais e sua biodiversidade, minimizando os impactos ambientais, além de priorizar espaços públicos verdes e de qualidade e a conservação das espécies endêmicas (Secretariado da Habitat III, 2019).

Sabe-se que as árvores desempenham funções importantes nas cidades, pois interceptam a água da chuva, minimizando o escoamento superficial; controlam a temperatura e a umidade do ar, moderando os efeitos das 'ilhas de calor'; sequestram e armazenam carbono, auxiliando no combate ao aquecimento global; funcionam como barreira contra ventos, ruídos e alta luminosidade, além de reterem particulados em suspensão no ar; também compõem corredores ecológicos, viabilizando a conexão entre fragmentos de vegetação (A. Santos et al., 2015; São Paulo, 2020).

A manutenção e a recuperação da vegetação natural são importantes compromissos internacionais do Brasil; particularmente para o estado de São Paulo,

manter e recuperar remanescentes de Mata Atlântica, comprometidos pela ocupação desordenada, é ainda importante para o bem-estar da sua população (Côrtes & Nadruz, 2019; Nalon et al., 2019). Áreas com ecossistemas ricos e diversos atraem assentamentos humanos, como São Paulo, a terceira maior cidade do mundo e a mais populosa do hemisfério sul, que possui importante biodiversidade da Mata Atlântica brasileira, e cidades localizadas em *hotspot* de biodiversidade têm papel crucial na conservação de *habitats* criticamente ameaçados (Campbell et al., 2012).

A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo, estabelecida em 1994, protege remanescentes importantes da Mata Atlântica, além de reduzir, em até 10 °C, as temperaturas nas áreas adjacentes (Campbell et al., 2012). Essa área faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), criada em 1991, que é a maior e uma das mais importantes reservas da Rede Mundial da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), formando o maior corredor ecológico no país, que também inclui as florestas urbanas como prioritárias para a conservação e o desenvolvimento sustentável (Kibrit, 2011; A. Silva et al., 2014).

O crescimento das briófitas é exuberante em florestas úmidas, que são o principal *habitat* para essas plantas nos trópicos (Gradstein et al., 2001; Glime, 2017a). No Brasil, a Mata Atlântica é a mais rica em briófitas (D. Costa & Peralta, 2015), inclusive, quando em áreas urbanas (Carmo et al., 2015). Estudos sobre a brioflora em áreas verdes urbanas, sob o domínio desse bioma, foram realizados na região Nordeste, em Salvador (Bastos & Yano, 1993) e em Vitória da Conquista, estado da Bahia (Souza et al., 2016); na região Sul, em Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul (Bordin & Yano, 2009), e em Maringá, estado do Paraná (Borella et al., 2019); na região Sudeste, no Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro (Molinari & D. Costa, 2001), em Juiz de Fora, estado de Minas Gerais, (Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015) e, particularmente, no estado de São Paulo, na cidade litorânea de Santos (Mello et al., 2001) e na Região Metropolitana de

São Paulo (RMSP), nos municípios de Mauá (Mello et al., 2011), Ribeirão Pires (Prudêncio et al., 2015) e São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022). A brioflora foi registrada para algumas áreas verdes urbanas, sob domínio de ambos os biomas, Mata Atlântica e Cerrado, na cidade paulista de Rio Claro (Visnadi & Monteiro, 1990) e na cidade mineira de Belo Horizonte (Peñaloza-Bojacá et al., 2017).

A biodiversidade pode vicejar na cidade se houver conservação e monitoramento de seus ecossistemas (Campbell et al., 2012). A brioflora, em particular, pode ser efetivamente protegida apenas pela proteção de seu *habitat* (Gradstein et al., 2001), como os remanescentes das florestas tropicais, onde a diversidade das briófitas se reduz bastante com o desmatamento, sendo ainda lento o retorno da brioflora a essas florestas, após a exploração (Glime, 2017a).

A perda de espécies é difícil de ser avaliada na região tropical, pois muitas áreas já foram destruídas, antes do estudo da sua brioflora; dessa forma, recomenda-se a conservação das briófitas em parques, por exemplo, mesmo que elas sejam ainda pouco conhecidas neles; entretanto, a conservação da brioflora também depende do seu levantamento, principalmente nas áreas que carecem desse tipo de estudo (Glime, 2017a). Como parques urbanos tendem a ser os *habitats* que mais favorecem a riqueza e a diversidade das briófitas epífitas em áreas construídas (Fudali, 2019), o presente artigo tem por objetivo conhecer a brioflora desses locais, que, no entanto, apresentam floresta ombrófila densa na cidade de São Paulo, além de registrar a riqueza, o *habitat* e a distribuição das espécies, contribuindo para ampliar o conhecimento da flora paulistana de epífitas e para a conservação e o monitoramento ambiental dessas áreas verdes urbanas.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA ESTUDADA

O estudo foi realizado em três áreas verdes da cidade de São Paulo, nos parques Santo Dias, Burle Marx e

Alfredo Volpi (Figura 1, Tabela 1), que se encontram sob administração da Coordenação de Gestão de Parques e Biodiversidade Municipal (CGPABI), da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), Prefeitura do Município de São Paulo.

Os três parques incorporam as zonas especiais de preservação ambiental (Lei nº 16.402 de 22 de março de 2016) relacionadas à conservação da biodiversidade, ao controle dos processos erosivos e da inundação, à produção de água e à regulação microclimática (São Paulo, 2016), integrando as áreas com vegetação nativa e permeável, que são protegidas na cidade de São Paulo (São Paulo, 2020). Ainda, situam-se em regiões ocupadas há décadas (Sepe & Gomes, 2008), sendo abertos à visitação pública, com área de estar, trilhas para caminhada e corrida, aparelhos para ginástica, *playgrounds* e sanitários (Marchesi, 2014).

As áreas de estudo possuem floresta ombrófila densa, com predomínio de espécies arbóreas nativas e sub-bosque, ocorrendo espécies exóticas esporádicas e interferência antrópica em graus variáveis (Prefeitura do Município de São Paulo, 2016a, 2016b, 2016c), mas também dispõem de recursos hídricos (Marchesi, 2014), sendo as florestas importantes para proteção das bacias hidrográficas (Nalon et al., 2019). Os parques estão situados sob o Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano, cujos dados anuais de temperaturas médias e de pluviosidade variam entre 19,3 e 19,6 °C e entre 1.250 e 1.580 mm, respectivamente (Martins et al., 2017).

As briófitas foram estudadas nas áreas cobertas pela floresta ombrófila densa e nas áreas antrópicas, onde predominam as edificações, em cada parque (Tabela 2). Outras características dos parques foram relacionadas na apresentação e discussão dos resultados, quando relevantes para a caracterização da sua brioflora.

AMOSTRAGEM E ESTUDO DO MATERIAL

A coleta, a herborização e a identificação do material botânico seguiram Frahm (2003), que também inclui a literatura básica para o estudo das briófitas tropicais.



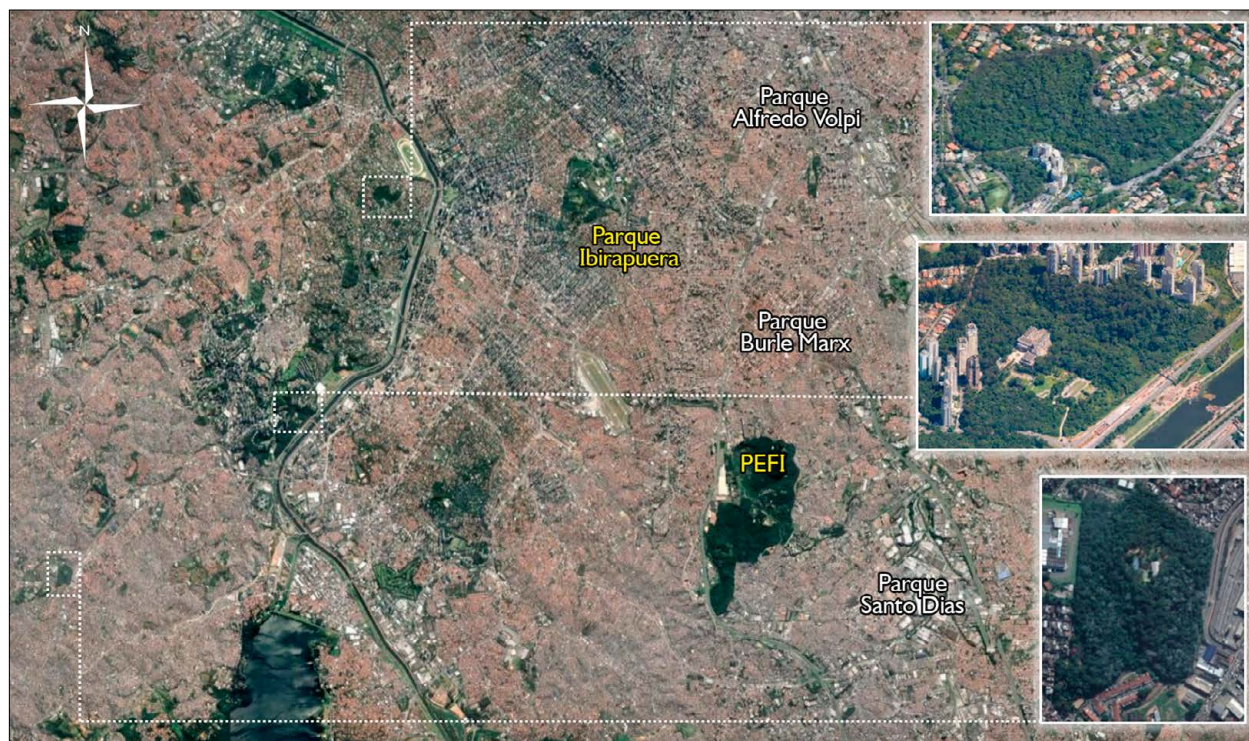


Figura 1. Localização dos parques Alfredo Volpi, Burle Marx e Santo Dias, na cidade de São Paulo, São Paulo. Legenda: PEFI = Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Modificado de Google/EMPLASAGEO. Mapa: Governo do Estado de São Paulo.

Figure 1. Location of the Alfredo Volpi, Burle Marx and Santo Dias parks, in the São Paulo city, São Paulo. Legend: PEFI = Fontes do Ipiranga State Park. Modified from Google/EMPLASAGEO. Map: Government of the São Paulo State.

Tabela 1. Parques estudados na cidade de São Paulo, com ano da implantação e dimensão (Whately et al., 2008), localização geográfica (Google Maps/Google Earth, 2022), expansão da área urbanizada do entorno (Prefeitura do Município de São Paulo, s.d.a) e índice de cobertura vegetal (ICV), em m² de verde por habitante, nas áreas onde estão situados (Buckeridge, 2015).

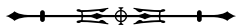
Table 1. Studied parks in the São Paulo city, with year of implantation and dimension (Whately et al., 2008), geographic location (Google Maps/Google Earth, 2022), expansion of the surrounding urbanized area (Prefeitura do Município de São Paulo, s.d.a) and vegetal cover index (ICV), in m² of green per inhabitant, in the areas where they are located (Buckeridge, 2015).

Parques	Implantação	Localização geográfica	Dimensão (ha)	Expansão da área urbanizada do entorno	ICV
Santo Dias	1991	23° 39' S, 46° 46' W	13,4	1950-1962, 1986-1992	19
Burle Marx	1995	23° 37-38' S, 46° 43' W	13,8	1950-1962, 1981-1985, 1993-2002	70,3
Alfredo Volpi	1966	23° 35' S, 46° 41-42' W	14,2	1950-1962	70,3

Bibliografia referência mais recente para identificação das espécies estudadas foi obtida em consulta aos bancos de dados The Plant List (2013), JBRJ (2020) e Tropicos (2022).

O material disponível foi coletado em toda a extensão das áreas antrópicas, mas ao longo de caminhos e trilhas

já abertos no parque e também de transeções na floresta ombrófila densa. Nesse último caso, em cada parque, foram realizadas dez transeções lineares de 50 x 2 m, sendo cada transeção de duas faixas de 1 m de cada lado e 50 m de comprimento, totalizando uma área de 0,01 ha



(adaptado de Phillips & Miller, 2002 e de Vanderpoorten et al., 2010). Em troncos e caules da vegetação arbustivo-arbórea, o material foi coletado até dois metros de altura. O trabalho de campo foi realizado em 2016 e 2017, estando o material depositado no Herbário Maria Eneyda Pacheco Kauffmann Fidalgo, do Instituto de Pesquisas Ambientais (SP, 867 exsicatas) e no Herbário da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP, 203 duplicatas), sendo relacionados apenas os *vouchers* das espécies na Tabela 2.

Consultaram-se bancos de dados (The Plant List, 2013; JBRJ, 2020; Tropicos, 2022) para se comparar o material identificado com ilustrações e imagens de briófitas, e para citar o nome e o autor das espécies e dos gêneros. Utilizaram-se as classificações de Bryophyta (Goffinet & Buck, s.d.) e de Marchantiophyta (Crandall-Stotler et al., 2009), para relacionar as briófitas, por ordem alfabética, de divisões, famílias, gêneros, espécies e variedades. Os parques foram relacionados pelo total decrescente de espécies encontrado neles, a fim de serem melhor apresentados e discutidos os resultados (Tabelas 1 e 2).

As espécies foram classificadas como corticícolas, epíxilas, saxícolas e terrícolas para ocorrência nos substratos naturais (Robbins, 1952; Luiz-Ponzo et al., 2006; Souza et al., 2017), mas foram utilizados os termos alvenaria, caco de vaso de argila, concreto, madeira tratada e tijolo para as briófitas ocorrentes nos substratos artificiais (casmófito, segundo Souza et al., 2015), devido à inexistência de uma classificação específica.

O grupo ecológico (generalista) e as formas de vida (dendroide, flabelado, pendente, taloso, tapete, trama e tufo) (Mägdefrau, 1982; Richards, 1984; Gradstein et al., 2001; Glime, 2017b) foram estudados durante os trabalhos em campo e em laboratório, baseando-se em informações de banco de dados (JBRJ, 2020) e da literatura sugerida para o estudo da brioflora tropical (Frahm, 2003).

ANÁLISE DOS DADOS

Fez-se uso da análise de rarefação por amostra (curva de acumulação de espécies), para se avaliar a suficiência

amostral do estudo, bem como da análise de rarefação individual, para se comparar a riqueza da brioflora entre os locais estudados. Ambas as análises foram aplicadas à matriz de dados quantitativos (103 espécies x seis áreas estudadas, Tabela 2), no programa PAST 4.06 (Hammer et al., 2001).

A similaridade florística da brioflora foi avaliada entre os parques (103 espécies x três parques) e entre as suas áreas (103 espécies x seis áreas), bem como entre as áreas de estudo (parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi) (Figura 1, Tabelas 1 e 2) e outros parques paulistanos, como Eucaliptos, Cordeiro Martin Luther King, Severo Gomes, Lina e Paulo Raia, Casa Modernista, Nabuco, Trianon (Visnadi, 2018), Ibirapuera (Visnadi, 2019) Previdência e Independência (Visnadi, 2022) (145 espécies x 13 parques). Para essas três matrizes de dados binários, utilizaram-se o índice de Jaccard (Magurran, 2004) e o método de ligação pela média de grupo (*unweighted pair-group method using arithmetic averages* - UPGMA; Sneath & Sokal, 1973), considerando-se os valores dos coeficientes de correlação cofenética, quanto mais próximo de 1, como representantes da correspondência satisfatória do agrupamento obtido com a matriz de dados originais (Albuquerque et al., 2016).

O mesmo tipo de procedimento foi realizado com três matrizes de dados binários, sem as espécies restritas (59 espécies x três parques, 59 espécies x seis áreas, 83 espécies x 13 parques; Tabela 2; Visnadi, 2018, 2019, 2022), a fim de se comparar com os resultados das análises multivariadas anteriores e constatar se as espécies restritas alteram o padrão do agrupamento das áreas e dos parques considerados. Essas análises foram também realizadas no programa PAST 4.06 (Hammer et al., 2001).

Todavia, foi registrado apenas o número de espécies em comum entre as áreas de estudo e o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), cujos dados (493,21 ha, com 266 espécies; Visnadi, 2015b) superam bastante os resultados obtidos para os três parques urbanos estudados (Tabelas 1 e 2).

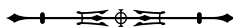


Tabela 2. Briófitas ocorrentes nos parques estudados na cidade de São Paulo, Brasil. Legendas: AA = área antrópica, FOD = floresta ombrófila densa; AL = alvenaria, CO = concreto, COR = corticícola, EPX = epíxila, MT = madeira tratada, SAX = saxícola, TER = terrícola, TI = tijolo, VA = caco de vaso de argila; forma de vida - D = dendroide, F = flabelado, P = pendente, TF = tufo, TL = talosa, TP = tapete, TR = trama. (Continua)

Table 2. Bryophytes occurring in the studied parks, in the São Paulo city, Brazil. Legends: AA = anthropic area, FOD = dense ombrophilous forest; AL = brickwork, CO = concrete, COR = corticolous, EPX = epixylics, MT = treated wood, SAX = saxicolous, TER = terrestrial, TI = brick, VA = clay vase shard; life form - D = dendroid, F = flabellate, P = pendant, TF = tuft, TL = thallose, TP = mat, TR = weft. (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
BRYOPHYTA								
Bartramiaceae								
<i>Philonotis uncinata</i> (Schwägr.) Brid.		CO					TF	S.R. Visnadi 7771
Brachytheciaceae								
<i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) A. Jaeger	CO, COR	CO, COR	SAX	CO, COR	COR		TR	S.R. Visnadi 8077
<i>Rhynchostegium conchophyllum</i> (Taylor) A. Jaeger	CO, COR, EPX, MT, TER, VA	CO, COR, EPX, MT, TER	CO, COR, EPX, MT, SAX, TER	CO, COR, EPX, MT, TER	CO, COR, EPX, TER	EPX	TP	S.R. Visnadi 8175
<i>Rhynchostegium serrulatum</i> (Hedw.) A. Jaeger	COR				COR		TP	S.R. Visnadi 8333
<i>Zelometeorium patulum</i> (Hedw.) Manuel	COR		SAX	COR			P	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7810
Bryaceae								
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.		AL, CO		CO			TF	S.R. Visnadi 7787
<i>Bryum coronatum</i> Schwägr.	CO	AL, CO, COR, EPX, TER		CO			TF	S.R. Visnadi 7881 p.p.
<i>Bryum densifolium</i> Brid.				TER			TF	S.R. Visnadi 8002
<i>Bryum limbatum</i> Müll. Hal.		CO		CO, TER			TF	S.R. Visnadi 7699
Calymperaceae								
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i> Mont.			COR		COR		TF	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8365
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Brid.) Besch.		COR					TF	S.R. Visnadi 7894 p.p.
<i>Syrrhopodon prolifer</i> var. <i>cincinnatus</i> (Hampe) W.D. Reese			COR				TF	S.R. Visnadi 8300 p.p.
<i>Syrrhopodon prolifer</i> var. <i>scaber</i> (Mitt.) W.D. Reese			COR				TF	S.R. Visnadi 8172
Entodontaceae								
<i>Erythrodontium longisetum</i> (Hook.) Paris		COR					TP	S.R. Visnadi 7895 p.p.

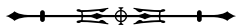


Tabela 2 | Table 2.

(Continua) | (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
Erpodiaceae								
<i>Erpodium glaziovii</i> Hampe		COR	EPX	COR		COR	TP	S.R. Visnadi 7889
Fabroniaceae								
<i>Dimerodontium mendozense</i> Mitt.	CO	COR, EPX		CO	EPX		TP	S.R. Visnadi 8150
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.		COR, EPX		CO, COR, EPX, SAX		COR	TP	S.R. Visnadi 7886
Fissidentaceae								
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.		TER					F	S.R. Visnadi 7883
<i>Fissidens palmatus</i> Hedw.				TER			F, TF	S.R. Visnadi 8082
<i>Fissidens pellucidus</i> Hornsch. var. <i>pellucidus</i>	TER						F	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7816
<i>Fissidens pseudoplurisetus</i> Bordin, Pursell & O. Yano	EPX						F	S.R. Visnadi 7872
<i>Fissidens scariosus</i> Mitt.	TER		TER				F	S.R. Visnadi 8160
<i>Fissidens spurio-limbatus</i> Broth.	MT						F	S.R. Visnadi 7852
<i>Fissidens submarginatus</i> Bruch	TER						F	S.R. Visnadi 7908 p.p.
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	TER	CO, TER		CO, MT, TER			F, TF	S.R. Visnadi 7728
Hypnaceae								
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck		COR		CO, MT			TP	S.R. Visnadi 7983
<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schwägr.) Broth.			CO, COR, EPX, SAX, TER	EPX, MT, TER	CO, EPX, TER		TP	S.R. Visnadi 8222
Hypopterygiaceae								
<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Brid. ex Müll. Hal.			COR		COR		D	S.R. Visnadi 8233
Leskeaceae								
<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.	TER	CO, COR, TER			EPX		TP	S.R. Visnadi 7702
Leucobryaceae								
<i>Campylopus cryptopodioides</i> Broth.	EPX		COR	COR, EPX	EPX		TF	S.R. Visnadi 8318



Tabela 2 | Table 2.

(Continua) | (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
<i>Campylopus savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.			COR, EPX		EPX		TF	S.R. Visnadi 8264
<i>Ochrobryum gardneri</i> (Müll. Hal.) Mitt.			COR				TF	S.R. Visnadi 8301
Neckeraceae								
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	COR		COR				F	S.R. Visnadi 8171 p.p.
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	COR						F	S.R. Visnadi 7932 p.p.
<i>Orthostichella pachygastrella</i> (Müll. Hal. ex Ångstr.) B.H. Allen & Magill	COR						P	S.R. Visnadi 7931
<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.					COR		D	S.R. Visnadi 8556
Octoblepharaceae								
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	MT		COR, EPX	COR, EPX, MT	COR, EPX	COR, EPX	TF	S.R. Visnadi 8200
Orthotrichaceae								
<i>Schlotheimia jamesonii</i> (Arn.) Brid.						COR	TF	S.R. Visnadi 8465
<i>Schlotheimia torquata</i> (Sw. ex Hedw.) Brid.		COR					TF	S.R. Visnadi 7956
Pilotrichaceae								
<i>Callicostella apophysata</i> (Hampe) A. Jaeger	EPX						TP	S.R. Visnadi 7826
<i>Callicostella merkelii</i> (Hornsch.) A. Jaeger					COR, EPX, TER		TP	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8337
<i>Cyclodictyon varians</i> (Sull.) Kuntze	EPX						TP	S.R. Visnadi 7825
<i>Lepidopilum caudicaule</i> Müll. Hal.	COR						TP	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7823
<i>Thamniopsis incurva</i> (Hornsch.) W.R. Buck			SAX, TER				TP	S.R. Visnadi 8208
<i>Thamniopsis langsdorffii</i> (Hook.) W.R. Buck	COR, EPX, SAX, TER		COR, EPX, SAX, TER	TER	COR, EPX, TER		TP	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8369
<i>Thamniopsis undata</i> (Hedw.) W.R. Buck			EPX				TP	S.R. Visnadi 8162
Pottiaceae								
<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng.				CO			TF	S.R. Visnadi 8151



Tabela 2 | Table 2.

(Continua) | (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
<i>Chenia leptophylla</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander	COR, COR	CO, COR, MT, TER		CO, TER			TF	S.R. Visnadi 7794
<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger	CO	CO		CO, SAX		CO, TI	TF	S.R. Visnadi 8154
<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.		CO	CO, SAX	CO		COR	TF	S.R. Visnadi 8466
Pylaisiadelphaceae								
<i>Isopterygium byssobolax</i> (Müll. Hal.) Paris	COR, EPX, MT	EPX	COR, EPX	COR, EPX, MT	COR, EPX	COR, EPX	TP	S.R. Visnadi 8040
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	COR, EPX, MT	EPX	COR, EPX, TER	EPX, MT	EPX		TP	S.R. Visnadi 8426
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	COR, EPX, MT		COR, EPX	COR, EPX, MT	COR, EPX		TP	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8340
<i>Wijkia flagellifera</i> (Broth.) H.A. Crum	COR, EPX, SAX	EPX	COR		COR, EPX		TP	S. R. Visnadi 7934
Racopilaceae								
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	COR	TER	CO	CO	CO, TER		TP	S.R. Visnadi 7935
Rhizogoniaceae								
<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	COR, EPX		COR				TF	S.R. Visnadi 8272
Sematophyllaceae								
<i>Aptychopsis estrellae</i> (Horns.) Ångström			EPX				TP	S.R. Visnadi 8164
<i>Brittonodoxa subpinnata</i> (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S. Câmara & Carv.-Silva	COR, EPX, MT	CO, COR, EPX, MT, TER	COR, EPX	CO, COR, EPX, MT	COR, EPX	COR, EPX	TP	S.R. Visnadi 8011
<i>Donnellia commutata</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck		COR		COR			TP	S.R. Visnadi 8005
<i>Pterogoniopsis paulista</i> (W.R. Buck & Vital) Carv.-Silva, P.E.A.S. Câmara & W.R. Buck	COR				EPX		TP	S.R. Visnadi 8381
<i>Vitalia cuspidifera</i> (Mitt.) P.E.A.S. Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck.			CO, COR, TER	TER	COR, EPX, TER		TP	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8350
<i>Vitalia galipensis</i> (Müll. Hal.) P.E.A.S. Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck.	COR, MT, TER	COR, EPX, MT, TER	COR	COR, EPX, MT	COR, EPX	COR, EPX	TP	S.R. Visnadi 8118
Stereophyllaceae								
<i>Entodontopsis nitens</i> (Mitt.) W.R. Buck & Ireland				SAX			TP	S.R. Visnadi 8080 p.p.



Tabela 2 | Table 2.

(Continua) | (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
MARCHANTIOPHYTA								
Aneuraceae								
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.			COR				TL	S.R. Visnadi 8227
<i>Riccardia chamedryfolia</i> (With.) Grolle	TER		TER		TER		TL	S.R. Visnadi 8324
Calypogeiaceae								
<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.	TER						TP	S.R. Visnadi 7907
<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont.					TER		TP	S.R. Visnadi 8538
Chonecoleaceae								
<i>Chonecolea doellingeri</i> (Nees) Grolle		COR		COR			TP	S.R. Visnadi 7762
Frullaniaceae								
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	COR						TP	S.R. Visnadi 7925
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	COR	COR, TER		CO, COR, EPX		COR	TP	S.R. Visnadi 8088
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.		COR					TP	S.R. Visnadi 7717
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce		COR, EPX		CO			TP	S.R. Visnadi 7902
Lejeuneaceae								
<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt	COR, EPX	COR, EPX, TER		CO			TP	S.R. Visnadi 8096
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (C.F.W. Meissn. ex Spreng.) A. Evans	COR						TP	S.R. Visnadi 7921 p.p.
<i>Brachiolejeunea phyllorhiza</i> (Nees) Kruijt & Gradst.		COR				COR	TP	S.R. Visnadi 7900
<i>Cheilojeunea filiformis</i> (Sw.) W. Ye, R.L. Zhu & Gradst.				COR			TP	S.R. Visnadi 8142
<i>Cheilojeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) Malombe	EPX	COR		COR			TP	S.R. Visnadi 8141
<i>Cololejeunea paucifolia</i> (Spruce) Bernecker & Pócs	COR						TP	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7811 p.p.
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	EPX						TP	S.R. Visnadi 7861 p.p.



Tabela 2 | Table 2.

(Continua) | (Continue)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	COR						TP	S.R. Visnadi 7867
<i>Lejeunea flaccida</i> Lindenb. & Gottsche			COR	COR	COR		TP	S.R. Visnadi 8232
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	COR, MT	COR	COR, EPX, SAX	COR, EPX	COR, EPX	COR, EPX	TP	S.R. Visnadi 8435
<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche	CO, COR, EPX	CO, COR, EPX	COR, EPX	CO, COR, EPX, MT	CO, COR, EPX, TER	CO, COR, EPX, TER	TP	S.R. Visnadi 8090
<i>Lejeunea grossitexta</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	COR		COR				TP	S.R. Visnadi 7747 p.p.
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	COR	COR	COR				TP	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7818
<i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.	COR	COR		COR		CO, EPX, TI	TP	S.R. Visnadi 7766
<i>Lejeunea trinitensis</i> Lindenb.				COR			TP	S.R. Visnadi 8143
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Steph.		COR					TP	S.R. Visnadi 7711
<i>Microlejeunea globosa</i> (Spruce) Steph.	COR	COR	COR	COR			TP	S.R. Visnadi 7941
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.		COR			COR		TP	S.R. Visnadi & G. J. Mercês 8360
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	COR						TP	S.R. Visnadi 7760
Lepidoziaceae								
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin) M.A. Howe	TER		EPX, TER		TER		TP	S.R. Visnadi 8402
Lophocoleaceae								
<i>Cryptolophocolea martiana</i> (Nees) L. Söderstr., Crand.-Stotl. & Stotler	COR, EPX, TER		COR, EPX, MT, TER	EPX	EPX, TER		TP	S.R. Visnadi 8304
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		EPX			EPX		TP	S.R. Visnadi 8384



Tabela 2 | Table 2.

(Conclusão) | (Conclusion)

Espécies	Parque Santo Dias		Parque Burle Marx		Parque Alfredo Volpi		Forma de vida	Voucher
	FOD	AA	FOD	AA	FOD	AA		
Metzgeriaceae								
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	COR		COR	COR	COR	EPX	TL	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7813
<i>Metzgeria hegewaldii</i> Kuwah.	COR	COR	COR	COR	COR	COR	TL	S.R. Visnadi 8285
Pallaviciniaceae								
<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.			TER		TER		TL	S.R. Visnadi 8206
<i>Symphyogyna podophylla</i> (Thunb.) Mont. & Nees					TER		TL	S.R. Visnadi 8315 p.p.
Plagiochilaceae								
<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont.	COR	COR	COR	COR	COR		F	S.R. Visnadi 7960
<i>Plagiochila crispabilis</i> Lindenb.			COR				F	S.R. Visnadi 8280
<i>Plagiochila patula</i> (Sw.) Nees & Mont. ex Lindenb.	COR		COR	COR	COR		F	S.R. Visnadi & F.C. Trindade 7819
<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Lindenb.			COR				F	S.R. Visnadi 8281
Radulaceae								
<i>Radula recubans</i> Taylor	COR						TP	S.R. Visnadi 7944
<i>Radula tectiloba</i> Steph.				COR			TP	S.R. Visnadi 8140
Total de espécies	57	43	45	48	38	17		
Percentagem de amostras	18%	14%	20%	21%	22%	5%		

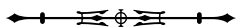
RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A brioflora foi registrada pela primeira vez para os parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi (103 espécies e três variedades, em 63 gêneros e 33 famílias; Tabela 2). Recentemente, as briófitas foram consideradas um dos indicadores da flora na cidade de São Paulo, pois são o segundo grupo taxonômico de plantas que melhor representa a biodiversidade paulistana (São Paulo, 2020).

Os musgos (62 espécies e três variedades, em 40 gêneros e 22 famílias; 64% das amostras) superam as hepáticas (41 espécies, em 23 gêneros e 11 famílias; 36%

das amostras) nas áreas de estudo. Musgos predominam em muitas partes do planeta (Tan & Pócs, 2000), especificamente, na cidade de Enna, na Itália (Giudice et al., 1997), bem como em parques urbanos extensos; a população que procura as áreas verdes como locais favoráveis para viver comumente interfere no ambiente, promovendo maior disponibilidade de diferentes *habitats* e maior riqueza para alguns grupos de espécies (Adler & Tanner, 2015). Musgos igualmente caracterizam a brioflora das áreas verdes urbanas, sob domínio do bioma Mata Atlântica, nos estados da Bahia (Bastos & Yano, 1993), de Minas Gerais (Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015), do Rio de Janeiro (Molinari & D. Costa, 2001), do Paraná (Borella et al., 2019) e do Rio Grande do Sul



(Bordin & Yano, 2009), no estado paulista (Mello et al., 2001) e, particularmente, na RMSP (Mello et al., 2011; Prudêncio et al., 2015; Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022), além daquelas outras áreas verdes urbanas, da região Sudeste, sob domínio dos biomas Mata Atlântica e Cerrado (Visnadi & Monteiro, 1990; Peñaloza-Bojacá et al., 2017).

A brioflora poderia ter um número maior de espécies (Figura 2, Tabela 2), mas a curva de acumulação não se estabiliza para florestas tropicais, devido à alta riqueza em espécies (Schilling & Batista, 2008), nem para áreas urbanas, devido, nesse caso, aos seus vários *habitats* fragmentados, que são diversificados e contrastantes, dificultando o deslocamento das espécies (Adler & Tanner, 2015). Confirmando essas informações, a riqueza da brioflora já foi relacionada aos diferentes *habitats* das cidades (Grdović & Stevanović, 2006; Fudali, 2019). Curvas de acumulação também não se estabilizaram para outras áreas verdes urbanas paulistanas, onde a brioflora é ainda mais pobre em espécies (bosque heterogêneo), em comparação com a floresta ombrófila densa (Visnadi, 2018, 2019, 2022).

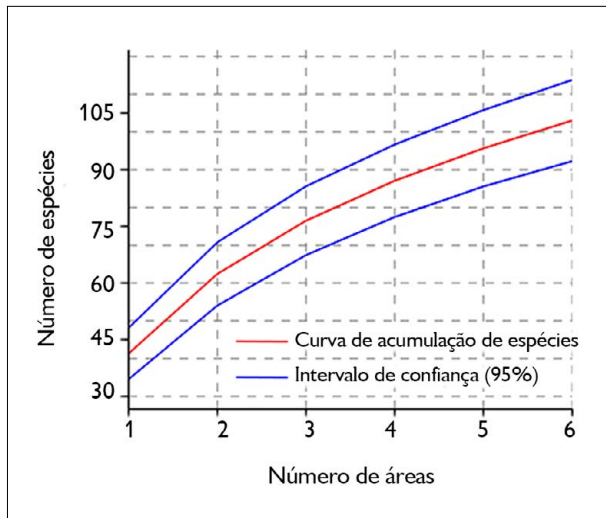


Figura 2. Curva de acumulação de espécies para as briófitas encontradas nas áreas estudadas dos parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi.

Figure 2. Species accumulation curve for the bryophytes found in the studied areas of the Santo Dias, Burle Marx and Alfredo Volpi parks.

As seis áreas dos três parques possuem valores próximos e mais altos de número de espécies e de porcentagem de amostras, exceto a área antrópica do Parque Alfredo Volpi, com os menores valores (Tabela 2). Além disso, na análise de rarefação, apenas para esta última área, a curva tende a se estabilizar (Figura 3). O estacionamento, que representa quase toda a extensão da área antrópica estudada no Parque Alfredo Volpi, possui árvores esparsas e trânsito constante de veículos. A situação é diferente no Parque Santo Dias, onde o estacionamento é restrito aos seus funcionários; no Parque Burle Marx, o seu amplo estacionamento para todos está, no entanto, distante das outras áreas antrópicas estudadas. Parques urbanos paulistanos, com áreas antrópicas possuindo vegetação arbustivo-arbórea esparsa (Parque Independência), ou trânsito mais intenso de veículos (Parque Ibirapuera), também dispõem de brioflora empobrecida (Visnadi, 2019, 2022). Além disso, mais de 7 milhões de automóveis circulam em São Paulo, condição essa insustentável para qualquer cidade (Artaxo, 2019). Embora o aumento de dióxido de carbono

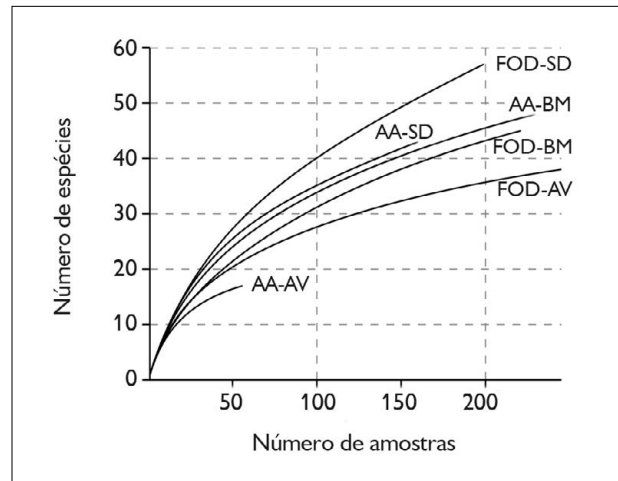


Figura 3. Riqueza de espécies de briófitas (rarefação individual) para as áreas estudadas. Legendas: AA = área antrópica; FOD = floresta ombrófila densa; SD = Santo Dias; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi.

Figure 3. Bryophyte species richness (individual rarefaction) for the studied areas. Legends: AA = anthropic area; FOD = dense ombrophilous forest; SD = Santo Dias; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi.

atmosférico sirva de nutriente para o crescimento vegetal urbano, poucos organismos toleram ambientes com incessantes perturbações, e as espécies mais sensíveis podem desaparecer, mesmo estando em parques, devido à poluição (Guaratini, 2010; Adler & Tanner, 2015), que é, por exemplo, um dos principais fatores responsáveis pelo empobrecimento das briófitas em ambientes urbanos (Giudice et al., 1997). Essas plantas, indicadoras das condições ambientais (Glime, 2007), sofrem com a fumaça tóxica dos veículos, que foram limitados, por essa razão, no estacionamento dos jardins de musgos, em Quioto, no Japão (Schenk, 1997).

OCORRÊNCIA NAS ÁREAS DE ESTUDO

Números quase similares de briófitas foram totalizados para a floresta ombrófila densa (80 espécies) e para as áreas antrópicas (62 espécies) dos três parques (Tabela 2), como para as áreas florestais (161 espécies) e antrópicas (153 espécies) do PEFI, onde as primeiras ao redor das segundas áreas minimizam as consequências do desmatamento na brioflora (Visnadi, 2015b).

PARQUE SANTO DIAS

Santo Dias é o parque com a maior riqueza em espécies e em espécies restritas, as quais representam quase 1/3 da sua brioflora (Tabela 2, Figura 4). O parque possui importante remanescente da mata original para a conservação da biodiversidade (Garcia & Pirani, 2001; Branco, 2011), sendo que alta diversidade em espécies de briófitas ocorre nas florestas naturais urbanas (Fudali, 1996). Aliás, as briófitas crescem de forma exuberante nas florestas úmidas, que são o principal *habitat* delas na região tropical; existe uma relação direta entre a diversidade de espécies de briófitas e a heterogeneidade estrutural de fragmentos de floresta (Gradstein et al., 2001; Glime, 2017a). No Brasil, a brioflora mais rica ocorre na Mata Atlântica, especificamente na floresta ombrófila densa (D. Costa & Peralta, 2015).

Além disso, o parque apresenta ambientes antrópicos diferentes, nos quais as briófitas foram encontradas, como

áreas para atividade física, academia da terceira idade, quadras para práticas esportivas, viveiro de mudas e de plantas medicinais (Marchesi, 2014), duas portarias em locais distintos e o Centro de Convivência e Cooperativa (CECCO). Áreas urbanas com diversidade de *habitats* possuem biota mais rica (Adler & Tanner, 2015) e maior riqueza em espécies de briófitas (Visnadi, 2018).

Por outro lado, Santo Dias é o menor parque (Tabela 1), e rica biota é geralmente relacionada a ambientes urbanos maiores (Adler & Tanner, 2015), assim como rica brioflora a grandes fragmentos de vegetação (Alvarenga & Pôrto, 2007; Alvarenga et al., 2010). Todavia, na capital paulista, alguns parques menores também possuem brioflora mais rica, em comparação a outros parques maiores, cuja brioflora é mais empobrecida (Visnadi, 2018, 2022).

Além disso, o parque se localiza em Capão Redondo, distrito que possui índice de cobertura vegetal (ICV) baixo (Tabela 1) e menos de um hectare de vegetação nativa conectada (São Paulo, 2020), sendo, portanto, prioritárias para a região a implantação de mais parques e a arborização urbana (Sepe & Gomes, 2008; Buckeridge, 2015). Ampliar a oferta das áreas verdes públicas e promover a sua conexão, através de caminhos verdes, são ações que incorporam as diretrizes da política de desenvolvimento urbano para o município de São Paulo (Lei nº 16.050 de 31 de julho de 2014), lembrando que maior riqueza em espécies de briófitas ocorre em parques cujo entorno urbano é mais densamente arborizado (Visnadi, 2018, 2022).

Além do mais, o parque está ao lado de estação de metrô e de indústria. Capão Redondo é um distrito predominantemente residencial do tipo horizontal, mais voltado à moradia da população de baixa renda, sendo um dos mais populosos da cidade (268.729 habitantes); possui comércio e serviços, mas concentra grande número de favelas, apresentando alta precariedade urbana (Prefeitura do Município de São Paulo, s.d.b, 2022; Sepe & Gomes, 2008; Branco, 2011; Lei nº 16.402 de 22 de março de 2016; São Paulo, 2016). Embora a biota seja menos rica nos locais mais densamente construídos, maior riqueza, no

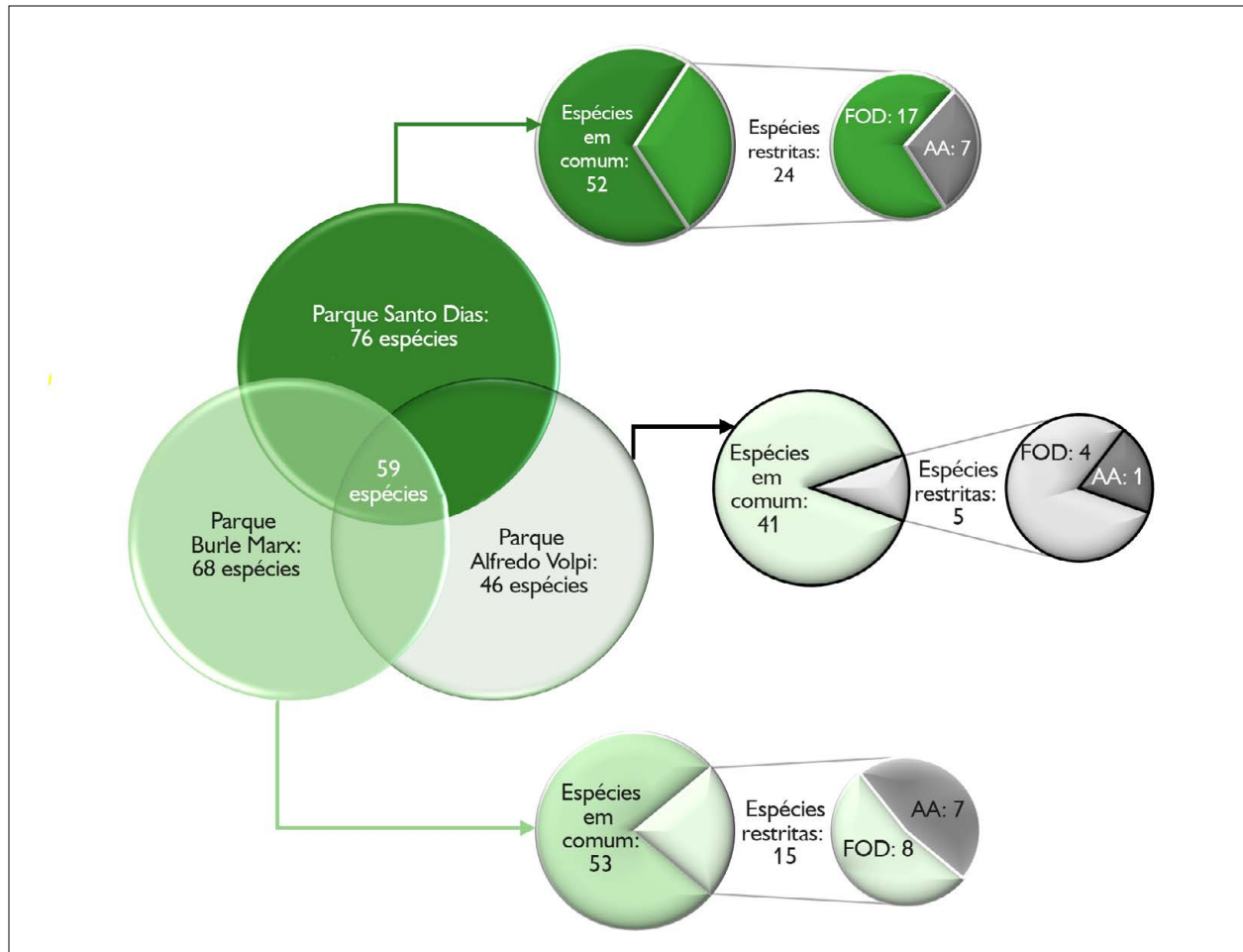


Figura 4. Total de espécies para os parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi, número de espécies em comum e número de espécies restritas por tipo de área nesses três parques da cidade de São Paulo. Legendas: AA = área antrópica; FOD = floresta ombrófila densa.

Figure 4. Total of species for the Santo Dias, Burle Marx and Alfredo Volpi parks, number of species in common and number of restricted species by type of area in these three parks of the São Paulo city. Legends: AA = anthropic area; FOD = dense ombrophilous forest.

entanto, já foi constatada em locais densamente povoados, devido às preferências da população pelas áreas naturais, ou da biota pelas áreas povoadas, ou ainda da população e da biota por áreas similares, adequadas à sobrevivência delas (Adler & Tanner, 2015).

O Parque Santo Dias se localiza também na periferia da capital paulista (Figura 1), e o número de briófitas epífitas aumenta do centro em direção à periferia da cidade (Glime, 2017a). Todavia, o parque está sob forte ilha de calor urbana (Barros & Lombardo, 2016), sendo

que maior riqueza da brioflora ocorre em parques cujo entorno urbano possui temperaturas mais amenas (Visnadi, 2018, 2022). São Paulo possui periferias geralmente mais frias do que o seu centro urbano, mas áreas com pouco verde e densamente ocupadas apresentam temperaturas mais altas (Nobre et al., 2011); áreas com moradores de baixa renda também tendem a ser mais quentes, devido à redução da cobertura vegetal (Adler & Tanner, 2015). Maior suscetibilidade a mudanças climáticas já foi relacionada às espécies isoladas em remanescentes

florestais (Tabarelli et al., 2012), incluindo as briófitas em florestas tropicais (M. Silva et al., 2014). Um dos graves problemas na cidade de São Paulo é a ocupação das áreas de preservação permanente; entre as áreas da cidade, que são mais urbanizadas e aquelas mais arborizadas, a temperatura pode variar em até 9 °C; assim sendo, reduzir as ilhas de calor, por meio de plantios, também integra o plano municipal pela biodiversidade, além da política de desenvolvimento urbano para a capital paulista (Branco, 2011; Lei nº 16.050 de 31 de julho de 2014).

Por outro lado, o isolamento do Parque Santo Dias tem pouco tempo, pois a urbanização de parte do seu entorno é relativamente recente (Takiya, 2002; Tabela 1). A mata foi conservada entre 1915 e 1983, mas parte da área do parque foi desmatada em 1987 para a construção de conjuntos habitacionais, ocasionando a poluição do solo e o aparecimento de voçoroca (Garcia & Pirani, 2001). A brioflora, no entanto, é rica em fragmentos de vegetação, que estão menos isolados (Alvarenga & Pôrto, 2007); além disso, as briófitas desempenham papel importante no controle e na prevenção da erosão do solo, por exemplo (Glime, 2007).

PARQUE ALFREDO VOLPI

Alfredo Volpi é o parque mais pobre em espécies e em espécies restritas, as quais representam apenas cerca de 1/10 da sua brioflora, além de possuir a menor percentagem de amostras (Tabela 2, Figura 4).

Os parques Alfredo Volpi e Santo Dias dispõem de quantidades parecidas de material estudado (259 e 267 exsicatas, respectivamente). Ambos os parques abrigam importantes remanescentes da mata original, mas é no Parque Santo Dias que ela se encontra em melhor estado de preservação (Takiya, 2002; Branco, 2011). A vegetação, contudo, já foi considerada em avançado estado de recuperação no Parque Alfredo Volpi (Burger, 2007), sendo ainda enquadrada entre os fragmentos mais significativos da Mata Atlântica da zona oeste da cidade de São Paulo (Malagoli et al., 2008a).

O Parque Alfredo Volpi dispõe de poucos ambientes antrópicos, onde as briófitas foram registradas (estacionamento com algumas edificações associadas). O plantio de vegetação nativa em parques, no entanto, diversifica o ambiente (Campbell et al., 2012), sendo a brioflora mais rica em parques com diferentes tipos de ambientes (Visnadi, 2018). O aumento do florestamento e do reflorestamento também contribui para os ecossistemas se adaptarem às mudanças climáticas, reduzindo as suas vulnerabilidades (Oliveira & Alves, 2014; Martins et al., 2017).

Alfredo Volpi é o parque com mais tempo de isolamento, pois a expansão da área urbanizada do seu entorno é a mais antiga (Tabela 1), e biodiversidade menor ocorre frequentemente em fragmentos florestais que ficaram mais tempo isolados pelo entorno urbano, aumentando a extinção e reduzindo a colonização (R. Costa, 2007; Adler & Tanner, 2015). Todavia, em 2019, foram plantadas 32.292 mudas arbóreas de espécies nativas na cidade de São Paulo. Aumentar as áreas verdes, incorporando-as ao espaço urbano, é benéfico para a gestão urbana, pois o aumento de 10% na cobertura vegetal, como regra geral, reduz a temperatura em cerca de três graus (Macedo, 2019; São Paulo, 2020). Portanto, manter ou recuperar a vegetação nativa é também uma das estratégias para mitigação do aquecimento nas cidades (Grupo de Trabalho Intersecretarial, 2019).

O Parque Alfredo Volpi é o maior e mais antigo (Tabela 1) e, portanto, deveria apresentar biota mais rica, inclusive de briófitas (Alvarenga & Pôrto, 2007; Alvarenga et al., 2010; Adler & Tanner, 2015). Além disso, embora o parque avizinha vias destinadas à maior fluidez do tráfego, ele está situado no Morumbi, distrito exclusivamente residencial do tipo horizontal, de médio e alto padrão, onde as condições socioeconômicas são menos heterogêneas; Morumbi possui a mais baixa densidade demográfica (46.957 habitantes) e a menor precariedade urbana em comparação aos distritos onde se localizam os outros dois parques, sendo ainda menor a proporção da população que mora em favelas, entre

elas, o Real Parque (Prefeitura do Município de São Paulo, s.d.b, 2022; Sepe & Gomes, 2008; Lei nº 16.402 de 22 de março de 2016; São Paulo, 2016).

Além do mais, o Parque Alfredo Volpi é uma área verde importante para o distrito Morumbi, onde o ICV é alto (Tabela 1), havendo registro de temperaturas mais amenas nessas áreas privilegiadas pelo verde (Takiya, 2002; Nobre et al., 2011; Grupo de Trabalho Intersecretarial, 2019). Todavia, em Morumbi, a cobertura vegetal pouco representa a mata nativa (Sepe & Gomes, 2008), e maior riqueza em espécies vegetais ocorre em bairros, inclusive mais novos, que implantaram vegetação nativa (Adler & Tanner, 2015). A perda da biodiversidade é um dos graves problemas da degradação ambiental na capital paulista (Branco, 2011). A expansão urbana e a fragmentação da vegetação estão alterando rapidamente os *hotspots* (*habitats* importantes para a conservação da biodiversidade mundial), como a Mata Atlântica, por exemplo (Campbell et al., 2012). Para a brioflora, a perda de *habitats* naturais é um dos principais fatores responsáveis pelo seu empobrecimento nos ambientes urbanos (Giudice et al., 1997) e nas florestas tropicais úmidas (Glime, 2017a). A conservação de paisagens fragmentadas requer proteção, maior disponibilidade e melhor qualidade de *habitats*, além do gerenciamento dos processos de perturbação (Bennett & Saunders, 2011).

Ecossistemas com baixa biodiversidade, no entanto, também podem proporcionar bens e serviços valiosos à população (Campbell et al., 2012). O Parque Alfredo Volpi, por exemplo, foi incluído na proposta de amplo corredor verde, permeando trecho da várzea do rio Pinheiros, que ligaria parques e instituições públicas de alguns distritos, com a finalidade de se melhorar a qualidade ambiental da cidade de São Paulo (Franco, 2010; R. Santos et al., 2017; Perim, 2019) e, ainda, em outra proposta de conexão verde, porém menor, que ligaria apenas esse parque a uma área quase vizinha, o Parque do Povo Mário Pimenta Camargo, visando ao aspecto social, mas, sobretudo, a conservação da floresta do próprio Parque Alfredo Volpi

(Suassuna & Franco, 2019). Ampliar a área de cobertura vegetal, interligando parques, por exemplo, a fim de que fossem formados corredores verdes para a manutenção da biodiversidade, também integra o “Plano municipal de estratégias e ações locais pela biodiversidade de São Paulo” (citado em Branco, 2011).

Atualmente, o Parque Alfredo Volpi se situa em região da cidade de São Paulo com menos de um hectare de vegetação nativa interligada, e sabe-se que maior biodiversidade em uma cidade se relaciona à maior proporção das suas áreas naturais (São Paulo, 2020). Manutenção da biodiversidade em florestas secundárias depende dos fragmentos de vegetação, mas também da paisagem onde eles estão inseridos; nesse caso, fragmentos florestais devem permanecer conectados para fornecer *habitats* para as espécies adaptadas às perturbações, bem como para aquelas dependentes da floresta (Tabarelli et al., 2012). A conectividade ambiental é, inclusive, uma prioridade para a região metropolitana de Campinas, no estado de São Paulo, e esse desafio inclui desde o levantamento e a recuperação de fragmentos de vegetação até a criação de corredores ecológicos e de parques lineares e a arborização urbana (Travassos & Picarelli, 2019).

PARQUE BURLE MARX

O Parque Burle Marx possui tamanho intermediário (Tabela 1) e, para ele, foram também registrados números intermediários de riqueza de espécies e de espécies restritas, as quais representam cerca de 1/5 da sua brioflora (Tabela 2, Figura 4).

Burle Marx foi o parque menos isolado, pois a expansão da área urbanizada de parte de seu entorno é a mais recente, além de Vila Andrade, distrito onde ele se localiza, possuir ICV alto e temperaturas mais amenas, sendo esses aspectos relacionados à maior riqueza da brioflora (Tabela 1; Takiya, 2002; Alvarenga & Pôrto, 2007; Nobre et al., 2011; Adler & Tanner, 2015; Visnadi, 2018, 2022; Grupo de Trabalho Intersecretarial, 2019).

Por outro lado, embora o Parque Burle Marx represente uma área verde importante para Vila Andrade, a cobertura vegetal desse distrito é, no entanto, pobremente representada pela mata nativa, aspecto esse relacionado à menor riqueza em espécies vegetais (Sepe & Gomes, 2008; Adler & Tanner, 2015). O parque estudado é um remanescente da Chácara Tangará (Marchesi, 2014), propriedade com vegetação arbustiva-arbórea sem ocupação, que significava as melhores condições ambientais para seu entorno até 1980; o projeto urbanístico do bairro, no entanto, trouxe o adensamento populacional, a abertura de vias com maior circulação de veículos, o aumento de ruídos e da poluição do ar e, com o parcelamento dessa chácara, perdeu-se um pequeno, porém significativo, testemunho da Mata Atlântica na metrópole paulistana (Barroso, 2007). Atualmente, o parque se situa em região com menos de um hectare de vegetação nativa conectada (São Paulo, 2020) e a riqueza de briófitas epífitas também diminui em florestas tropicais úmidas, devido ao desmatamento (Glime, 2017a).

O Parque Burle Marx é o menos antigo, e essa particularidade também se relaciona à menor riqueza em espécies (Tabela 1; Adler & Tanner, 2015), além do fato de ele estar em área predominantemente residencial (Vila Andrade), que possui número intermediário de habitantes (127.015) e alta precariedade urbana; as heterogeneidades socioeconômicas são evidenciadas pela habitação do tipo vertical, de médio e alto padrão, convivendo com a segunda maior favela (Paraisópolis) da cidade de São Paulo (Prefeitura do Município de São Paulo, s.d.b, 2022; Sepe & Gomes, 2008; Barros & Lombardo, 2016; Lei nº 16.402 de 22 de março de 2016; São Paulo, 2016). O parque também avizinha a Marginal Pinheiros, uma via de tráfego intenso de veículos. Segundo Giudice et al. (1997), a poluição contribui para a menor riqueza da brioflora urbana.

Burle Marx, contudo, é o parque que totaliza mais material estudado (341 exsicatas e 41% do total de amostras) e isso se deve ao fato de ele possuir rica brioflora nas áreas antrópicas (Tabela 2), pois as briófitas

foram encontradas no amplo estacionamento, na Estação Compostagem, no Gramado Central, no Jardim Burle Marx e no Bosque das Jabuticabeiras, nas imediações da horta comunitária, do viveiro e do espaço para alimentação e ao longo de caminhos de concreto, que também são locais arborizados. Riqueza em espécies é frequentemente associada à heterogeneidade da paisagem (Bennett & Saunders, 2011). Especificamente para as briófitas urbanas, riqueza e distribuição já foram relacionadas às atividades antrópicas (Giudice et al., 1997), à heterogeneidade de *habitats* em parques (Visnadi, 2018) e em cidade (Grdović & Stevanović, 2006; Fudali, 2019). Além disso, se a mata é mantida, as áreas verdes antrópicas podem fornecer novos nichos, aumentando a diversidade das briófitas; árvores da floresta remanescente, que permanecem em pastos, são também *habitats* ricos onde as briófitas podem ser conservadas (Visnadi, 2015b; Glime, 2017a).

ESPÉCIES, GÊNEROS E FAMÍLIAS

A brioflora é rara (77 espécies, 74,8%), pois 14 espécies (entre 2,8 e 0,3% das amostras) se restringem a três das seis áreas estudadas; 19 espécies (entre 0,8 e 0,2% das amostras), a duas áreas de parques distintos e 44 espécies (apenas *Callicostella merkelii* com 1,3%, tendo as demais entre 0,4 e 0,1% das amostras), à uma única área (Figura 5, Tabela 2). Brioflora rara também caracteriza praças, em Rio Claro (Visnadi & Monteiro, 1990), e outros parques, em São Paulo (Visnadi, 2019, 2022), no estado de São Paulo, e em Maringá, no estado do Paraná (Borella et al., 2019).

Algumas dessas espécies mais raras ocorrem apenas nas áreas antrópicas dos parques estudados, como *Bryum argenteum* (0,5% das amostras), *Schlotheimia jamesonii* e *Lejeunea trinitensis* (cada uma em 0,1% das amostras) (Figura 5, Tabela 2). A primeira espécie prefere ambientes perturbados, a terceira espécie é tolerante ao estresse (Glime, 2017a), e a segunda espécie já foi indicada como potencial biomonitor da deposição atmosférica de metais,

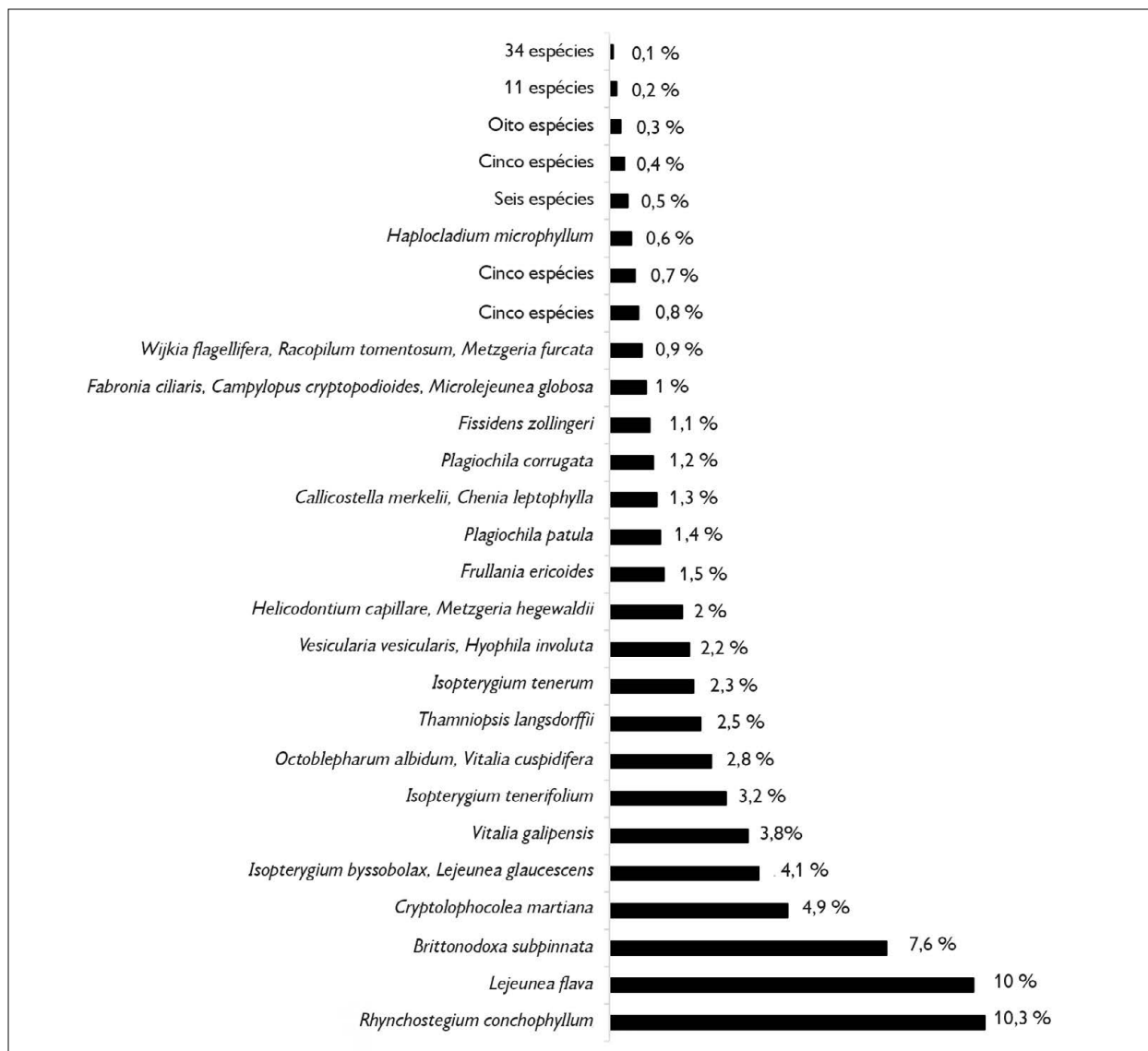


Figura 5. Percentagem de amostras para as espécies de briófitas encontradas nos parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi.

Figure 5. Percentage of samples for the bryophyte species found in the Santo Dias, Burle Marx and Alfredo Volpi parks.

em Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul (Mazzoni et al., 2012).

Syrrophodon gaudichaudii (0,4% das amostras) se restringe à mata (Figura 5, Tabela 2). A espécie ocorre apenas no PEFI e no Parque Eucaliptos, entre os 11 parques urbanos já estudados na cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022), sendo a raridade dessa espécie

associada à limitação de *habitats* devido a perturbações na Mata Atlântica (Farias et al., 2017).

As demais espécies são comuns nos parques (26 espécies, 25,2%), estando sete delas distribuídas pelas seis áreas estudadas e possuindo as maiores percentagens de amostras (*Rhynchostegium conchophyllum*, *Lejeunea flava* e *Brittonodoxa subpinnata*), ou menos material

estudado (*Isopterygium byssobolax*, *Lejeunea glaucescens*, *Vitalia galipensis* e *Metzgeria hegewaldii*); seis espécies (*Isopterygium tenerifolium*, *Octoblepharum albidum*, *Helicodontium capillare*, *Plagiochila corrugata*, *Racopilum tomentosum* e *Metzgeria furcata*) ocorrem em cinco áreas, embora totalizem menos amostras, e 13 espécies (entre 4,9% e 0,7% das amostras) se distribuem por quatro das seis áreas estudadas (Figura 5, Tabela 2). A biodiversidade não precisa ser rara para ser valiosa, sendo importante monitorar a situação das espécies comuns, pois flutuações em suas populações podem indicar problemas ambientais (Campbell et al., 2012).

Entre essas espécies, *Rhynchostegium conchophyllum*, *Lejeunea flava* e *Brittonodoxa subpinnata* são também comuns em outros parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022), sendo a última e *Helicodontium capillare* indicadas como biomonitoras da poluição atmosférica, no Sul do Brasil (Mazzoni et al., 2012); *Hyophila involuta* e *Frullania ericoides* predominam nas áreas antrópicas, sendo raras na mata (Figura 5, Tabela 2), pois, enquanto a última é tolerante à perturbação do ambiente (Carmo et al., 2015), a primeira espécie é conhecida por recolonizar áreas perturbadas (Glime, 2017a). Florestas secundárias em manchas pequenas e isoladas podem representar *habitat* adequado apenas para espécies adaptadas à perturbação (Tabarelli et al., 2012).

Fissidens Hedw. (2,2% das amostras) e *Lejeunea* Lib. (16,4% das amostras) predominam em número de espécies, sendo *F. zollingeri* e *L. flava*, as mais comuns; a primeira foi mais encontrada nas áreas antrópicas e a segunda, geralmente na mata (Tabela 2, Figura 5). *Lejeunea flava* é comum na Mata Atlântica paulista (Visnadi, 2005) e particularmente no PEFI, que possui floresta ombrófila densa; *Fissidens* é rico em espécies nos parques das cidades de São Paulo e de Maringá (Visnadi, 2015b, 2018, 2022; Borella et al., 2019) e em outras áreas urbanas perturbadas, onde *F. zollingeri* é a espécie mais comum, além de indicador da perturbação nesses tipos de ambientes (Glime, 2017a).

Outros gêneros, embora com menos espécies que *Fissidens* Hedw., totalizam mais amostras, como *Isopterygium* Mitt. (9,5%), *Vitalia* P.E.A.S. Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck (6,6%), *Cryptolophocolea* L. Söderstr., Crand.-Stotl., Stotler & Váňa (4,9%), *Thamniopsis* (Mitt.) M. Fleisch. (3%), *Metzgeria* Raddi (2,9%), *Plagiochila* (Dumort.) Dumort. (2,8%) e *Frullania* Raddi (2,5%). Os primeiros gêneros ocorrem em *habitats* úmidos a méxicos das florestas tropicais, mas o último é mais comum nos *habitats* abertos dessas florestas, ou ocorre em florestas mais secas e em vegetação de áreas antrópicas (Gradstein et al., 2001).

Lejeuneaceae predomina em número de gêneros e de espécies e em percentagem de amostras (19,9%) na área estudada (Figura 6, Tabela 2). A família caracteriza a brioflora, em outras áreas verdes urbanas, na RMSF, em São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022) e em Mauá (Mello et al., 2011), no estado paulista (Visnadi & Monteiro, 1990; Mello et al., 2001), além de outros estados do Brasil (Molinari & D. Costa, 2001; Bordin & Yano, 2009; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015; Souza et al., 2016; Borella et al., 2019).

Sematophyllaceae possui o maior número de gêneros entre os musgos (Figura 6, Tabela 2) e totaliza muitas amostras (14,9%), assim como Brachytheciaceae (12,7%) e Pylaisiadelphaceae (10,4%). Essas três famílias são comuns em outros parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2015b, 2018, 2022), mas a primeira, em particular, o é no Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019).

Outras 26 famílias, também distribuídas pelas áreas de estudo, são mais raras, possuindo entre 5,1% e 1,4% das amostras (12 famílias), como Lophocoleaceae (5,1%), Pilotrichaceae (4,6%), Pottiaceae (4,2%), Hypnaceae (3%), Metzgeriaceae (2,9%), Octoblepharaceae e Plagiochilaceae (2,8%, cada uma), Frullaniaceae (2,5%), Fissidentaceae (2,2%), Fabroniaceae (1,8%), Bryaceae (1,6%) e Leucobryaceae (1,4%), e entre 0,9 e 0,2% das amostras (14 famílias), como Racopilaceae e Pallaviciniaceae (0,9%, cada uma), Erpodiaceae (0,8%), Calymperaceae e

Leskeaceae (0,6%, cada uma), Neckeraceae, Aneuraceae e Lepidoziaceae (0,5%, cada uma), Rhizogoniaceae e Radulaceae (0,4%, cada uma), Chonecoleaceae (0,3%), Hypopterygiaceae, Orthotrichaceae e Calypogeiaceae (0,2%, cada uma) (Figura 6, Tabela 2). Todas elas caracterizam a floresta ombrófila densa na cidade de São Paulo, pois também ocorrem no PEFI (Visnadi, 2015b).

Entre essas 26 famílias, Hypopterygiaceae, Neckeraceae e Pallaviciniaceae estão restritas às áreas

de estudo (Tabela 2) e ao PEFI (Visnadi, 2015b), na cidade de São Paulo, pois *Hypopterygium* Brid. (Hypopterygiaceae), Neckeraceae e *Symphogyna* Nees & Mont. (Pallaviciniaceae) são comuns em florestas tropicais úmidas, embora o último gênero também ocorra em *habitats* perturbados (Gradstein et al., 2001). Esses dados evidenciam a importância dos parques estudados para a proteção da brioflora ocorrente nos seus fragmentos de floresta ombrófila densa.

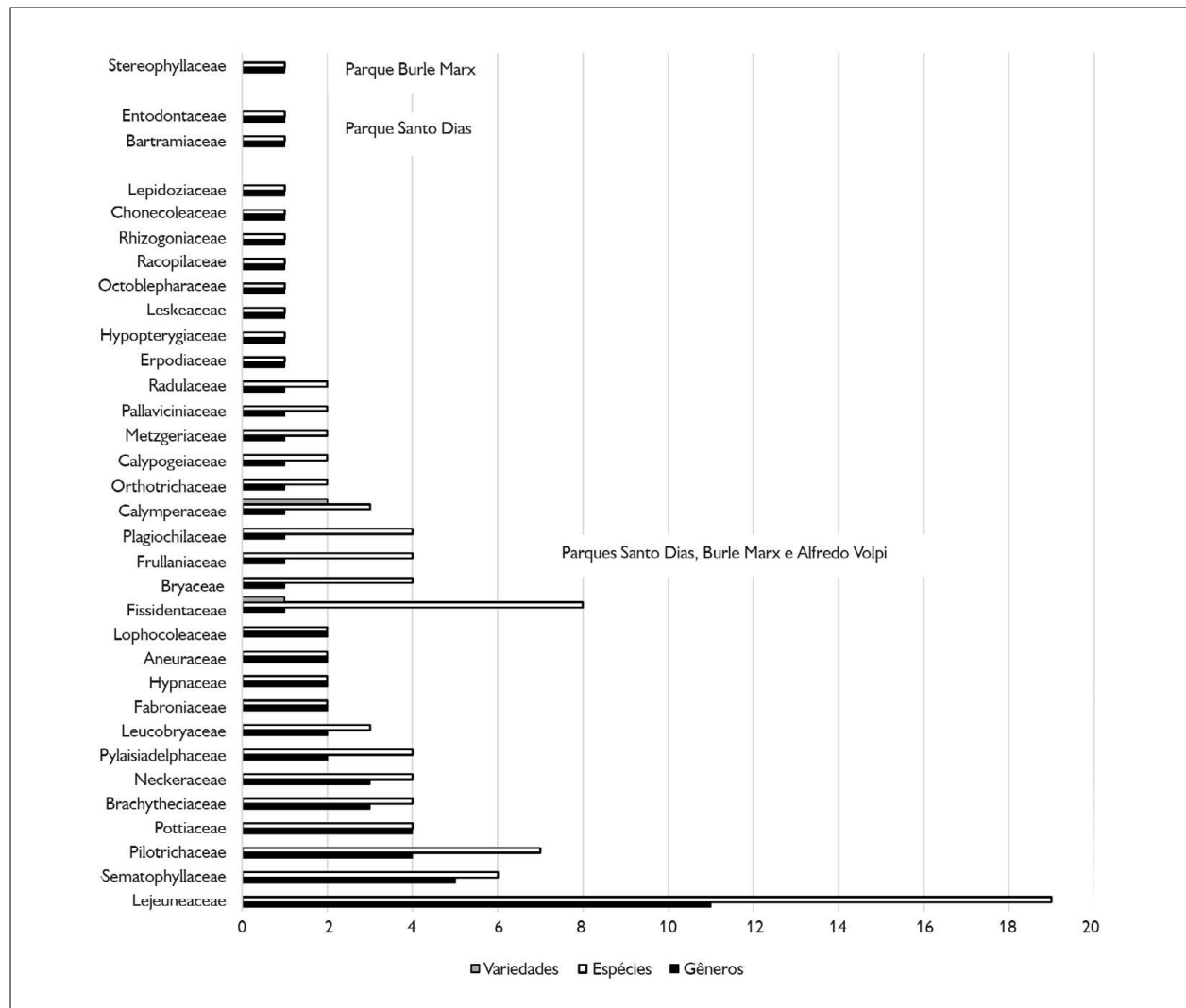


Figura 6. Total de táxons para as famílias de briófitas ocorrentes nos parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi.

Figure 6. Total of taxa for the bryophyte families occurring in the Santo Dias, Burle Marx and Alfredo Volpi parks.

Por outro lado, entre as demais 23 dessas 26 famílias, seis delas (Leskeaceae, Orthotrichaceae, Rhizogoniaceae, Aneuraceae, Lepidoziaceae e Radulaceae) também ocorrem em alguns outros parques da capital paulista, mas 17 delas (Bryaceae, Calymperaceae, Erpodiaceae, Fabroniaceae, Fissidentaceae, Hypnaceae, Leucobryaceae, Pilotrichaceae, Octoblepharaceae, Plagiochilaceae, Pottiaceae, Racopilaceae, Calypogeaceae, Chonecoleaceae, Frullaniaceae, Lophocoleaceae e Metzgeriaceae), em todos os 11 parques urbanos estudados na cidade de São Paulo e que possuem floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022).

Apenas três famílias (0,1% das amostras cada uma) se restringem às áreas antrópicas de dois parques estudados (Figura 6, Tabela 2) e do PEFI (Visnadi, 2015b), ocorrendo também em bosque heterogêneo, nos parques Cordeiro Martin Luther King (Bartramiaceae), Previdência e Ibirapuera (Entodontaceae) e no Parque Ibirapuera (Sterophyllaceae) (Visnadi, 2018, 2019, 2022), na capital paulista. *Philonotis uncinata* (Bartramiaceae) é geralmente associada a locais úmidos com água corrente e Entodontaceae, a florestas tropicais úmidas, mas *Entodontopsis nitens* (Sterophyllaceae) ocorre geralmente em *habitats* méxicos de florestas abertas (Gradstein et al., 2001).

Segundo informações na literatura indicada para o estudo das briófitas tropicais (Frahm, 2003), em Bordin e Yano (2013) e em bancos de dados (The Plant List, 2013; JBRJ, 2020), as briófitas estudadas são, em geral, neotropicais (49 espécies, 47,6%), afro-americanas (19 espécies, 18,4%) ou pantropicais (17 espécies, 16,5%); algumas briófitas são cosmopolitas (cinco espécies, 4,8%) ou ocorrem no continente americano (quatro espécies, 3,9%), ou se restringem à América do Sul (duas espécies, 1,9%), ou ao Brasil (*Callicostella apophysata*, *Fissidens pseudoplurisetus*, *Lepidopilum caudicaule*, *Pterogoniopsis paulista*, 3,9%), ou alcançam também a Argentina (uma espécie, 1%), ou ainda se distribuem pela América tropical e subtropical (uma espécie, 1%), ou pelas regiões temperadas do Hemisfério Sul, no Sudeste do Brasil, na Colômbia e na África (uma

espécie, 1%). O “Plano municipal de estratégias e ações locais pela biodiversidade de São Paulo” considera que as áreas com espécies endêmicas (como os quatro musgos restritos ao Brasil, por exemplo, relacionados anteriormente) são prioritárias para a conservação da biodiversidade paulistana (Tabela 2; citado em Branco, 2011).

O padrão de distribuição das briófitas na área estudada – como espécies neotropicais predominando sobre as espécies pantropicais, várias espécies possuindo distribuição disjunta entre a América e a África, sendo escassas as espécies cosmopolitas (Tabelas 1 e 2) – é observado no mundo (Tan & Pócs, 2000; Gignac, 2001; Shaw, 2009) e, particularmente, em outros dois parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2022). Todavia, para Glime (2017a), é o desmatamento que origina os padrões disjuntos na região tropical, onde maior riqueza em espécies de briófitas é encontrada nas florestas.

As briófitas ocorrentes em áreas verdes urbanas, no entanto, possuem distribuição geográfica ampla pelo planeta, como registrado em estudos para outros estados do Brasil (Molinari & D. Costa, 2001; Souza et al., 2016; Peñalosa-Bojacá et al., 2017; Borella et al., 2019) e, especificamente, para a cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022).

As 103 espécies estudadas (Tabela 2) também se distribuem por vários estados do Brasil, exceto aquelas registradas apenas para quatro (*Dimerodontium mendozense*, *Rhynchostegium serrulatum*, *Cololejeunea paucifolia*), três (*Callicostella apophysata*, *Fissidens bryoides*, *Metzgeria hegewaldii*) e dois (*Pterogoniopsis paulista*) estados, além de *Fissidens pseudoplurisetus*, que se restringe ao estado paulista; a brioflora em outros parques urbanos paulistanos é também amplamente distribuída pelo país (Yano, 2011; Bordin & Yano, 2013; Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022; JBRJ, 2020), mas, para M. Silva et al. (2014), a maior parte das briófitas ocorrentes na Mata Atlântica está distribuída de forma restrita ou esparsa pelo território brasileiro.

Metzgeria hegewaldii ocorre nos estados da Bahia, de Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina, do Paraná

e Rio Grande do Sul (Söderström et al., 2019). A espécie é considerada vulnerável (VU), devido à sua distribuição escassa e fragmentada (América do Sul) e à sua ausência em unidade de conservação (Brasil) (JBRJ, 2020). Em São Paulo, *M. hegewaldii* também se encontra nessa categoria da lista vermelha das espécies ameaçadas, da União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN); no estado paulista, a hepática se restringe à capital, onde ela ocorre em dez parques (incluindo as áreas de estudo), os quais, embora protegidos pela administração pública municipal, possuem vegetação arbustivo-arbórea em fragmentos circundados pelo entorno urbano (Tabela 2; Mamede et al., 2007; Visnadi, 2018, 2019, 2022; IUCN, 2022). Além disso, segundo o "Plano municipal de estratégias e ações locais pela biodiversidade de São Paulo", as áreas que possuem espécies ameaçadas de extinção são prioritárias para a conservação da diversidade biológica paulistana (citado em Branco, 2011).

Metzgeria hegewaldii se distribui pelos três parques estudados (Tabela 2), totalizando, no entanto, mais amostras para as áreas antrópicas (1,5% das amostras) do que para as áreas com floresta ombrófila densa (0,5% amostras) (Figura 5). Essa hepática apresenta abrangentes espectros ecológicos (Souza et al., 2016), mas prefere ambientes com maior disponibilidade de luz e menor umidade em outros parques urbanos paulistanos, sendo comum na vegetação de bosque heterogêneo e particularmente rara na floresta ombrófila densa (Parque Previdência), além de ausente (Parque Independência) e incomum (Parque Ibirapuera) nas extensas áreas antrópicas dos dois últimos parques (Visnadi, 2018, 2019, 2022).

As 103 espécies já foram registradas para os tipos de vegetação que também ocorrem na RMSF, como a floresta ombrófila densa (floresta tropical pluvial), a floresta estacional semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) e a savana (cerrado); em outros parques urbanos paulistanos, a brioflora é igualmente típica dos tipos de vegetação ocorrentes nessa metrópole; muitas cidades mantêm uma proporção significativa da sua biodiversidade, pois cerca de

70% das espécies vegetais encontradas em áreas urbanas são nativas da região adjacente. As espécies estudadas também já foram relacionadas para áreas antrópicas, incluindo as urbanas, exceto *Callicostella apophysata*, *C. merkelii*, *Fissidens pseudoplurisetus*, *Ochrobryum gardneri*, *Porotrichum longirostre*, *Schlotheimia torquata*, *Syrrhopodon parasiticus*, *Plagiochila simplex* e *Radula tectiloba*; o homem introduz diretamente na cidade, de forma voluntária ou não, muitas espécies da área rural vizinha, e os organismos urbanos se ajustam ao meio, sendo mais adaptáveis que os organismos não urbanos; entretanto, no caso das briófitas, as espécies urbanas, em particular, foram apontadas como tolerantes à urbanização e não adaptadas ao ambiente das cidades (Tabela 2; Aragaki & Mantovani, 1998; N. Santos et al., 2011; Campbell et al., 2012; IBGE, 2012; Bordin & Yano, 2013; Visnadi, 2013, 2015a, 2015b, 2018, 2019, 2022; Adler & Tanner, 2015; Carmo et al., 2015; JBRJ, 2020).

COMPARAÇÃO COM OUTROS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO URBANA

Quanto maior é o número de espécies de briófitas, maior é a similaridade entre os parques (Figuras 4 e 7), como em outras áreas verdes urbanas paulistanas (Visnadi, 2018).

Todavia, os parques Santo Dias e Burle Marx são mais similares (Figura 7), devido às suas áreas antrópicas (Figura 8), com números mais próximos de briófitas (Tabela 2), possuindo vários tipos de ambientes onde essas plantas foram encontradas. As áreas urbanas, total ou parcialmente construídas, visam atender às necessidades humanas que são semelhantes no mundo inteiro, e essa homogeneização do *habitat* resulta na homogeneização das espécies (Adler & Tanner, 2015), inclusive de briófitas, nas áreas onde a interferência antrópica é mais intensa (Giudice et al., 1997).

A área antrópica do Parque Alfredo Volpi, com poucos ambientes diferentes, sendo representada quase totalmente pelo estacionamento, é mais distinta (Figura 8) e bem mais pobre em espécies (Tabela 2). A brioflora difere entre as áreas urbanas que estão sob diferentes

intensidades de interferências antrópicas (Giudice et al., 1997), incluindo a poluição urbana (Glime, 2007). Além disso, apenas algumas espécies de briófitas das florestas tropicais são capazes de sobreviver em *habitats* artificiais (Glime, 2017a).

Embora as áreas de mata sejam similares nos três parques, a floresta ombrófila densa é mais distinta em Santo Dias, por ser muito rica em espécies (Figura 8, Tabela 2). A brioflora é mais rica e heterogênea nas áreas onde a ação humana exerce menor influência (Giudice et al., 1997).

Os parques Burle Marx e Alfredo Volpi são mais similares (Figuras 9 e 10), devido às suas áreas com floresta

ombrófila densa (Figura 8), com números mais próximos de espécies (Tabela 2). Ambos os parques possuem entorno urbano com ICV alto, embora, nos distritos onde se situam, a cobertura vegetal pouco represente a mata nativa (Tabela 1; Sepe & Gomes, 2008). Catharino e Aragaki (2008) já constataram que os fragmentos florestais nos parques Alfredo Volpi e Santo Dias são pouco similares, evidenciando grande heterogeneidade da composição florística e alta diversidade regional. Além disso, na RMSP, a flora tende para a floresta estacional semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) e para a savana (cerrado), ao norte, em direção ao planalto interiorano (o Parque Alfredo Volpi,

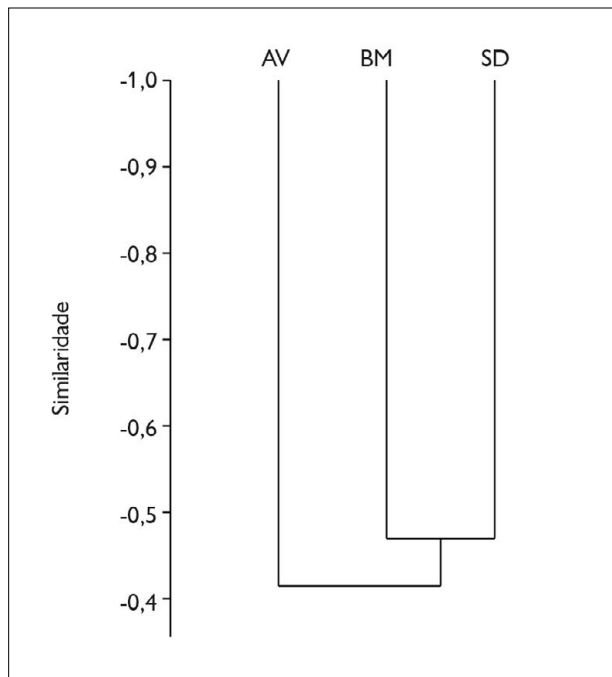


Figura 7. Agrupamento dos três parques em relação à presença das espécies de briófitas estudadas; correlação cofenética = 0,7442. A exclusão das espécies restritas não altera o padrão de distribuição, evidenciando apenas maior similaridade entre os parques (não ilustrado); correlação cofenética = 0,9972. Legendas: AV = Alfredo Volpi; BM = Burle Marx; SD = Santo Dias.

Figure 7. Grouping of the three parks in relation to the presence of the studied bryophyte species; cophenetic correlation = 0.7442. The exclusion of the restricted species does not change the distribution pattern, showing only greater similarity among the parks (not illustrated); cophenetic correlation = 0.9972. Legends: AV = Alfredo Volpi; BM = Burle Marx; SD = Santo Dias.

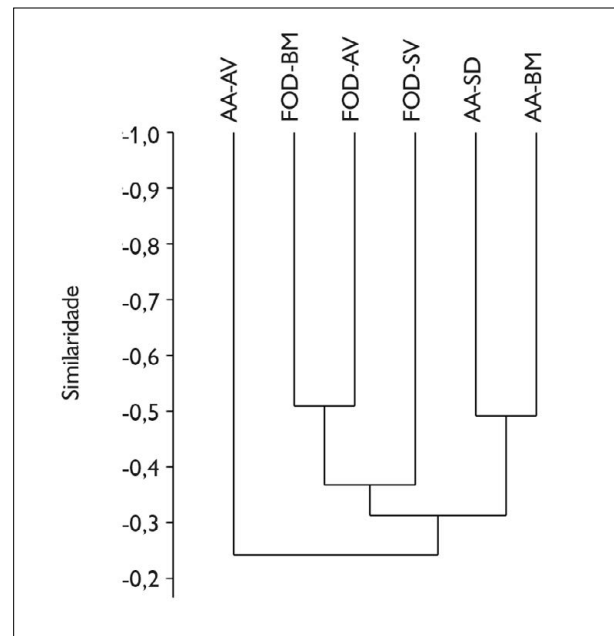


Figura 8. Agrupamento das seis áreas em relação à presença das espécies de briófitas estudadas; correlação cofenética = 0,8645. A exclusão das espécies restritas não altera o padrão de distribuição, evidenciando apenas maior similaridade entre as áreas (não ilustrado); correlação cofenética = 0,8551. Legendas: AA = área antrópica; FOD = floresta ombrófila densa; AV = Alfredo Volpi; BM = Burle Marx; SD = Santo Dias.

Figure 8. Grouping of the six areas in relation to the presence of the studied bryophyte species; cophenetic correlation = 0.8645. The exclusion of the restricted species does not change the distribution pattern, showing only greater similarity among the areas (not illustrated); cophenetic correlation = 0.8551. Legends: AA = anthropic area; FOD = dense ombrophilous forest; AV = Alfredo Volpi; BM = Burle Marx; SD = Santo Dias.

na zona centro-oeste, e o Parque Burle Marx, na zona sul da capital paulista, estão relativamente próximos um do outro), bem como para a floresta ombrófila densa (floresta tropical pluvial), ao sul, em direção ao litoral (o Parque Santo Dias, também na zona sul da capital paulista, está mais distante do Parque Burle Marx) (IBGE, 2012; Barretto & Catharino, 2015; Google Maps/Google Earth, 2022).

Os parques Santo Dias (76 espécies) e Previdência (61 espécies) são mais similares, pois abrigam importantes remanescentes da floresta ombrófila densa, além de áreas antrópicas parecidas (com edificações, quadras e áreas

de estar), relativamente fechadas pela vegetação, onde o tráfego de veículos é reduzido (primeiro parque) ou não existe (segundo parque); embora o Parque Ibirapuera (63 espécies) apresente somente bosque heterogêneo, que é pobre em briófitas, essa área verde é bem mais extensa (158,4 ha) do que a área dos parques Santo Dias (13,4 ha) e Previdência (9,1 ha) (Figuras 4, 9 e 10, Tabela 1; Takiya, 2002; Visnadi, 2018, 2019, 2022).

As espécies restritas diferenciam os demais oito parques (Figuras 9 e 10), com vegetação de bosque heterogêneo (apenas Trianon possui floresta ombrófila

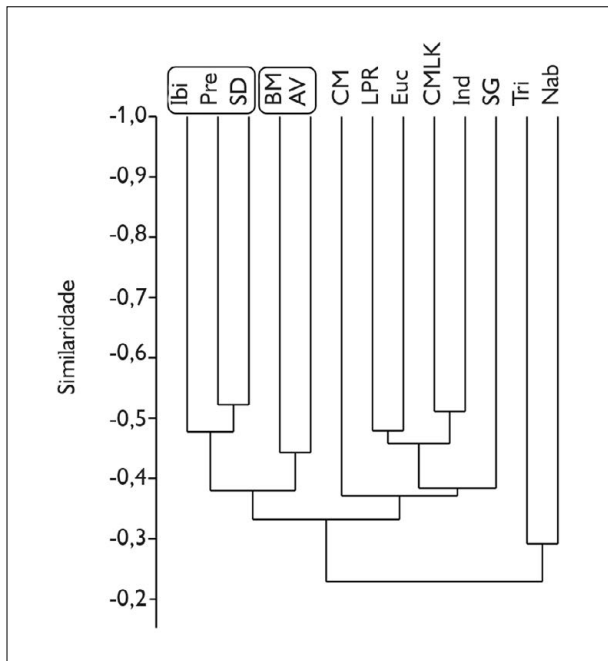


Figura 9. Agrupamento de 13 parques urbanos paulistanos em relação à presença das espécies de briófitas; correlação cofenética = 0,7971. Legendas: Ibi = Ibirapuera; Pre = Previdência; SD = Santo Dias; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi; CM = Casa Modernista; LPR = Lina e Paulo Raia; Euc = Eucaliptos; CMLK = Cordeiro Martin Luther King; Ind = Independência; SG = Severo Gomes; Tri = Trianon; Nab = Nabuco.

Figure 9. Grouping of 13 urban parks in the São Paulo city in relation to the presence of the bryophyte species; cophenetic correlation = 0.7971. Legends: Ibi = Ibirapuera; Pre = Previdência; SD = Santo Dias; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi; CM = Casa Modernista; LPR = Lina e Paulo Raia; Euc = Eucaliptos; CMLK = Cordeiro Martin Luther King; Ind = Independência; SG = Severo Gomes; Tri = Trianon; Nab = Nabuco.

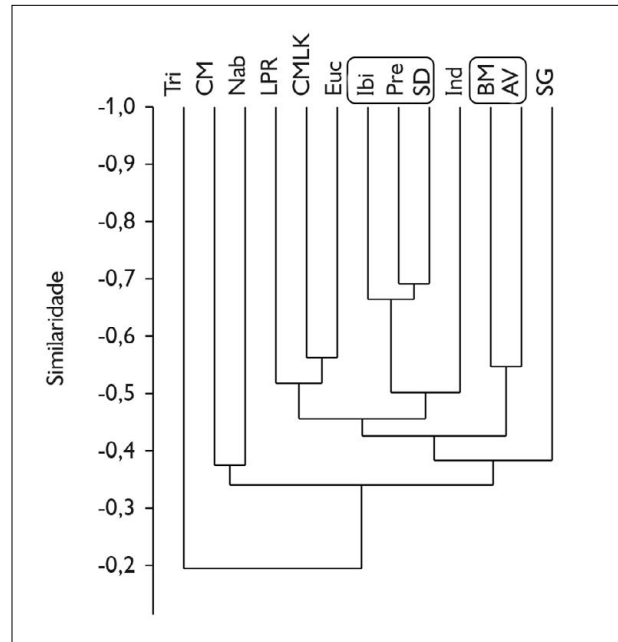


Figura 10. Agrupamento de 13 parques urbanos paulistanos em relação à presença das espécies de briófitas, excluindo-se as espécies restritas a determinado parque; correlação cofenética = 0,8772. Legendas: Tri = Trianon; CM = Casa Modernista; Nab = Nabuco; LPR = Lina e Paulo Raia; CMLK = Cordeiro Martin Luther King; Euc = Eucaliptos; Ibi = Ibirapuera; Pre = Previdência; SD = Santo Dias; Ind = Independência; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi; SG = Severo Gomes.

Figure 10. Grouping of 13 urban parks in the São Paulo city in relation to the presence of the bryophyte species, excluding the species restricted to particular park; cophenetic correlation = 0.8772. Legends: Tri = Trianon; CM = Casa Modernista; Nab = Nabuco; LPR = Lina e Paulo Raia; CMLK = Cordeiro Martin Luther King; Euc = Eucaliptos; Ibi = Ibirapuera; Pre = Previdência; SD = Santo Dias; Ind = Independência; BM = Burle Marx; AV = Alfredo Volpi; SG = Severo Gomes.

densa, que, no entanto, é muito antropizada, sendo o parque mais pobre em briófitas) e brioflora com, no máximo, 43 espécies; em parques urbanos paulistanos, a vegetação é mais esparsa em bosques heterogêneos do que na floresta ombrófila densa (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022). A distribuição das briófitas no sub-bosque está relacionada às condições ambientais (M. Silva & Pôrto, 2013); aberturas na vegetação impõem alterações microclimáticas, como aumento da incidência de luz e temperaturas extremas, turbulência do vento e dessecação de *habitats*, reduzindo a biodiversidade de epífitas, por exemplo (Guaratini, 2010; Tabarelli et al., 2012; Adler & Tanner, 2015).

A quase totalidade das briófitas estudadas (86 espécies, 83,5%) ocorre no PEFI, que possui floresta ombrófila densa (Visnadi, 2015b); as demais espécies (17 espécies, 16,5%) já foram registradas para esse último tipo de vegetação, exceto *Erythrodontium longisetum* (cerrado), *Fissidens pseudoplurisetum* e *Lejeunea obtusangula* (Mata Atlântica, sem especificar a formação florestal) (Bordin & Yano, 2013; JBRJ, 2020), confirmando a importância dos fragmentos florestais das áreas de estudo para a conservação da brioflora da Mata Atlântica.

Os três parques possuem brioflora mais pobre e totalizam uma área menos extensa (103 espécies, em 41,4 ha; Tabelas 1 e 2, Figura 4) que o PEFI (266 espécies, em 493,21 ha; Visnadi, 2015b), pois menos espécies conseguem ter sucesso em *habitats* urbanos fragmentados, como manchas pequenas e geralmente isoladas (Adler & Tanner, 2015). A diminuição das briófitas na região tropical deve-se, principalmente, à perda de *habitat* e, como a recuperação da sua diversidade, mesmo em florestas tropicais já recuperadas, pode levar muitos anos, a conservação dessas plantas é possível por meio da manutenção de mais áreas verdes, além de fragmentos de vegetação em maiores dimensões, evitando-se a supressão de árvores (Glime, 2017a). Fragmentos de florestas secundárias, como os de Mata Atlântica inseridos em paisagens muito alteradas, requerem proteção imediata, inclusive contra os distúrbios antrópicos, além do manejo

da vegetação e da paisagem, aumentando a conectividade com outros fragmentos de vegetação (Brançalion et al., 2012). Embora alguns acordos internacionais pela sustentabilidade tenham sido assinados na última década, como as Metas de Aichi da Biodiversidade, em 2010, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030, o Acordo do Clima de Paris, em 2015, e a Nova Agenda Urbana, em 2016 (Perpétuo & Jacobi, 2019), a perda da biodiversidade, cujos dados são ainda alarmantes, continua sendo um dos atuais desafios do mundo (Dale & Gonçalves, 2019).

As áreas de estudo (Tabelas 1 e 2) possuem mais espécies em comum com outras áreas verdes urbanas, sob domínio do bioma Mata Atlântica, da própria região Sudeste, nos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais (71 espécies, 69%; Molinaro & D. Costa, 2001; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015), do que com aquelas nas regiões Sul (54 espécies, 52,4%) e Nordeste (20 espécies, 19,4%); pouca similaridade da brioflora, no território brasileiro, foi relacionada a áreas situadas em regiões climáticas diferentes (zonas tropical e subtropical) ou distantes geograficamente umas das outras (Bastos & Yano, 1993; Bordin & Yano, 2009; Carmo et al., 2015; Souza et al., 2016; Borella et al., 2019).

Para o estado de São Paulo, em locais sob domínio do bioma Mata Atlântica, poucas briófitas (18 espécies, 17,5%) ocorrem simultaneamente entre as áreas estudadas (na malha urbana da capital paulista) e os parques urbanos, em Mauá e Ribeirão Pires (circunvizinhos do Parque Estadual da Serra do Mar), todos na RMSP; e ainda menos briófitas (14 espécies, 13,6%) são comuns entre as áreas de estudo, no planalto paulista, e o Parque Zoobotânico (Orquidário Municipal), na cidade litorânea de Santos (Figura 1, Tabelas 1 e 2; Mello et al., 2001, 2011; Prudêncio et al., 2015).

Por outro lado, mais briófitas listadas (20 espécies, 19,4%; Tabela 2) foram também registradas para áreas verdes urbanas, sob domínio dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, em cidade paulista (Rio Claro; Visnadi & Monteiro,

1990) e mineira (Belo Horizonte; Peñaloza-Bojacá et al., 2017), e a vegetação desses dois biomas também ocorre no território da RMSP (Aragaki & Mantovani, 1998; IBGE, 2012; Barretto & Catharino, 2015).

COLONIZAÇÃO DO SUBSTRATO

As briófitas preferem os substratos naturais, sendo predominantemente corticícolas, principalmente em floresta ombrófila densa, nas áreas de estudo (Figura 11) e no Parque Previdência, também na capital paulista (Visnadi, 2022). A brioflora é igualmente mais comum nos substratos naturais de outros nove parques urbanos paulistanos, onde predominam as espécies corticícolas (Visnadi, 2015b, 2018, 2019). Essas últimas são também predominantes em fragmentos de vegetação de outras cidades, particularmente da RMSP (Mello et al., 2011; Prudêncio et al., 2015), do estado paulista (Visnadi & Monteiro, 1990), da Bahia, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro, do Paraná e do Rio Grande do Sul (Molinario & D. Costa, 2001; Bordin & Yano, 2009; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015; Souza et al., 2016; Peñaloza-Bojacá et al., 2017; Borella et al., 2019). A riqueza e a cobertura das briófitas são maiores nas florestas, devido à maior umidade, em comparação às árvores que ficam isoladas, sob condições de seca, devido à maior exposição à luz solar (Glime, 2017a). A riqueza da brioflora é também menor nas áreas antrópicas estudadas, onde a vegetação arbustivo-arbórea é bem mais esparsa.

Epíxilas e terrícolas são menos comuns e saxícolas, mais raras, sendo todas elas, no entanto, mais encontradas na mata do que nas áreas antrópicas (Figura 11). Em florestas tropicais, as epíxilas mais comuns pertencem às famílias Lejeuneaceae, Pilotrichaceae e Sematophyllaceae (M. Silva & Pôrto, 2009; Glime, 2017a), inclusive nas áreas de estudo, além de Pylaisiadelphaceae (Tabela 2). Em outros parques urbanos paulistanos, abertos à visitação pública e sob constantes manutenções, epíxilas e terrícolas são também incomuns e saxícolas, igualmente esporádicas (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022).

Sabe-se que as briófitas corticícolas predominam nas florestas tropicais, além das briófitas epíxilas serem mais frequentes que as saxícolas, sendo, no entanto, as briófitas terrícolas comuns em solo perturbado (Richards, 1984). Essas florestas fornecem grande variedade de nichos nas diferentes alturas e partes (troncos, ramos e folhas) da sua vegetação, além de outros substratos (rochas) para a brioflora, mas o solo desses ambientes, com muitas folhas e pouca penetração de luz, dificulta a sobrevivência das briófitas (Glime, 2017a).

Parte das 103 espécies listadas (58 espécies, 56,3%) ocorre exclusivamente em um tipo de substrato, sendo, portanto, corticícola (39 espécies), terrícola (11 espécies), epíxila (sete espécies) ou saxícola (uma espécie) (Tabela 2), como em florestas tropicais, onde apenas parte das espécies de briófitas ocorre exclusivamente em córtex ou casca, solo, substratos em decomposição ou em rochas, respectivamente (Richards, 1984).

Epífilas não ocorrem nas áreas de estudo (Tabela 2). A floresta estudada é antropizada, possuindo árvores relativamente esparsas, cujo dossel nem sempre é fechado; por essa razão, o sub-bosque é relativamente iluminado pela luz solar; além disso, existem pequenas clareiras, onde crescem bambus, plantas herbáceas ou árvores jovens apoiadas por estacas; em vários trechos, a mata evidencia pisoteio em seu interior. Briófitas epífilas são raras no PEFI e no Parque Previdência (Visnadi, 2015b, 2022), onde a mata, no entanto, se encontra em melhor estado de conservação. Essas plantas estão associadas a *habitats* mais úmidos e sombreados das florestas tropicais, sendo sensíveis à perturbação do ambiente (Richards, 1984; Gradstein et al., 2001; Kersten & Waechter, 2011), à fragmentação da vegetação e ao seu isolamento (Alvarenga & Pôrto, 2007), indicando, por exemplo, áreas de Mata Atlântica em bom estado de conservação (N. Santos & D. Costa, 2008). A cobertura do dossel é fundamental para a manutenção da diversidade das briófitas nas florestas tropicais úmidas; as briófitas epífilas, em particular, são afetadas pela estrutura do dossel e pela exposição à

luz solar, fatores, por exemplo, que se alteram com o desmatamento ou desbaste da vegetação (Glime, 2017a). O plantio de árvores nativas é incentivado, na cidade de São Paulo, também com a finalidade de se aumentar a cobertura pelo dossel (São Paulo, 2020). Epífilas não ocorrem em outras áreas verdes urbanas, onde a ausência delas foi igualmente relacionada à perturbação do ambiente (Paiva et al., 2015; Visnadi, 2018, 2019).

Os substratos artificiais, ao contrário dos substratos naturais, são bem menos colonizados pelas briófitas, sendo, contudo, mais disponíveis a essas plantas nas áreas antrópicas, onde o concreto é o preferido (Figura 11, Tabela 2). O ambiente urbano é prejudicial a muitas briófitas sensíveis, sendo favorável àquelas tolerantes aos distúrbios antrópicos e que colonizam todos os substratos disponíveis na ausência de competidores (Giudice et al., 1997).

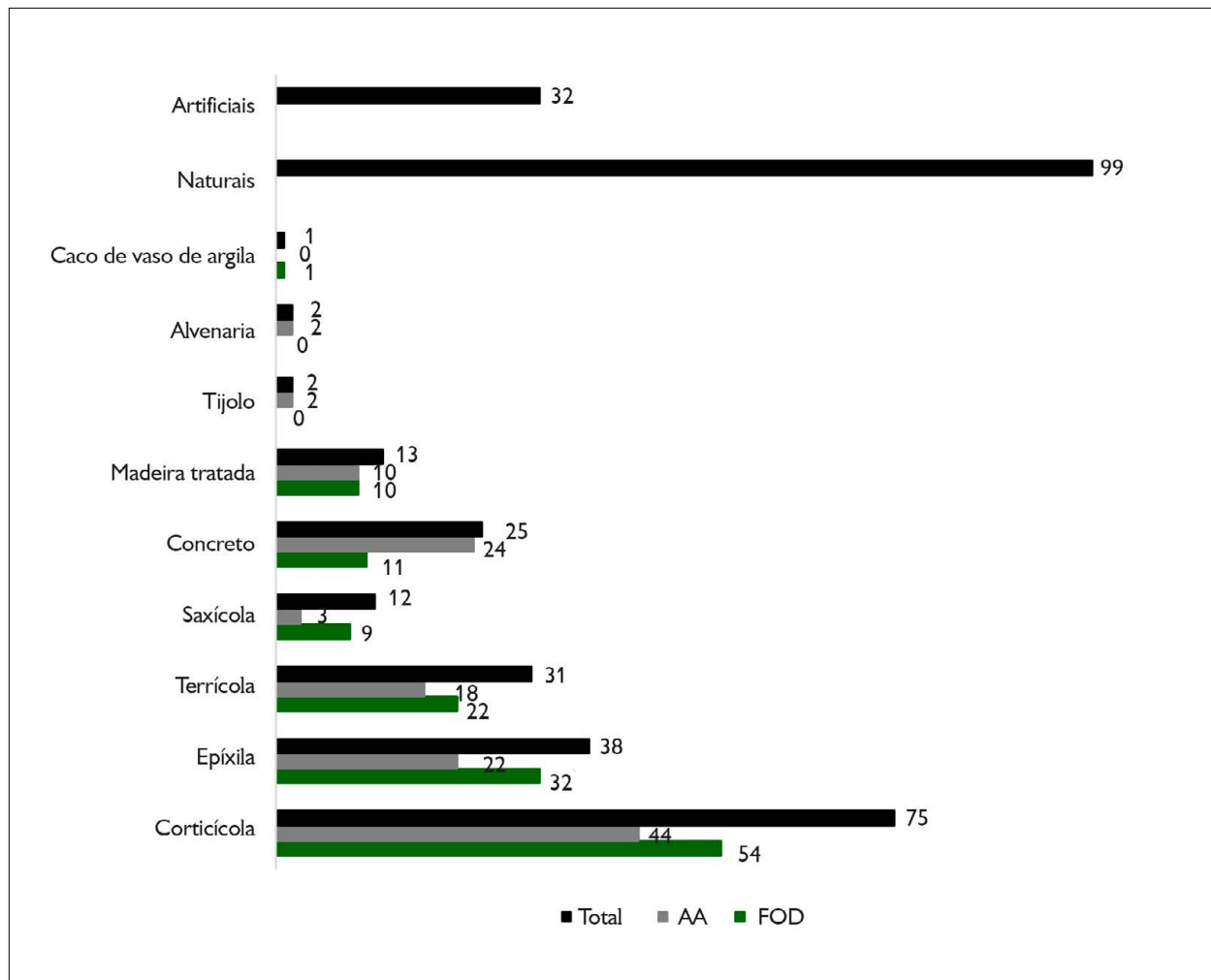


Figura 11. Número de espécies de briófitas ocorrentes em substratos naturais e artificiais e especificamente para os diferentes tipos desses substratos (segundo classificação adotada) encontrados nos parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi. Legendas: AA = área antrópica; FOD = floresta ombrófila densa.

Figure 11. Number of bryophyte species occurring in natural and artificial substrates and specifically for the different types of these substrates (according adopted classification) found in the Santo Dias, Burle Marx and Alfredo Volpi parks. Legends: AA = anthropic area; FOD = dense ombrophilous forest.

Algumas briófitas, portanto, podem prosperar nesses ambientes antrópicos, os quais, embora substituam os *habitats* naturais, dispõem de uma variedade de *habitats* artificiais para a brioflora (Glime, 2017a). Em outras áreas verdes urbanas, na capital paulista, concreto é também o substrato artificial mais colonizado pela brioflora (Visnadi, 2018, 2019, 2022).

Musgos encontram nichos adequados à sua sobrevivência, mesmo em áreas perturbadas (Glime, 2017a), como *Barbula indica* e *Philonotis uncinata*, restritos ao concreto, e *Fissidens spurio-limbatus*, restrito à madeira tratada (Tabela 2). As duas primeiras espécies são comuns em solo e rochas (Sharp et al., 1994) e a última, preferencialmente terrícola, é também corticícola e epíxila (Bordin & Yano, 2013).

Madeira tratada é o segundo substrato artificial mais disponível às briófitas, que são raras em tijolo e alvenaria, em várias áreas verdes urbanas da capital paulista (Visnadi, 2018, 2019) e igualmente nas áreas de estudo, onde as briófitas são ainda esporádicas em caco de vaso de argila (Figura 11, Tabela 2).

As briófitas estudadas (Tabela 2) caracterizam ambientes que estão mais estabilizados do que em regeneração (Peralta & Yano, 2008), pois a maior parte delas foi registrada para um tipo de substrato (61 espécies, 59,2%), restringindo-se à mata (35 espécies) e às áreas antrópicas (18 espécies) ou ocorrendo em ambos os ambientes (oito espécies); essas plantas foram registradas para os substratos naturais (58 espécies) ou artificiais (três espécies) e se distribuem por uma única área (42 espécies) ou por duas a seis áreas estudadas (19 espécies). Em outros parques urbanos paulistanos, no entanto, a brioflora caracteriza ambientes em regeneração de bosque heterogêneo e floresta ombrófila densa; entretanto, as espécies restritas a poucos tipos de substratos também se distribuem de forma mais restrita nos parques, predominando nos substratos naturais (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022)

Trze espécies (12,6%), que foram coletadas em dois tipos de substrato, distribuem-se na mata e nas

áreas antrópicas ou se restringem a um dos dois tipos de ambientes, mas a maior parte delas ocorre nos substratos naturais, distribuindo-se em algumas das seis áreas estudadas; por outro lado, a maior parte das 29 espécies (28,2%), registradas para sete (uma espécie, 1%), cinco (cinco espécies, 4,9%), quatro (11 espécies, 10,7%) e três (12 espécies, 11,6%) tipos de substratos, ocorre na mata e nas áreas antrópicas, em substratos naturais e artificiais e nas seis áreas estudadas (Tabela 2). Espécies que crescem em vários tipos de substratos também estão mais amplamente distribuídas em outros parques paulistanos, ocorrendo tanto nos substratos naturais quanto nos artificiais (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022).

Além disso, em áreas urbanas perturbadas, as briófitas mais comuns são também aquelas ocorrentes no maior número de substratos (Glime, 2017a), como as três espécies (*Rhynchostegium conchophyllum*, *Lejeunea flava* e *Brittonodoxa subpinnata*) que totalizam muitas amostras, sendo registradas para as seis áreas estudadas e para vários dos nove tipos de substratos onde as briófitas foram encontradas (Figura 5, Tabela 2).

GRUPO ECOLÓGICO E FORMA DE VIDA

Todas as espécies são generalistas nas áreas de estudo (Tabela 2). Como relacionado anteriormente, para justificar a ausência de epífilas nos três parques, a mata estudada é muito antropizada. As florestas secundárias são mais abertas e, por essa razão, contribuem para o crescimento de briófitas com maior amplitude ecológica (Frahm, 2003). Todavia, a perda de espécies, principalmente de briófitas epífitas de sombra, já foi registrada em florestas no Brasil, onde poucas delas só retornaram 25 anos após o distúrbio na vegetação (Glime, 2017a). Além disso, em cidades, predominam as espécies generalistas (Campbell et al., 2012; Adler & Tanner, 2015), inclusive de briófitas (Carmo et al., 2015). Brioflora generalista é predominante em *habitats* fragmentados e perturbados (Alvarenga & Pôrto, 2007; Alvarenga et al., 2010) e em vários parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2015b, 2018, 2019, 2022).

A variedade de formas de vida registrada para as briófitas – como tapete (57,3%), tufo (18,5%), flabelado (11,7%), taloso (5,8%), dendroide (1,9%), flabelado e tufo (1,9%), pendente (1,9%) e trama (1%) – está relacionada a ambientes com suprimento constante de água (Tabela 2; Glime, 2017b), como verificado para a brioflora no PEFI (Visnadi, 2015b). Deixar de reconhecer o papel das briófitas nos ciclos hidrológicos é o mesmo que ignorar a importância da água na manutenção de toda a vida e na sustentação do bem-estar econômico do homem (Gradstein et al., 2001). Essas plantas servem como diminutas esponjas, absorvendo e retendo água e nutrientes, os quais são liberados gradualmente, quando necessários ao ambiente; esse papel das briófitas é crucial na região tropical, que possui o maior número delas em espécies no mundo (Glime, 2017a).

Todavia, as formas de vida relacionadas às briófitas sensíveis à seca, que preferem ambientes úmidos e sombreados, são menos comuns (flabelado) ou mais raras (dendroide, pendente e trama) nas áreas estudadas (Tabela 2; Frahm, 2003; Oishi, 2009; Glime, 2017a; Spitale et al., 2020). Embora parques urbanos contribuam para a regulação do clima, impedindo, inclusive, a propagação das ilhas de calor no seu entorno, que é desprovido de cobertura vegetal, mudanças no clima interferem nas florestas, as quais também afetam o clima (Cerri et al., 2002; Malagoli et al., 2008b; Ribeiro, 2010).

A riqueza de formas de vida, no entanto, também se relaciona à heterogeneidade na intensidade de luz e na disponibilidade de umidade nos *habitats* das briófitas (Oishi, 2009). As formas de vida predominantes nas áreas de estudo associam-se a briófitas que ocorrem em ambientes úmidos e sombrios, ou mais secos (tapete), em *habitats* úmidos ou expostos, mais áridos e perturbados (tufo), como nas áreas antrópicas; briófitas também suportam a dessecação, mas a forma de vida taloso, comum em ambientes mais secos e abertos, não o é nos parques, bem como as briófitas com dois tipos de formas de vida (flabelado e tufo) (Tabela 2; Vanderpoorten & Goffinet, 2009; Visnadi,

2015b; Glime, 2017a; Spitale et al., 2020). As cidades se tornaram cada vez mais quentes nos últimos 80 anos; a ilha urbana de calor, uma consequência da urbanização, tende a aumentar a precipitação (Adler & Tanner, 2015), como na RMSP (Ambrizzi et al., 2019). Entretanto, para o estado de São Paulo, as alterações climáticas têm dificultado previsões mais acuradas sobre a precipitação e, para a capital paulista, os eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e secas prolongadas, tornam crítica a disponibilidade hídrica; inclusive, recentemente, de 2013 a 2016, a cidade teve chuvas abaixo do normal (Artaxo, 2019).

CONCLUSÃO

A brioflora é heterogênea nos fragmentos de floresta ombrófila densa dos parques urbanos estudados na cidade de São Paulo. A maior riqueza em espécies está relacionada a parque com remanescentes importantes e melhor preservados da mata original, que também possui vários tipos de ambientes antrópicos onde as briófitas foram encontradas, e que ficou relativamente pouco tempo isolado pela expansão da urbanização (Parque Santo Dias). A brioflora mais pobre em espécies relaciona-se a parque cuja mata se encontra menos preservada e que também possui poucos ambientes antrópicos diferentes para as briófitas, além de há mais tempo isolado pela urbanização do entorno (Parque Alfredo Volpi). Já a riqueza intermediária de briófitas ocorre em remanescentes fragmentados de mata no parque, que, no entanto, dispõe de muitos tipos de ambientes antrópicos onde ocorrem as briófitas, sendo o local estudado que ficou menos tempo isolado pela expansão da urbanização (Parque Burle Marx).

Esses resultados demonstram a importância dos parques e dos seus fragmentos de floresta ombrófila densa para a conservação da biodiversidade da brioflora, característica do tipo de vegetação ocorrente na RMSP, além de possuir espécies endêmicas do Brasil (quatro musgos) e espécie ameaçada de extinção no estado de São Paulo (uma hepática).

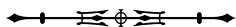
AGRADECIMENTOS

A E. L. M. Catharino, pelos esclarecimentos sobre a vegetação dos parques estudados, pelas considerações ecológicas e definições de termos botânicos; a E. P. C. Gomes, pela orientação sobre termos botânicos e métodos de coleta, incluindo referência bibliográfica (Instituto de Pesquisas Ambientais); a F. C. Trindade (Parque Santo Dias), pelo apoio no trabalho de campo; aos administradores de cada parque, pela acolhida; à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), da Prefeitura do Município de São Paulo, pela autorização da coleta de briófitas nos parques Santo Dias, Burle Marx e Alfredo Volpi (projeto de pesquisa "Flora de briófitas de parques da cidade de São Paulo-1", processo 2015-0.285.147-0), então sob administração do Departamento de Parques e Áreas Verdes (DEPAVE).

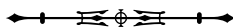
REFERÊNCIAS

- Adler, F., & Tanner, C. J. (2015). *Ecosistemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído*. Oficina de Textos.
- Albuquerque, M. A., Silva, E. L., Barros, K. N. N. O., & Xavier Junior, S. F. A. (2016). Comparação entre coeficientes de similaridade - uma aplicação em ciências florestais. *Matemática e Estatística em Foco*, 4(2), 102-114.
- Alvarenga, L. D. P., & Pôrto, K. C. (2007). Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 134(3), 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.08.031>
- Alvarenga, L. D. P., Pôrto, K. C., & Oliveira, J. R. P. M. (2010). *Habitat loss effects on spatial distribution of non-vascular epiphytes in a Brazilian Atlantic Forest*. *Biodiversity and Conservation*, 19(3), 619-635. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9723-2>
- Ambrizzi, T., Carvalho, J., & Fernanda, M. (2019). Eventos extremos no estado de São Paulo. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 39-42). Instituto de Energia e Ambiente/Universidade de São Paulo.
- Aragaki, S., & Mantovani, W. (1998). Caracterização do clima e da vegetação de remanescente florestal no planalto paulistano (SP). *Anais do Simpósio de Ecosistemas Brasileiros*, 4(2), 25-36.
- Artaxo, P. (2019). Contribuição subnacional ao desafio das mudanças climáticas. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 9-11). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Barretto, E. H. P., & Catharino, E. L. M. (2015). Florestas maduras da região metropolitana de São Paulo: diversidade, composição arbórea e variação florística ao longo de um gradiente litoral-interior, estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 42(3), 445-469. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-72/2014>
- Barros, H. R., & Lombardo, M. A. (2016). A ilha de calor urbana e o uso e a cobertura do solo em São Paulo-SP. *Geosp - Espaço e Tempo*, 20(1), 160-177. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>
- Barroso, D. A. (2007). O verde como estratégia de valorização imobiliária: a formação de um projeto urbanístico em São Paulo. *Cadernos Metrópole*, (18), 157-172.
- Bastos, C. J. P., & Yano, O. (1993). Musgos da zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 20(1-2), 23-33.
- Bennett, A. F., & Saunders, D. A. (2011). *Habitat fragmentation and landscape change*. In N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation biology for all* (pp. 88-106). Oxford University Press Inc.
- Bordin, J., & Yano, O. (2009). Briófitas do centro urbano de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea*, 36(1), 7-71. <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062009000100001>
- Bordin, J., & Yano, O. (2013). Fissidentaceae (Bryophyta) do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica*, 22, 1-169.
- Borella, T. A. C., Peralta, D. F., & Milaneze-Gutierrez, M. A. (2019). Briófitas do Parque do Ingá, Maringá, estado do Paraná, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, (73), 119-150.
- Brançalion, P. H. S., Viani, R. A. G., Rodrigues, R. R., & César, R. G. (2012). Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 7(3), 219-234. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v7i3.588>
- Branco, A. M. (Coord.). (2011). *Ações pela biodiversidade da cidade de São Paulo: protegendo e preservando a biodiversidade paulistana*. Prefeitura da Cidade de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.
- Buckeridge, M. (2015). Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. *Estudos Avançados*, 29(84), 85-101. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142015000200006>
- Buckeridge, M. S., Philippi Jr., A., & Silva, R. Y. (2019). Combate às mudanças climáticas globais nas cidades. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 35-38). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Burger, D. M. (2007). Estimativa da fitomassa de florestas: desenvolvimento e aplicação de modelos. *Anais do Congresso de Ecologia do Brasil*, 8, 1-2.

- Campbell, K., Chan, L., Custot, J., Elmqvist, T., & Galt, R. (2012). *Panorama da biodiversidade nas cidades: ações e políticas - avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos*. Ministério do Meio Ambiente.
- Carmo, D. M., Gasparino, E. C., & Peralta, D. F. (2015). Análise comparativa de briófitas urbanas da região noroeste do estado de São Paulo com demais trabalhos em diferentes fitofisionomias brasileiras. *Pesquisas, Botânica*, (67), 255-272.
- Catharino, E. L. M., & Aragaki, S. (2008). A vegetação do município de São Paulo: de Piratinga à metrópole paulistana. In L. R. Malagoli, F. B. Bajesteiro & M. Whately (Orgs.), *Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana* (pp. 56-91). Instituto Socioambiental.
- Cerri, C. E. P., Bernoux, M., & Cerri, C. C. (2002). Influência das mudanças climáticas nos ecossistemas florestais. In D. C. Bicudo, M. C. Forti & C. E. M. Bicudo (Orgs.), *Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo* (pp. 213-220). Editora da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Côrtes, P. L., & Nadruz, V. (2019). Redução de vulnerabilidades e mudanças climáticas. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 74-77). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Costa, D. P., & Peralta, D. F. (2015). Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66(4), 1063-1071. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566409>
- Costa, R. (2007). *Parque Previdência: caderno de campo*. Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.
- Crandall-Stotler, B., Stotler, R. E., & Long, D. G. (2009). Morphology and classification of the Marchantiophyta. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (2. ed., pp. 1-54). Cambridge University Press.
- Dale, P. J., & Gonçalves, L. R. (2019). Clima e biodiversidade – diálogos necessários para políticas públicas. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 111-114). Instituto de Energia e Ambiente/Universidade de São Paulo.
- Farias, R. S., Silva, M. P. P., Maciel-Silva, A. S., & Pôrto, K. C. (2017). Influence of environmental factors on the distribution of *Calymperes* and *Syrhropodon* (Calymperaceae, Bryophyta) in the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Flora*, 234, 158-164. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.07.011>
- Frahm, J.-P. (2003). Manual of tropical bryology. *Bryophyte Diversity and Evolution*, 23(1), 1-196. <https://doi.org/10.11646/bde.23.1.1>
- Franco, M. A. R. (2010). Infraestrutura verde em São Paulo: o caso do corredor verde Ibirapuera-Villa Lobos. *Revista Labverde*, (1), 135-154. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v01p135-154>
- Fudali, E. (1996). Distribution of bryophytes in various urban-use complexes of Szczecin (NW Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 41(2), 717-745.
- Fudali, E. (2019). Distribution of epiphytic bryophytes in Wrocław in relation to urban-use complexes. *Biodiversity Research and Conservation*, 54(1), 11-21. <https://doi.org/10.2478/biorc-2019-0007>
- Garcia, R. J. F., & Pirani, J. R. (2001). Estudo florístico dos componentes arbóreo e arbustivo da Mata do Parque Santo Dias, São Paulo, SP, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 19, 15-42. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v19i0p15-42>
- Gignac, L. D. (2001). Bryophytes as indicators of climate change (Invited Essay, New Frontiers in Bryology and Lichenology). *The Bryologist*, 104(3), 410-420.
- Giudice, R. L., Mazimpaka, V., & Lara, F. (1997). The urban bryophyte flora of the city of Enna (Sicily, Italy). *Nova Hedwigia*, 64(1-2), 249-265. <https://doi.org/10.1127/nova.hedwigia/64/1997/249>
- Glime, J. M. (2007). Economic and ethnic uses of bryophytes. In Flora of North America Editorial Committee (Ed.), *Flora of North America* (Bryophytes: Mosses: Vol. 27, Bryophyta, Part 1, pp. 14-41). Oxford University Press.
- Glime, J. M. (2017a). *Bryophyte ecology* (Vol. 4). Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology4/>
- Glime, J. M. (2017b). *Bryophyte ecology* (Vol. 1). Michigan Technological University/The International Association of Bryologists. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology1/>
- Goffinet, B., & Buck, W. R. (s.d.). *Classification of the Bryophyta*. UCONN - University of Connecticut. <http://bryology.uconn.edu/classification/>
- Google Maps/Google Earth. (2022). <https://www.google.com.br/maps/>
- Gradstein, S. R., Churchill, S. T., & Salar-Allen, N. (2001). *Guide to the bryophytes of Tropical America* (Memoirs of the New York Botanical Garden, 86). NYBG Press.
- Grdović, S., & Stevanović, V. (2006). The moss flora in the central urban area of Belgrade. *Archives of Biological Science Belgrade*, 58(1), 55-59. <http://dx.doi.org/10.2298/ABS0601055G>



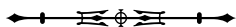
- Grupo de Trabalho Intersecretarial. (2019). *PMSA: Plano Municipal de Conservação e Recuperação de Áreas Prestadoras de Serviços Ambientais* (pp. 1-151). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente/Secretaria de Desenvolvimento Urbano/Prefeitura do Município de São Paulo. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PMSA_Plano.pdf
- Guaratini, M. T. G. (2010). Como conhecer a biodiversidade. In V. L. R. Bononi (Coord.), *Biodiversidade* (pp. 51-67, Cadernos de Educação Ambiental, 4). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Instituto de Botânica.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos* (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1). IBGE.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). (2022). *The IUCN red list of threatened species*. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org/>
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). (2020). *Flora do Brasil 2020*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- Kersten, R. A., & Waechter, J. L. (2011). Métodos quantitativos no estudo de comunidades epifíticas. In J. M. Felfili, P. V. Eisenlohr, M. M. R. F. Melo, L. A. Andrade & J. A. A. Meira Neto (Eds.), *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudo de casos* (Vol. 1, pp. 231-254). Editora da Universidade Federal de Viçosa.
- Kibrit, R. (Org.). (2011). *Biodiversidade no estado de São Paulo*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente.
- Lei nº 16.050. (2014, jul. 31). Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. *Diário Oficial da Cidade de São Paulo*, 59(140), 1-352 (Suplemento). <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16050-de-31-de-julho-de-2014>
- Lei nº 16.402 (2016, mar. 22). Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico (PDE). *Diário Oficial da Cidade de São Paulo*, 61(54), 1, 3-16. <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16402-de-22-de-marco-de-2016>
- Luizi-Ponzo, A. P., Bastos, C. J. P., Costa, D. P., Pôrto, K. C., Câmara, P. E. A. S., Lisboa, R. C. L., & Vilas Bôas-Bastos, S. (2006). *Glossarium polyglottum bryologiae: versão brasileira do glossário briológico*. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Macedo, L. S. V. (2019). Iniciativas verdes de cidades pelo clima. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 71-73). Instituto de Energia e Ambiente/Universidade de São Paulo.
- Machado, P. S., & Luiz-Ponzo, A. P. (2011). Urban bryophytes from Southeastern Brazilian area (Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 21, 223-261.
- Mägdefrau, K. (1982). Life-forms of bryophytes. In A. J. E. Smith (Ed.), *Bryophyte ecology* (pp. 45-58). Chapman and Hall.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science.
- Malagoli, L. R., Bajesteiro, F. B., & Whately, M. (2008a). Banco de dados sobre biodiversidade no município de São Paulo. In L. R. Malagoli, F. B. Bajesteiro & M. Whately (Orgs.), *Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana* (pp. 40-52). Instituto Socioambiental. <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/alem-do-concreto-contribuicoes-para-a-protecao-da-biodiversidade-paulistana.pdf>
- Malagoli, L. R., Bajesteiro, F. B., & Whately, M. (2008b). Biodiversidade do município de São Paulo. In L. R. Malagoli, F. B. Bajesteiro & M. Whately (Orgs.), *Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana* (pp. 17-22). Instituto Socioambiental. <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/alem-do-concreto-contribuicoes-para-a-protecao-da-biodiversidade-paulistana.pdf>
- Mamede, M. C. H., Souza, V. C., Prado, J., Barros, F., Wanderley, M. G. L., & Rando, J. G. (2007). *Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas do estado de São Paulo*. Instituto de Botânica.
- Marchesi, E. P. (Coord.) (2014). *Guia dos parques municipais de São Paulo* (4. ed.). Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/guia-parques-municipais.pdf
- Martins, A. C. S., Torres, P.H. C., Ikeda, R. M., Garcia, R. J. F., Ferreira, J. M. R., & Sartorello, R. (2017). *Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica do município de São Paulo - PMMA São Paulo*. Prefeitura Municipal de São Paulo. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PMMA_final_8_jan%20ok.pdf
- Mazzoni, A. C., Lanzer, R., Bordin, J., Schäfer, A., & Wasum, R. (2012). Mosses as indicators of atmospheric metal deposition in an industrial area of southern Brazil. *Acta Botanica Brasiliica*, 26(3), 553-558.
- Mello, Z. R., Lourenço, G. A., & Yano, O. (2001). Briófitas do Orquidário Municipal de Santos, São Paulo, Brasil. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais*, 1, 92-94.
- Mello, Z. R., Carvalho, H. R., & Giordano, F. (2011). Bryophytes of Guapituba Park, Mauá, SP, Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica*, 21, 81-91.



- Molinaro, L. C., & Costa, D. P. (2001). Briófitas do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, 52(81), 107-124. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-78602001528105>
- Nalon, M. A., Sinsigalli, P. A. A., & Souza Júnior, W. C. (2019). Cenários para os serviços ecossistêmicos de São Paulo com as mudanças climáticas. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 90-93). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Nobre, C. A., Young, A. F., Saldiva, P. H. N., Orsini, J. A. M., Nobre, A. D., Ogura, A., . . . Rodrigues, G. O. (2011). *Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo: relatório final*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Universidade Estadual de Campinas. https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/megacidades/megacidades_RMSP.pdf
- Oishi, Y. (2009). A survey method for evaluating drought-sensitive bryophytes in fragmented forests: a bryophyte life-form based approach. *Biological Conservation*, 142(12), 2854-2861. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.04.011>
- Oliveira, R. F., & Alves, J. W. S. (2014). *Mudanças climáticas globais no estado de São Paulo* (Cadernos de Educação Ambiental, 15). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Coordenadoria de Educação Ambiental.
- Paiva, L. A., Silva J. C., Passarella, M. A., & Luiz-Ponzo, A. P. (2015). Briófitas de um fragmento florestal urbano de Minas Gerais (Brasil). *Pesquisas, Botânica*, (67), 181-199.
- Peñaloza-Bojacá, G. P., Fantecelle, L. B., Araújo, C. A. T., & Maciel-Silva, A. S. (2017). Briófitas na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 72(1), 44-56. <http://dx.doi.org/10.21826/2446-8231201772105>
- Peralta, D. F., & Yano, O. (2008). Briófitas do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 63(1), 101-127.
- Perim, M. A. (2019). Córrego Pirajussara: respirar para reviver. *Labverde*, 9(2), 62-79. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v9i2p62-79>
- Perpétuo, R. O., & Jacobi, P. R. (2019). Redes globais, agendas e ações de adaptação. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 52-55). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Phillips, O., & Miller, J. S. (2002). *Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set* (Monographs in Systematic Botany, 89). Missouri Botanical Garden Press.
- Prefeitura do Município de São Paulo. (2016a). *Mapa dos remanescentes de vegetação do bioma Mata Atlântica no município de São Paulo - PMMA São Paulo*. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente/Fundação SOS Pró-Mata Atlântica. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pmma/PMMA_2342.pdf
- Prefeitura do Município de São Paulo. (2016b). *Mapa dos remanescentes de vegetação do bioma Mata Atlântica no município de São Paulo - PMMA São Paulo*. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente/Fundação SOS Pró-Mata Atlântica. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pmma/PMMA_3331.pdf
- Prefeitura do Município de São Paulo. (2016c). *Mapa dos remanescentes de vegetação do bioma Mata Atlântica no município de São Paulo - PMMA São Paulo*. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente/Fundação SOS Pró-Mata Atlântica. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pmma/PMMA_3315.pdf
- Prefeitura do Município de São Paulo. (2022). *Dados demográficos dos distritos pertencentes às subprefeituras*. Secretaria Municipal de Subprefeituras. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758
- Prefeitura do Município de São Paulo. (s.d.a). *Área urbanizada, segundo períodos de expansão: Região Metropolitana de São Paulo, 1881-2002* (Município em Mapas, Série Temática Panorama: Mapa 3). Secretaria Municipal de Planejamento. Prefeitura da Cidade de São Paulo. <http://smul.prefeitura.sp.gov.br/panorama/pdf/pag03.pdf>
- Prefeitura do Município de São Paulo. (s.d.b). *Uso do solo predominante 2005* (Município em Mapas, Série Temática Panorama: Mapa 6). Secretaria Municipal de Planejamento. Prefeitura da Cidade de São Paulo. <http://smul.prefeitura.sp.gov.br/panorama/pdf/pag06.pdf>
- Prudêncio, R. X. A., Domiciano, T. R., & Mello, Z. R. (2015). Briófitas do Parque Pérola da Serra, Ribeirão Pires, São Paulo, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, (67), 119-130.
- Ribeiro, M. C. (Coord.). (2010). *Guia dos parques municipais de São Paulo* (Vol. 2). Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/guia_parques2_web.pdf
- Richards, P. W. (1984). The ecology of tropical forest bryophytes. In R. M. Schuster (Ed.), *New manual of bryology* (Vol. 2, pp. 1233-1270). Hattori Botanical Laboratory.
- Robbins, R. G. (1952). Bryophyte ecology of a dune area in New Zealand. *Vegetatio*, 4(1), 1-31. <https://doi.org/10.1007/BF00452923>

- Santos, A., Moraes, R., Isfer, A. C. A., & Alface, B. S. (2015). *Manual técnico de arborização urbana*. Assessoria de Comunicação, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Prefeitura de São Paulo.
- Santos, N. D., & Costa, D. P. (2008). A importância de Reservas Particulares do Patrimônio Natural para a conservação da brioflora da Mata Atlântica: um estudo em El Nagual, Magé, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 22(2), 359-372. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000200007>
- Santos, N. D., Costa, D. P., Kinoshita, L. S., & Shepherd, G. J. (2011). Aspectos brioflorísticos e fitogeográficos de duas formações costeiras de Floresta Atlântica da Serra do Mar, Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(2), 425-438. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200040>
- Santos, R. G., Prata-Shimomura, A. R., Correia, E., Franco, M. A. R., & Lopes, A. S. (2017). Morfologia urbana e corredores de ventilação como subsídio à resiliência urbana. *Labverde*, 8(2), 12-37.
- São Paulo. (2016). *Parcelamento, uso e ocupação do solo do município de São Paulo: lei municipal nº 16.402, de 22 de março de 2016. Zoneamento ilustrado*. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano - SMDU. Prefeitura de São Paulo. <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/arquivos/>
- São Paulo. (2020). *Índice BIOSAMPA 2019: 23 indicadores da biodiversidade paulistana*. Secretaria Municipal de Verde e do Meio Ambiente/Coordenação de Planejamento Ambiental. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/BIOSAMPA_2019_150dpi.pdf
- Schenk, G. (1997). *Moss gardening, including lichens, liverworts, and other miniatures*. Timber Press.
- Schilling, A. C., & Batista, J. L. F. (2008). Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*, 31(1), 179-187. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000100016>
- Secretariado da Habitat III. (2019). *Nova agenda urbana*. Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Angola.pdf>
- Sepe, P. M., & Gomes, S. (2008). *Indicadores ambientais e gestão urbana: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo*. Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Centro Brasileiro de Análises e Planejamento/Centro de Estudos da Metrópole, Imprensa Oficial. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/meio_ambiente/publicacoes/0008/indicadoresambientais.pdf
- Sharp, A. J., Crum, H., & Eckel, P. M. (1994). *The moss flora of Mexico* (Vol. 1-2, Memoirs of the New York Botanical Garden, 69). NYBG Press.
- Shaw, A. J. (2009). Bryophyte species and speciation. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (2. ed., pp. 445-485). Cambridge University Press.
- Silva, A. N., Xavier, A. F., Bolzani, D. B. M., Sérgio, F. C., Xavier, I., Braz, I. J. S., . . . Maldonado, W. (2014). *Unidades de conservação da natureza* (2. ed., Cadernos de Educação Ambiental, 3). Editora da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Silva, M. P. P., & Pôrto, K. C. (2009). Effect of fragmentation on the community structure of epixylic bryophytes in Atlantic Forest remnants in the Northeast of Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 18, 317-337. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9487-0>
- Silva, M. P. P., & Pôrto, K. C. (2013). Bryophyte communities along horizontal and vertical gradients in a human-modified Atlantic forest remnant. *Botany*, 91(3), 155-166. <https://doi.org/10.1139/cjb-2012-0194>
- Silva, M. P. P., Kamino, L. H. Y., & Pôrto, K. C. (2014). Is the current network system of protected areas in the Atlantic Forest effective in conserving key species of bryophytes? *Tropical Conservation Science*, 7(1), 61-74. <https://doi.org/10.1177/194008291400700110>
- Sneath, P. H. A., & Sokal, R. R. (1973). *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. W. H. Freeman & Company.
- Söderström, L., Hagborg, A., & von Konrat, M. (2019). *ELPT: Early Land Plants Today (version Jan 2019)*. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/details/species/id/6e337500dd168542b3f6c4901aa4823f>
- Souza, A. M., Valente, E. B., & Azevedo, C. O. (2015). Musgos de um fragmento de floresta estacional semidecidual do município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, (67), 217-223.
- Souza, A. M., Valente, E. B., Bastos, C. J. P., & Azevedo, C. O. (2016). Marchantiophyta da Reserva do Poço Escuro, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. *Natureza Online*, 14(2), 64-72.
- Souza, A. M., Valente, E. B., Peralta, D. F., & Gusmão, L. F. P. (2017). Biodiversity survey, ecology and new distribution records of Marchantiophyta in a remnant of Brazilian Atlantic Forest. *Iheringia, Série Botânica*, 72(1), 133-141. <https://doi.org/10.21826/2446-8231201772112>
- Spitale, D., Mair, P., & Nascimbene, J. (2020). Patterns of bryophyte life-forms are predictable across land cover types. *Ecological Indicators*, 109, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105799>
- Suassuna, S. B., & Franco, M. A. R. (2019). Conexão de manchas verdes urbanas em São Paulo [SP]. Estudo de caso: Parque Alfredo Volpi e Parque do Povo. *Labor & Engenho*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.20396/labore.v13i0.8653733>

- Tabarelli, M., Santos, B. A., Arroyo-Rodríguez, V., & Melo, F. P. L. (2012). Secondary forests as biodiversity repositories in human modified landscapes: insights from the Neotropics. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 7(3), 319-328. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v7i3.593>
- Takiya, H. (2002, jul.). *Atlas ambiental do município de São Paulo. Fase I: diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo. Relatório final*. Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Meio Ambiente/Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/378749.PDF>
- Tan, B. C., & Pócs, T. (2000). Bryogeography and conservation of bryophytes. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (pp. 403-448). Cambridge University Press.
- The Plant List. (2013). *The plant list: a working list of all plant species*. Royal Botanic Gardens/Missouri Botanical Garden. <http://www.theplantlist.org>
- Travassos, L., & Picarelli, S. (2019). Soluções baseadas na natureza como instrumento de planejamento territorial. In P. R. Jacobi & E. Trani (Orgs.), *Planejando o futuro hoje: Ods 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo* (pp. 86-89). Instituto de Energia e Ambiente/Universidade de São Paulo.
- Tropicos. (2022). *Tropicos.org*. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/>
- Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophytes*. Cambridge University Press.
- Vanderpoorten, A., Papp, B., & Gradstein, R. (2010). Sampling of bryophytes. In J. Eymann, J. Degreef, C. H. Häuser, J. C. Monje, Y. Samyn & D. van den Spiegel (Eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring* (Vol. 8, Part 2, pp. 331-345). Abc Taxa.
- Visnadi, S. R., & Monteiro, R. (1990). Briófitas da cidade de Rio Claro, estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 17(1), 71-84.
- Visnadi, S. R. (2005). Brioflora da Mata Atlântica do estado de São Paulo: região norte. *Hoehnea*, 32(2), 215-231.
- Visnadi, S. R. (2013). Briófitas de áreas antrópicas do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 8(1), 49-62. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v8i1.581>
- Visnadi, S. R. (2015a). Brioflora do Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brasil): uma importante área para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 10(1), 105-125. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v10i1.497>
- Visnadi, S. R. (2015b). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação importante para a proteção da brioflora da Mata Atlântica na cidade de São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 10(3), 437-469. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v10i3.476>
- Visnadi, S. R. (2018). Heterogeneidade florística da brioflora em fragmentos de vegetação e a conservação das áreas verdes urbanas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 13(3), 327-354. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v13i3.341>
- Visnadi, S. R. (2019). Bosque como refúgio para as briófitas: o caso do parque Ibirapuera, em São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 14(3), 331-361. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v14i3.221>
- Visnadi, S. R. (2022). Singularidade da brioflora em diferentes paisagens urbanas e o seu valor para a qualidade ambiental, na cidade de São Paulo. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 17(2), 315-351. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v17i2.195>
- Whately, M., Santoro, P. F., Gonçalves, B. C., & Gonzatto, A. M. (2008). *Parques urbanos municipais de São Paulo: subsídios para a gestão*. Instituto Socioambiental. <http://191.241.229.250/handle/11465/1208>
- Yano, O. (2011). *Catálogo de musgos brasileiros: literatura original, basônimo, localidade-tipo e distribuição geográfica*. Instituto de Botânica. https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2013/09/virtuais_2musgos.pdf



ERRATA

No artigo “*Eltroplectris guimaraesii* (Spiranthinae, Orchidoideae, Orchidaceae), nova espécie para a Amazônia brasileira”, com número de DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v17i2.212>, publicado no periódico Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 17, n. 2, 2021: 283-288,

Na página 284:

Onde se lia: “Diagnose: *Eltroplectris guimaraesii* é próxima a *E. longicornu* (Cogn.) Pabst, porém difere no número de flores (10-12 vs. 1-3 em *E. longicornu*), comprimento da raque (até 23 cm vs. ca. 3 cm em *E. longicornu*), comprimento do calcar (15-20 mm vs. 25-30 mm em *E. longicornu*) e na divisão do labelo (inteiro vs. trilobado em *E. longicornu*).”

Leia-se: “Diagnosis: *Eltroplectris guimaraesii* is close to *E. longicornu* (Cogn.) Pabst, however it differs in the number of flowers (10-12 vs. 1-3 in *E. longicornu*), rachis length (up to 23 cm vs. ca. 3 cm in *E. longicornu*), length calcar (15-20 mm vs. 25-30 mm in *E. longicornu*) and in the lip shape (whole vs. trilobed in *E. longicornu*).”

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos e política editorial

O **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** tem como missão publicar trabalhos originais em biologia (zoologia, botânica, biogeografia, ecologia, taxonomia, anatomia, biodiversidade, vegetação, conservação da natureza) e geologia. A revista aceita colaborações em português, espanhol e inglês (Inglaterra) para as seguintes seções:

Artigos Científicos – textos analíticos originais, resultantes de estudos e pesquisas com contribuição efetiva para o avanço do conhecimento.

Notas de Pesquisa – relato preliminar sobre observações de campo, dificuldades e progressos de pesquisa em andamento, ou em fase inicial, enfatizando hipóteses, comentando fontes, resultados parciais, métodos e técnicas utilizados.

Memória – seção que se destina à divulgação de acervos ou seus componentes que tenham relevância para a pesquisa científica; de documentos transcritos parcial ou integralmente, acompanhados de texto introdutório; e de ensaios biográficos, incluindo obitúário ou memórias pessoais.

Resenhas Bibliográficas – texto descritivo e/ou crítico de obras publicadas na forma impressa ou eletrônica.

Ética na publicação

As submissões devem atender as diretrizes do Committee on Publication Ethics (COPE), cujo texto original em inglês pode ser consultado em https://publicationethics.org/files/Code_of_conduct_for_journal_editors_1.pdf e a versão traduzida para o português em <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/CCBP-COPE.pdf>. Essas diretrizes devem nortear editores, avaliadores e autores quanto a questões éticas concernentes ao processo editorial e de avaliação por pares, a fim de prevenir com relação à má conduta na publicação. Aos Editores, ao Conselho Científico e aos consultores científicos ad hoc cabe a responsabilidade ética do sigilo e da colaboração voluntária para garantir a qualidade científica das publicações e da revista. Aos autores cabe a responsabilidade da veracidade das informações prestadas, do depósito dos materiais estudados em instituições legais, quando couber, e o cumprimento das leis locais que regem a coleta, o estudo e a publicação dos dados. Recomendamos a leitura do “Código de boas práticas científicas”, elaborado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), disponível em https://fapesp.br/boaspraticas/FAPESP-Codigo_de_Boas_Praticas_Cientificas_2014.pdf. A revista passou a adotar nas submissões o sistema de detecção de plágio Similarity Check, da Crossref. Títulos que forem verificados como similares a publicações anteriores serão rejeitados. Caso necessário, serão publicadas retratações e correções, baseadas nos procedimentos recomendados no “Retraction Guidelines”, do COPE, disponível em <https://publicationethics.org/files/cope-retraction-guidelines-v2.pdf>.

Apresentação de originais

O Boletim recebe contribuições somente em formato digital. Os arquivos digitais dos artigos devem ser submetidos online na plataforma via o site da revista (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), fornecendo obrigatoriamente as informações solicitadas pela plataforma.

Cadastramento

O(s) autor(es) deve(m) realizar o cadastro, criando uma conta pessoal na plataforma online, na seção “Cadastro” (<https://boletimcn>).

museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=user&op=register), e preencher corretamente o perfil. O cadastramento/criação de uma conta precisa ser feito somente uma vez. Após isso, a conta deve ser usada para todas as submissões de trabalhos, revisões e pareceres.

Encaminhamento

1. Faça seu cadastro como Autor ou, caso já possua cadastro, clique em Acesso (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), para iniciar a Submissão de seu trabalho;
2. Para acessar seu perfil, clique em login, na parte superior da tela;
3. Para fazer a Submissão do seu trabalho, clique no botão “Nova Submissão”, no canto esquerdo da tela; Abrirá uma tela com as normas da revista e condições para submissão. Lembre-se de marcar os itens obrigatórios, destacados com asterisco;
4. Escolha a seção e confirme todos os requisitos para a submissão. Caso haja algum comentário para o Editor (possíveis conflitos de interesses ou outras questões que o autor julgar relevantes), é possível informar nesta etapa. Após isso, é necessário clicar em “Salvar e continuar”;
5. Na opção “Carregar arquivo de submissão”, selecione os itens “Folha de Rosto”, “Texto do artigo” e “Lista de avaliadores” e faça o upload dos respectivos arquivos. Caso haja imagens, elas devem ser carregadas também neste momento. Em seguida, em “Metadados”, o autor deve editar o nome do arquivo, a fim de garantir o sigilo necessário à etapa de avaliação por pares. Após isso, clique em “Concluir”;
6. Cada um dos arquivos aparecerá em “Arquivos da Submissão”. Salve e continue;
7. Em “Dados de submissão”, todas as informações sobre os autores do trabalho deverão ser inseridas. Para informar os dados dos coautores, é necessário clicar em “Incluir contribuidor”. Não esqueça de atribuir o papel de cada autor. Salve ao final;
8. Insira o título nos idiomas solicitados – o símbolo do planeta Terra ficará verde após a inserção do título nos idiomas selecionados. O resumo também deverá constar nos idiomas solicitados;
9. No próximo passo, o sistema irá confirmar se seu arquivo está pronto para ser enviado. Se estiver tudo correto, clique em OK.

A revista possui um Conselho Científico. Os trabalhos submetidos são primeiramente avaliados pelo Editor ou por um dos Editores Associados. O Editor reserva-se o direito de sugerir alterações nos trabalhos recebidos ou devolvê-los, caso não estejam de acordo com os critérios exigidos para publicação.

Uma vez aceitos, os artigos seguem para avaliação por pares (peer-review). Os artigos são analisados por dois especialistas, no mínimo, que não integram a Comissão Editorial. Caso haja discordância entre os pareceres, o trabalho é submetido a outro(s) especialista(s). Caso mudanças ou correções sejam recomendadas, o trabalho é devolvido ao(s) autor(es), que terá(ão) um prazo de trinta dias para elaborar nova versão.

A publicação implica cessão integral dos direitos autorais do trabalho à revista. A declaração para a cessão de direitos autorais é enviada juntamente com a notificação de aceite do artigo. Deve ser devolvida assinada via e-mail. Todos os autores devem assinar uma declaração.

Preparação de originais

Todas as submissões devem ser enviadas por meio da plataforma de submissão online. Os originais devem ser enviados em Word, com fonte Times New Roman, tamanho 12, entrelinha 1,5, em laudas sequencialmente numeradas.

No momento da submissão, os arquivos mencionados abaixo devem ser carregados na plataforma de submissão:

O primeiro arquivo (Folha de rosto) deve conter: título (no idioma do texto e em inglês); resumo; abstract; palavras-chave e keywords. Além disso, este arquivo deve conter um parágrafo com informações sobre a contribuição de cada um dos autores, que deve ser descrito usando as seguintes categorias: 1) Administração de projeto; 2) Análise formal; 3) Aquisição de financiamento; 4) Conceituação; 5) Curadoria de dados; 6) Escrita - rascunho original; 7) Escrita - revisão e edição; 8) Investigação; 9) Metodologia; 10) Recursos; 11) Software; 12) Supervisão; 13) Validação; 14) Visualização. Cada um dos autores deve ter contribuído em pelo menos duas

destas categorias. Para mais informações sobre as contribuições dos autores, consulte: <https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>. Este arquivo deve ser carregado como arquivo do Word.

O segundo arquivo (Texto do artigo) deve conter: título (no idioma do texto e em inglês), resumo, abstract, palavras-chave e keywords, introdução, material e métodos, resultados, discussão (a qual pode ser apresentada junto com os resultados), conclusão, agradecimentos, referências, legendas no idioma do texto e em inglês das figuras e tabelas (se for o caso). Tabelas devem ser digitadas em Word, sequencialmente numeradas, com claro enunciado. Este arquivo deve ser enviado como arquivo do Word.

Um terceiro arquivo (Lista de avaliadores), contendo o nome, titulação e e-mail de seis possíveis revisores deve ser enviado como arquivo do Word. Nesse arquivo, também podem ser especificados os revisores que devem ser evitados.

Todas as figuras (ilustrações, gráficos, imagens, diagramas etc.) (PDF com imagens) devem ser apresentadas em páginas separadas e numeradas, com as respectivas legendas no idioma do texto e em inglês, e submetidas na plataforma online como PDF. As imagens também devem ser submetidas separadamente (em arquivos individuais) e ter resolução mínima de 300 dpi e tamanho mínimo de 1.500 pixels, em formato JPEG ou TIFF, obedecendo, se possível, as proporções do formato de página do Boletim, nos limites de 16,5 cm de largura e 20 cm de altura (para uso em duas colunas) ou 8 cm de largura e 20 cm de altura (para uso em uma coluna). As informações de texto presentes nas figuras, caso possuam, devem estar em fonte Arial, com tamanho entre 7 e 10 pts. O texto deve, obrigatoriamente, fazer referência a todas as tabelas, gráficos e ilustrações.

Chaves devem ser apresentadas no seguinte formato:

1. Lagarto com 4 patas minúsculas 2
Lagarto com 4 patas bem desenvolvidas 3
2. Dígito geralmente sem unhas, dorsais lisas..... *Bachia flavescens*
Dígito com unhas, dorsais quilhadas.....*Bachia panoplia*
3. Mãos com apenas 4 dedos 4
Mãos com 5 dedos 5
4. Escamas dorsais lisas*Gymnophthalmus underwoodii*
Escamas dorsais quilhadas *Amapasaurus tetradactylus*
5. Cabeça com grandes placas 6
Cabeça com escamas pequenas 7
6. Placas posteriores da cabeça formam uma linha redonda.....*Alopoglossus angulatus*
Placas posteriores da cabeça formam uma linha reta *Arthrosaura kockii*
7. Etc.
Etc.

Pede-se destacar termos ou expressões por meio de aspas simples. Apenas termos científicos latinizados ou em língua estrangeira devem constar em itálico. Observar cuidadosamente as regras de nomenclatura científica, assim como abreviaturas e convenções adotadas em disciplinas especializadas. Os artigos deverão seguir as recomendações da APA 7th Edition - Citation Guide (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>) para uso e apresentação de citações e de referências. Todas as obras citadas ao longo do texto devem estar corretamente referenciadas ao final do artigo.

Estrutura básica dos trabalhos

Título – No idioma do texto e em inglês (quando este não for o idioma do texto). Deve ser escrito em caixa baixa, em negrito, centralizado na página.

Resumo e Abstract – Texto em um único parágrafo, ressaltando os objetivos, métodos e conclusões do trabalho, com, no máximo, duzentas palavras, no idioma do texto (Resumo) e em inglês (Abstract). A versão para o inglês é de responsabilidade do(s) autor(es).

Palavras-chave e Keywords – Três a seis palavras que identifiquem os temas do trabalho, para fins de indexação em bases de dados.

Introdução – Deve conter uma visão clara e concisa de conhecimentos atualizados sobre o tema do artigo, oferecendo citações pertinentes e declarando o objetivo do estudo.

Material e métodos – Exposição clara dos métodos e procedimentos de pesquisa e de análise de dados. Técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Termos científicos, incluindo espécies animais e vegetais, devem ser indicados de maneira correta e completa (nome, autor e ano de descrição).

Resultados e discussão – Podem ser comparativos ou analíticos, ou enfatizar novos e importantes aspectos do estudo. Podem ser apresentados em um mesmo item ou em separado, em sequência lógica no texto, usando tabelas, gráficos e figuras, dependendo da estrutura do trabalho.

Conclusão – Deve ser clara, concisa e responder aos objetivos do estudo.

Agradecimentos – Devem ser sucintos: créditos de financiamento; vinculação do artigo a programas de pós-graduação e/ou projetos de pesquisa; agradecimentos pessoais e institucionais. Nomes de instituições devem ser por extenso, de pessoas pelas iniciais e sobrenome, explicando o motivo do agradecimento.

Referências – Devem ser listadas ao final do trabalho, em ordem alfabética, de acordo com o sobrenome do primeiro autor. No caso de mais de uma referência de um mesmo autor, usar ordem cronológica, do trabalho mais antigo ao mais recente. No caso de mais de uma publicação do mesmo autor com o mesmo ano, utilizar letras após o ano para diferenciá-las. Nomes de periódicos devem ser por extenso. Teses e dissertações acadêmicas devem preferencialmente estar publicadas. Todas as referências devem seguir as recomendações da APA 7th Edition - Citation Guide:

Livro: Weaver, C. E. (1989). *Clays, muds and shales*. Elsevier.

Capítulo de livro: Aranha, L. G., Lima, H. P., Makino, R. K., & Souza, J. M. (1990). Origem e evolução das bacias de Bragança - Viseu, S. Luís e Ilha Nova. In E. J. Milani & G. P. Raja-Gabaglia (Eds.), *Origem e evolução das bacias sedimentares* (pp. 221-234). Petrobras.

Artigo de periódico: Gans, C. (1974). New records of small amphisbaenians from northern South America. *Journal of Herpetology*, 8(3), 273-276. <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>.

Série/Coleção: Camargo, C. E. D. (1987). *Mandioca, o "pão caboclo": de alimento a combustível* (Coleção Brasil Agrícola). Ícone.

Documento eletrônico: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011). *Censo Demográfico 2010*. <https://censo2010.ibge.gov.br/>

Provas

Os trabalhos, depois de formatados, são encaminhados em PDF para a revisão final dos autores, que devem devolvê-los com a maior brevidade possível. Os pedidos de alterações ou ajustes no texto devem ser feitos por escrito. Nessa etapa, não serão aceitas modificações no conteúdo do trabalho ou que impliquem alteração na paginação. Caso o autor não responda ao prazo, a versão formatada será considerada aprovada. Os artigos são divulgados integralmente no formato PDF na página eletrônica do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/>), com acesso aberto.

Endereço para correspondência

Museu Paraense Emílio Goeldi

Editor do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais

Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme. CEP 66077-530. Belém - PA - Brasil

Telefone: 55-91-3075-6186

E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

Lembre-se:

1 - Antes de enviar seu trabalho, verifique se foram cumpridas as normas acima. Disso depende o início do processo editorial.

2 - Após a aprovação, os trabalhos são publicados por ordem de chegada. O Editor Científico também pode determinar o momento mais oportuno.

3 - É de responsabilidade do(s) autor(es) o conteúdo científico do artigo, o cuidado com o idioma em que ele foi concebido, bem como a coerência da versão para o inglês do título, do resumo (abstract) e das palavras-chave (keywords). Quando o idioma não estiver corretamente utilizado, o trabalho pode ser recusado.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Goals and editorial policy

The mission of the **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** is to publish original works on Biology (zoology, botany, biogeography, ecology, taxonomy, anatomy, biodiversity, vegetation, nature conservation) and Geology. The journal accepts contributions in Portuguese, Spanish, and English (UK) for the following sections:

Articles – Scientific and original analytical papers stemming from studies and research, which effectively contribute to building knowledge in the field. Maximum length: 50 pages.

Short Communications – Preliminary reports on field observations, problems and progress of current research, emphasizing hypotheses, mentioning sources, partial results, methods and techniques used. Maximum length: 15 pages.

Memory – Section intended to report on museum collections, that are relevant for scientific issues; and biographical essays, including obituaries or personal memories. Maximum length: 15 pages.

Book Reviews – Text discussing recently published books in the field of natural sciences, in print or electronically. Maximum length: 5 pages.

Publication ethics

Submissions must comply with the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE), the English text of which can be consulted at https://publicationethics.org/files/Code_of_conduct_for_journal_editors_1.pdf and the Portuguese version at <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/CCBP-COPE.pdf>. These guidelines should orientate editors, reviewers, and authors with regard to ethical issues that concern the editorial and peer-review processes, in order to prevent improper publishing practices. The ethical responsibility for confidentiality during the publication process and for voluntary collaboration to ensure the scientific quality of the journal rests with the editors, the scientific board, and the ad hoc scientific consultants. The authors are responsible for the veracity of the information provided, for the deposit of the studied materials in legal institutions, when applicable, and for compliance with local laws that govern the collection, study and publication of the results. We recommend reading the "Code of Good Scientific Practice", prepared by the São Paulo Research Foundation (FAPESP) (https://fapesp.br/boaspraticas/FAPESP-Codigo_de_Boas_Praticas_Cientificas_2014.pdf). Submissions to the journal are checked with software plagiarism detection Similarity Check, by Crossref. Submissions found to be similar to previous publications will be rejected. If necessary, retractions and corrections will be published, based on the procedures recommended in the "Retraction Guidelines" of the COPE, available at: <https://publicationethics.org/files/cope-retraction-guidelines-v2.pdf>.

Article proposals

The Boletim only accepts original contributions in digital format. Digital manuscripts should be submitted via the online platform (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), providing additional information requested during the various steps of the submission process.

Registration

Authors must register in order to create a password-protected personal account on the online platform in the section "Register"

(<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=user&op=register>), and correctly fill in the profile. Registration and the creation of an account need be done only once. Thereafter, the account should be used for current and future submissions to the Boletim.

Submission

1. Register as an Author or, if you already are registered, click "Access" to begin manuscript submission.
2. To access your profile, click "Login" at the top of the screen.
3. To submit your manuscript, click "New Submission" in the left corner of the screen. This will open a screen with norms and conditions for submission to the journal. Remember to include the required items that are marked with an asterisk.
4. Choose the section and confirm all the requirements for submission. If you have comments for the Editor (possible conflicts of interest or other relevant issues), you can communicate them at this stage. After that, click "Save and continue".
5. In the "Upload Submission File" option, select "Title Page", "Article Text" and "Referee List" and upload the respective files. Images should be uploaded at this time. In "Review Details", the author should edit the file name in order to guarantee privacy for peer review of the manuscript. Then click "Complete".
6. Each file will appear in "Submission Files". Click "Save and continue".
7. In "Enter Metadata", all author information should be included. To enter data on co-authors, click "Add Contributor". Do not forget to assign the role of each author. Click "Save and continue" to continue the submission process.
8. Enter the manuscript title in the requested languages. The Planet Earth symbol will turn green after the title is inserted in the selected language. The manuscript's abstract should also appear in the requested languages.
9. In the final step, the system will confirm that your file is ready to be sent. If everything is correct, click "OK".

The journal has a Scientific Board. The manuscripts are first examined by the Editor or by one of the Associate Editors. The Editor has the right to recommend alterations be made to the papers submitted or to return them when they fail to comply with the journal's editorial policy. The magazine adopts plagiarism detection systems for submissions available on free platforms. Titles found to be similar to previous publications will be rejected.

Upon acceptance, the manuscripts are submitted to peer-review and are reviewed by two specialists who are not members of the Editorial Commission. In the event of disagreement, the manuscript is submitted to other(s) referee(s). If changes or corrections need to be made, the manuscript is returned to the authors who will have thirty days to send a new version.

Publication means fully assigning and transferring all copyrights of the manuscript to the journal. The Liability Statement and Assignment of Copyrights will be enclosed with the notice of acceptance. All the authors must sign the document and return it to the journal.

Preparing manuscripts

The manuscripts should be sent in Word for Windows formats, in Times New Roman, font 12, 1.5 spacing between lines, and pages must be sequentially numbered.

At the time of manuscript submission, the three files specified below must be uploaded to the submission platform:

The first file (Title page) should contain: title (in the language of the text and in English), abstract, resumo, keywords, and palavras-chave. This file should be uploaded as Word file. In addition, add a paragraph with information about the authors contributions, which should be described using the following categories: 1) Conceptualization; 2) Data curation; 3) Formal analysis; 4) Funding acquisition; 5) Investigation; 6) Methodology; 7) Project administration; 8) Resources; 9) Software; 10) Supervision; 11) Validation; 12) Visualization; 13) Writing-original draft;

14) Writing-review & editing. Each author should have contributed in at least two of them. For more information on the author's contributions, please check: <https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>. This file should be uploaded as Word file.

The second file (Article Text) should contain: title (in the language of the text and in English), abstract, *resumo* (abstract in Portuguese), keywords, and *palavras-chave* (keywords in Portuguese), introduction, material and methods, results, discussion (discussion and results can be presented together), conclusions, acknowledgments, references, figure legends in the language of the text and in English, and tables. Tables should be in Word format, sequentially numbered, and with clear captions. This file should be uploaded as Word file.

A third file (Referee list) containing the name, title and e-mail of six possible reviewers should be submitted as Word file. In this file you can also specify reviewers who should be avoided.

All figures (illustrations, graphs, pictures, diagrams, etc.) (PDF with images) should be presented on separate, numbered pages with their respective captions in the language of the text and in English, and submitted separately on the online platform. Images require minimum resolution of 300 dpi and minimum size of 1,500 pixels, in JPEG or TIFF format. If possible, respect the page sizes of the Bulletin, namely 16.5 cm wide and 20 cm tall (for images occupying two columns) or 8 cm wide and 20 cm tall (for images occupying one column). When text is contained in images, the font used should be Arial, 7 to 10 pt. All tables, graphs and images must be necessarily mentioned in the text body.

Keys have to be presented in the following format:

1. Lizard with 4 small limbs.....	2
Lizard with 4 well developed limbs.....	3
2. Fingers and toes generally without nails, dorsals smooth	<i>Bachia flavescens</i>
Fingers and toes with nails, dorsals keeled.....	<i>Bachia panoplia</i>
3. Hands with only 4 fingers.....	4
Hands with 5 fingers.....	5
4. Dorsalscales smooth.....	<i>Gymnophthalmusunderwoodii</i>
Dorsal scales keeled.....	<i>Amapasaurus tetradactylus</i>
5. Head with large scales.....	6
Head with small scales.....	7
6. Posterior scales of head forming a rounded line	<i>Alopoglossus angulatus</i>
Posterior scales of head forming a straight line.....	<i>Arthrosaura kockii</i>
7. Etc. Etc.	

To highlight terms or phrases, please use single quotation marks. Only foreign language words and phrases, and Latinized scientific names should be in italics. Articles must follow the recommendations of the APA 7th Edition - Citation Guide (<https://apastyle.apa.org/stylegrammar-guidelines/references/examples>) for the use and presentation of citations and references. All quotations in the text body must be accurate and listed at the end of the paper.

Basic text structure

Title – The title must appear both in the original language of the text and in English (when English is not the original language). Title must be centralized and in bold. Do not use capitals.

Abstract – This section should be one paragraph long and highlight the goals, methods, and results of the study. Maximum length: 200 words. The abstract should be presented both in Portuguese/Spanish and in English. The authors are responsible for the English translation.

Keywords – Three to six words that identify the topics addressed, for the purpose of indexing the paper in databases.

Introduction – The introduction should contain a clear and concise description based on state-of-the-art knowledge on the topic addressed. It should provide relevant quotations, and express the goals of the study clearly.

Materials and Methods – This section contains clear information on methods, procedures and data analysis. Previously published studies should not be described, only mentioned. Scientific terms, including the names of plants and animals, should be provided correctly and accurately (name, author, year of description).

Results and Discussion – The results and discussion can be comparative or analytical, or emphasize new and important aspects of the study. They can be addressed together under the same topic, or separately according to the logical order of the paper by using tables, graphics and pictures depending on the structure of the text.

Conclusion – The conclusion should be clear and concise, and should mirror the goals of the study.

Acknowledgements – Acknowledgements are brief and can mention: support and funding; connections to graduate programs and/or research projects; acknowledgement to individuals and institutions. The names of institutions should be written in full, those of individuals with initials and family name, indicating what motivated the acknowledgement.

References – References should appear at the end of the text in alphabetical order according to the last name of the first author. In the event of two or more references to the same author, please use chronological order starting with the earliest work. In case there are several publications by the same author in the same year, use lower case letters behind the year to differentiate them. Theses and academic dissertations preferably must have been published. All references must follow the recommendations of the APA 7th Edition - Citation Guide:

Book: Weaver, C. E. (1989). *Clays, muds and shales*. Elsevier.

Chapter in book: Aranha, L. G., Lima, H. P., Makino, R. K., & Souza, J. M. (1990). Origem e evolução das bacias de Bragança - Viséu, S. Luís e Ilha Nova. In E. J. Milani & G. P. Raja-Gabaglia (Eds.), *Origem e evolução das bacias sedimentares* (pp. 221-234). Petrobras.

Article in journal: Gans, C. (1974). New records of small amphisbaenians from northern South America. *Journal of Herpetology*, 8(3), 273-276. <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>

Series/Collection: Camargo, C. E. D. (1987). *Mandioca, o "pão caboclo": de alimento a combustível* (Coleção Brasil Agrícola). Ícone.

Electronic document: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011). *Censo Demográfico 2010*. <https://censo2010.ibge.gov.br/>

Proofs

Authors will receive their paper in PDF format for final approval, and must return the file as soon as possible. Authors must inform the Editors in writing of any changes in the text and/or approval issues. At this stage, changes concerning content or changes resulting in an increase or decrease in the number of pages will not be accepted. In the event the author does not meet the deadline, the formatted paper will be considered approved by the author. The papers will be disclosed in full, in PDF format in the journal website (<https://boletimcn.museu-goeldi.br>).

Mailing address

Museu Paraense Emílio Goeldi

Editor do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais

Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme. CEP 66077-530. Belém - PA - Brazil

Phone: 55-91-3075-6186

E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

Please note:

1 - Before submitting your manuscript to the journal, please check whether you have complied with the norms above. For the editorial process to begin, submitters must comply with the policy.

2 - After acceptance, the papers will be published according to order of arrival. The Scientific Editor may also decide on the most convenient time for publication.

3 - The authors are fully responsible for the scientific content of their manuscripts, language quality, in addition to accuracy between the original and the English version of the title, abstract and keywords. When language is not correct a manuscript can be refused.

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi
Formato: 50P0 x 59P6
Tipografia: MPEG

SUMÁRIO

Adequação das condições de crescimento mínimo para a conservação *in vitro* de *Vernonia condensata*

Assessment of minimum growth conditions for the *in vitro* conservation of *Vernonia condensata*

Rafaela Fonseca Lopes | Karolina Silva Leite de Santana | Vânia de Jesus dos Santos | Eva Maria Rodrigues Costa | Mariane de Jesus da Silva de Carvalho | Weliton Antonio Bastos de Almeida

New information on the breeding biology of fifteen Brazilian bird species

Novas informações sobre a biologia reprodutiva de quinze espécies de aves brasileiras

Carlos O. A. Gussoni | Arthur M. Gomes | Daniel F. Perrella | André de C. Guaraldo | Rogério C. Machado | Maria C. Tinti | Paloma H. Paixão | Helbert E. Noventa | Vítor A. Rodrigues | Sidinei Rampin

Riqueza da brioflora como indicador da cobertura vegetal nativa em parques na cidade de São Paulo

Richness of bryoflora as indicator of the native vegetation coverage of parks in the city of São Paulo

Sandra Regina Visnadi