

Singularidade da brioflora em diferentes paisagens urbanas e o seu valor para a qualidade ambiental na cidade de São Paulo

Singularity of the bryoflora in different urban landscapes and its value to the environmental quality in the city of São Paulo

Sandra Regina Visnadi 

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

Resumo: Parques urbanos possibilitam ao público melhor compreensão da ação humana sobre o meio ambiente, como os parques Previdência e Independência, onde as briófitas foram estudadas nas áreas antrópicas, em bosque heterogêneo e na floresta ombrófila densa. O material (382 exsicatas), depositado nos herbários do Instituto de Pesquisas Ambientais e da Prefeitura do Município de São Paulo, revela uma brioflora (67 espécies) heterogênea para a área de estudo. A riqueza em espécies – maior na floresta ombrófila densa (Parque Previdência), menor na área antrópica (Parque Independência) e intermediária em bosques heterogêneos (ambos os parques) – evidencia a importância da brioflora como indicador da qualidade ambiental nesses locais. A brioflora mais rica para vegetação conspícua e densa (Parque Previdência) e o contrário disso para paisagens menos arborizadas (Parque Independência) confirmam que a arborização é importante para a conservação das briófitas nos parques urbanos paulistanos. O fato de mais espécies terem sido registradas na área do Parque Previdência, que está situada em região densamente arborizada, do que para o Parque Independência, situado em região mais urbanizada, demonstra que as briófitas são também úteis para o monitoramento da qualidade ambiental na cidade de São Paulo. Os parques possuem espécies endêmicas do Brasil e uma espécie ameaçada de extinção no estado paulista.

Palavras-chave: Área antrópica. Bosque heterogêneo. Briófitas. Floresta ombrófila densa. Parque Previdência. Parque Independência.

Abstract: Urban parks allow to the public better understanding of the human action on the environment. Among such parks are the Previdência and Independência parks, where the bryophytes were studied in anthropic areas, heterogeneous forested areas, and in dense ombrophilous forest. The material (382 exsicatas), deposited in the herbariums of the Institute of Environmental Research and of the São Paulo City Hall, reveals a heterogeneous bryoflora (67 species) for the study area. The species richness, which is higher in dense ombrophilous forest (Previdência Park), lower in the anthropic area (Independência Park), and intermediate in heterogeneous forested areas (both parks), demonstrated the importance of bryoflora as environmental quality indicator in these locations. Richer bryoflora for conspicuous and dense vegetation (Previdência Park) and the opposite for less wooded areas (Independência Park) confirms the afforestation is essential for the conservation of bryophytes in the urban parks of the city of São Paulo. More species are recorded for the area (Previdência Park) located in densely wooded region than for areas (Independência Park) in a more urbanized region, indicating that bryophytes are also useful for monitoring environmental quality in the city of São Paulo. The parks have endemic species from Brazil and an endangered species in the State of São Paulo.

Keywords: Anthropic area. Heterogeneous forested areas. Bryophytes. Dense ombrophilous forest. Previdência Park. Independência Park.

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>

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 04/10/2019

Aprovado em 16/02/2022

Responsabilidade editorial: Aluisio José Fernandes-Júnior



INTRODUÇÃO

A importância ambiental da Mata Atlântica é inquestionável, pois a sua megadiversidade biológica, tratada como patrimônio nacional de relevância planetária, torna a região de sua ocupação altamente prioritária para a conservação mundial (Martins et al., 2017). Está entre os 34 *hotspots* globais de biodiversidade estabelecidos pela *Conservation International* e entre os biomas com os maiores índices de endemismo da Terra (Gaspar, 2010; Sugiyama, 2010). É o bioma com a maior biodiversidade conhecida no país (Scaramuzza, 2016), mas também o mais ameaçado, estando seus ecossistemas altamente devastados e carecendo de urgente restauração (A. N. Silva et al., 2014).

Dois terços das florestas do mundo foram modificados por impactos humanos (Koh & Gardner, 2011). O processo de urbanização na cidade de São Paulo, por exemplo, foi o principal responsável pela eliminação da sua cobertura vegetal (Almeida et al., 2010; Branco, 2011), permanecendo, contudo, no entorno da capital paulista, um dos principais remanescentes da vegetação natural do estado de São Paulo (A. N. Silva et al., 2014). A Mata Atlântica cobre apenas 30,4% do território do município de São Paulo e, neste contexto, bosques heterogêneos são importantes para a recuperação dessa vegetação na cidade, pois, quando dotados da função de corredor ecológico, favorecem o estabelecimento das espécies de sombra, além de contribuírem para a implantação de sub-bosque arbustivo-arbóreo. A recuperação da Mata Atlântica ainda visa, em alguns parques paulistanos, ao estabelecimento de espécies epífitas (Martins et al., 2017).

Parques urbanos possibilitam ao público melhor compreensão da ação humana sobre o meio ambiente, pois abrigam áreas naturais e antrópicas (Ribeiro, s. d.). Todavia, o grande desafio desses espaços é conciliar a proteção da biodiversidade e a promoção dos serviços ecossistêmicos com o uso público, conferindo qualidade ambiental ao local (Rotermund, 2012), segundo as políticas nacionais da biodiversidade (Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002) e as políticas ambientais para a cidade

de São Paulo (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014). A floresta urbana interfere na qualidade de vida (Brazolin, 2012), e os parques favorecem as atividades de educação ambiental e de lazer, além do ecoturismo, que atendem às demandas para o uso social das florestas. No entanto, a visitação pública está sujeita às normas e restrições previstas em regulamentos, além daquelas estabelecidas em planos de manejo e pela administração local (A. N. Silva et al., 2014). A conscientização pública sobre o ambiente natural e a biodiversidade e sobre a importância deles para a sociedade tem se intensificado no Brasil ao longo desses últimos 20 anos (Scaramuzza, 2016).

A Mata Atlântica possui a mais rica brioflora, destacando-se a floresta ombrófila densa, uma das formações florestais desse bioma, pela riqueza de epífitas e, particularmente, pela maior riqueza em espécies e pelo mais alto endemismo de briófitas (Sugiyama, 2010; A. N. Silva et al., 2014; D. Costa & Peralta, 2015). O bioma é também importante para a riqueza da brioflora urbana (Carmo et al., 2015).

Briófitas em fragmentos de vegetação urbana têm sido estudadas em cidades sob domínio do bioma Mata Atlântica, como em São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019) e na região metropolitana (RMSP), em Mauá (Mello et al., 2011) e Ribeirão Pires (Prudêncio et al., 2015), além de Santos (Mello et al., 2001) e de cidades sob domínio dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, como Rio Claro (Visnadi & Monteiro, 1990).

As briófitas foram também registradas para áreas verdes fragmentadas em outras cidades da região Sudeste, como no Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro (Molinari & D. Costa, 2001), em Juiz de Fora (Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015), sob domínio do bioma Mata Atlântica, em Ituiutaba (Lima & Rocha, 2015; A. L. Silva & Rocha, 2015, bioma Cerrado) e Belo Horizonte (Peñalosa-Bojacá et al., 2017, biomas Mata Atlântica e Cerrado), no estado de Minas Gerais; em fragmentos de vegetação urbana da região Sul, em Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul (Bordin & Yano, 2009), e em Maringá, no Paraná

(Borella et al., 2019), bem como da região Nordeste, em Salvador (Bastos & Yano, 1993) e Vitória da Conquista, na Bahia (Souza et al., 2016), sob domínio do bioma Mata Atlântica, e em Caxias, no Maranhão (A. M. Silva et al., 2018, bioma Cerrado); em áreas verdes urbanas da região Norte, em Rio Branco, no Acre (Vital & Visnadi, 1994), em Belém, no Pará (Lisboa & Ilkiu-Borges, 1995), e em Macapá, no Amapá (Gentil & Menezes, 2011), sob domínio do bioma Amazônia.

O conhecimento e o monitoramento da biodiversidade, necessários à gestão dos recursos naturais, são relacionados pela política nacional (Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002) e pelo plano municipal de estratégias e ações locais em São Paulo (Branco, 2011). Recomendações de estudos sobre a flora paulistana priorizam levantamentos florísticos principalmente de epífitas, além de coletas em áreas pouco estudadas (Catharino & Aragaki, 2008). Áreas urbanas, em especial aquelas que possuem fragmentos de vegetação, entre

outros usos da terra, são também muito visadas para o monitoramento cada vez mais acurado da sua vegetação (Scaramuzza, 2016).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo realizar o levantamento florístico das briófitas ocorrentes nos parques Previdência e Independência, a fim de se conhecer a riqueza e a composição da brioflora, bem como a distribuição e o *habitat* das espécies nas áreas antrópicas, em bosque heterogêneo e na floresta ombrófila densa e, com isso, contribuir para o conhecimento e a conservação da biodiversidade paulistana e para o monitoramento ambiental desses parques na cidade de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nos parques Previdência e Independência, na cidade de São Paulo (Figura 1, Tabela 1),

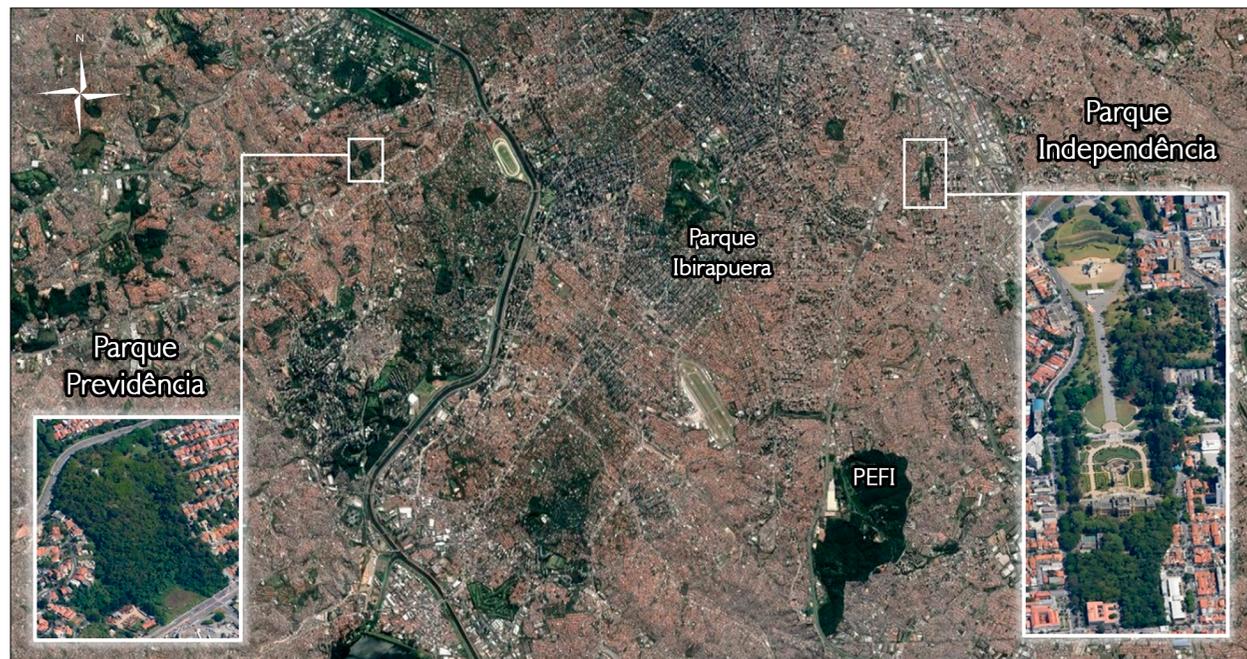


Figura 1. Localização dos parques Previdência e Independência na cidade de São Paulo, estado de São Paulo. Legenda: PEFI = Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Modificado de Google/EMPLASAGEO. Mapa: Governo do Estado de São Paulo.

Figure 1. Location of the Previdência and Independência parks, in the city of São Paulo, State of São Paulo. Legend: PEFI = Fontes do Ipiranga State Park. Modified from Google/EMPLASAGEO. Map: Government of the São Paulo State.

Tabela 1. Parques Previdência e Independência na cidade de São Paulo: localização geográfica (Google Maps/Google Earth, s. d.), ano da implantação, superfície, extensão e categoria (Whately et al., 2008) e índice de cobertura vegetal (ICV), em m² de verde por habitante, no local onde os parques estão situados (Buckeridge, 2015).

Table 1. Previdência and Independência parks in the city of São Paulo: geographic location (Google Maps/Google Earth, s. d.), year of implantation, surface, extent and category (Whately et al., 2008), and vegetal cover index (ICV), in m² of green per inhabitant, in the site where the parks are located (Buckeridge, 2015).

Parques	Implantação	Localização geográfica	Superfície (ha)	Extensão	Categoria	ICV
Previdência	1979	23° 34' S, 46° 43' W	9,1	Pequeno	Natural	70,3
Independência	1989	23° 34-35' S, 46° 36' W	16,1	Médio	Histórico	13

sob administração da Coordenação de Gestão de Parques e Biodiversidade Municipal (CGPABI), da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP). Ambos os parques são abertos à visitação pública, dispendo de jardins e áreas de estar, entre outras benfeitorias (aparelhos para ginástica, *playgrounds* e sanitários), além de pontos de entrega de material para reciclagem (R. Costa, 2007; Marchesi, 2014).

O Parque Previdência possui áreas antrópicas, com trechos de bosque heterogêneo, além de importante remanescente da floresta ombrófila densa (Takiya, 2002), que é considerado um dos fragmentos mais significativos de Mata Atlântica da zona oeste da cidade de São Paulo (Malagoli et al., 2008a). Os parques eram vistos somente como espaços de lazer, mas, hoje, voltam-se também para a conservação da biodiversidade e para prestação de serviços ecossistêmicos (Rotermund, 2012). É o caso do Parque Previdência, que foi implantado durante gestão conhecida pela implantação de vários parques públicos paulistanos (1976-1979), visando à preservação das áreas verdes urbanas, a fim de garantir o equilíbrio ecológico da cidade, em conformidade com a então política nacional voltada à proteção da cobertura vegetal (Barone, 2013). Foi construído em área anteriormente ocupada por instituição estadual pública e reservatório local de abastecimento de água; atualmente, abriga edificações destinadas a serviços técnicos e ao atendimento público, além de possuir trilhas, orquidário, viveiro de gansos e de mudas (R. Costa, 2007; Marchesi, 2014).

Por outro lado, o Parque Independência foi construído em homenagem à Proclamação da

Independência (Almeida et al., 2010). A utilização das áreas naturais para lazer é antiga, mas se intensificou com o crescimento das cidades, e passou também a ser considerada uma atividade educativa e de valorização dos recursos naturais e culturais (A. N. Silva et al., 2014). É o caso do Parque Independência, que abriga monumento e edificação relacionados à história do Brasil, além de museu, jardins e um bosque com grande importância ambiental. A área é cortada pelo riacho do Ipiranga (Ribeiro, s. d.), possuindo também praça para eventos e estacionamento (Marchesi, 2014). O parque é antrópico e foi tombado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (CONPRESP) e pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT), em razão da sua importância paisagística, arquitetônica e cultural (Takiya, 2002).

A área de estudo possui floresta ombrófila densa, com predomínio de espécies arbóreas nativas sob interferência antrópica, sendo esporádica a ocorrência de espécies exóticas (Parque Previdência), bosque heterogêneo, com arborização implantada de espécies nativas ou exóticas (ambos os parques), além de sub-bosque nos dois tipos de vegetação (Takiya, 2002; PMSP, 2016a, 2016b, 2016c). Os dois parques estão sob a influência do Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano, cuja temperatura média e pluviosidade anuais estão entre 19,3 e 19,6 °C e entre 1.250 e 1.580 mm, respectivamente (Martins et al., 2017).

O estudo foi realizado em quatro tipos de paisagens, como na floresta ombrófila densa e na área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência), no bosque heterogêneo e em área antrópica (Parque Independência) (Apêndice 1).

AMOSTRAGEM E ESTUDO DO MATERIAL

Os trabalhos de campo (coleta do material) e de laboratório (herborização), além do estudo e da identificação das espécies, seguiram roteiro e literatura básica recomendados em Frahm (2003).

As briófitas não são comuns no Parque Independência e, portanto, percorreu-se toda a sua extensão para a coleta do material disponível (132 exsicatas). O mesmo procedimento foi realizado para a área antrópica (com trechos de bosque heterogêneo), exceto para a floresta ombrófila densa do Parque Previdência (250 exsicatas). Nessa floresta, as coletas foram realizadas ao longo de trilhas, em locais mais planos ou com menor declividade. Essa atividade foi limitada pela disponibilidade de acompanhantes para trechos com mata muito densa e áreas muito íngremes e pelas fortes chuvas, devido ao risco de queda iminente de ramos e de árvores. A coleção se encontra depositada no Herbário Maria Eneyda Pacheco Kauffmann Fidalgo, do Instituto de Pesquisas Ambientais (SP, 382 exsicatas) e no Herbário da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP, 135 duplicatas). Os *vouchers* das espécies foram relacionados no Apêndice 1.

A identificação do material foi também baseada em ilustrações e imagens em The Plant List (s. d.), Tropicos (s. d.) e JBRJ (2020), bem como a citação do nome e do autor das espécies e de gênero. Os táxons foram listados (Apêndice 1) segundo classificação para musgos (Bryophyta) em Goffinet et al. (2009) e para as hepáticas (Marchantiophyta) em Crandall-Stotler et al. (2009).

Os dois parques foram relacionados na mesma sequência (Figura 1, Tabelas 1 e 2, Apêndice 1), segundo o número decrescente de espécies registradas, a fim de melhor se poder comparar os resultados obtidos.

As amostras de briófitas foram obtidas de forófitos diversos, até 2 m de altura do solo, classificando as espécies ocorrentes nesses substratos naturais como cortícicola (em córtex ou casca), epífila (em folhas) e epíxila (em tronco em decomposição), além de saxícola (em rocha) e terrícola (em solo) – segundo Robbins (1952); Luiz-Ponzo et al. (2006); Souza et al. (2017) – e pelo registro nos substratos artificiais (casmófito, de acordo com Souza et al., 2015), como alvenaria, concreto, madeira tratada e tijolo.

Os grupos ecológicos (espécie generalista, espécie típica de sombra) e as formas de vida (flabelado, taloso, tapete, trama, tufo) das briófitas (Apêndice 1; Mägdefrau, 1982; Richards, 1984; Gradstein et al., 2001; Glime, 2017a) foram registrados durante o trabalho de campo e estudados na identificação do material, utilizando-se das informações em literatura para as espécies tropicais (Frahm, 2003) e em banco de dados (JBRJ, 2020).

ANÁLISE DOS DADOS

Utilizou-se a análise de rarefação por amostra (ou curva de acumulação de espécies), para se determinar a suficiência amostral no estudo realizado, além da análise de rarefação individual, para se comparar a riqueza das espécies de briófitas entre os parques estudados. Ambas as análises foram aplicadas à matriz de dados quantitativos (67 espécies x quatro tipos de paisagens, Apêndice 1), no programa PAST 4.06 (Hammer et al., 2001).

Avaliou-se a similaridade florística entre os parques Previdência e Independência, calculando-se os índices de Jaccard e de Sørensen (N. Santos et al., 2011; Visnadi, 2015b), bem como a similaridade florística entre os quatro tipos de paisagens, por meio de análise de agrupamento, aplicando-se o índice de Jaccard à matriz de dados binários (67 espécies x quatro tipos de paisagens, Apêndice 1) e utilizando o método de ligação pela média de grupo (*Unweighted Pair-group Method Using Arithmetic Averages* - UPGMA). Registrou-se o coeficiente de correlação cofenética, que indica correspondência razoável (quando acima de 0,7) ou adequada (quanto mais próximo de 1)

do agrupamento com a matriz de dados originais (Sneath & Sokal, 1973; Magurran, 2004; Fernandes et al., 2013; Albuquerque et al., 2016).

O mesmo tipo de avaliação foi realizado com a matriz de dados binários sem as espécies restritas à determinada área (31 espécies x quatro tipos de paisagens) para se comparar com os resultados da análise da matriz anterior (67 espécies x quatro tipos de paisagens) (Apêndice 1), a fim de averiguar se as espécies restritas modificam o padrão de variação dos dados entre os quatro tipos de paisagens estudados. Todas as análises multivariadas foram também realizadas no programa PAST 4.06 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A brioflora (67 espécies e uma variedade, em 42 gêneros e 24 famílias) é relacionada pela primeira vez para os parques Previdência e Independência, São Paulo, capital (Apêndice 1), onde os musgos (Bryophyta: 40 espécies e uma variedade, em 27 gêneros e 16 famílias; 61,3% das amostras) superam as hepáticas (Marchantiophyta: 27 espécies, em 15 gêneros e oito famílias; 38,7% das amostras). Em áreas urbanas, a biodiversidade é elevada apenas para poucos grupos de organismos (Adler & Tanner, 2015), como para os musgos, que também predominam nas áreas verdes urbanas da RMSP (Mello et al., 2011;

Prudêncio et al., 2015; Visnadi, 2015b, 2018, 2019) e do estado de São Paulo (Visnadi & Monteiro, 1990; Mello et al., 2001), além dos estados do Amapá e do Pará, da Bahia, do Rio de Janeiro, de Minas Gerais, do Paraná e do Rio Grande do Sul (Bastos & Yano, 1993; Lisboa & Ilkiu-Borges, 1995; Molinaro & D. Costa, 2001; Bordin & Yano, 2009; Gentil & Menezes, 2011; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Lima & Rocha, 2015; Paiva et al., 2015; A. L. Silva & Rocha, 2015; Peñaloza-Bojacá et al., 2017; Borella et al., 2019). As regiões metropolitanas paulistas, como a RMSP, que é a maior metrópole do país, destacam-se pela emissão de poluentes provenientes dos veículos e das atividades industriais (Candido et al., 2016), sendo que a diminuição de hepáticas (que são mais sensíveis) nas florestas da Alemanha já foi relacionada às emissões antrópicas (Dittrich et al., 2016).

Todavia, as hepáticas apresentam maior proporção para a brioflora do Parque Previdência (26 espécies, 43%) do que para a brioflora do Parque Independência (dez espécies, 32%) (Tabela 2, Apêndice 1), pois essas plantas predominam em ambientes muito úmidos (Tan & Pócs, 2000), sendo, geralmente, menos tolerantes à seca do que os musgos (Gradstein et al., 2001). Rareamento da vegetação provoca a dessecação do ambiente (Guaratini, 2010), como em bosques heterogêneos, cuja vegetação é bem mais esparsa (ambos os parques) do que na floresta ombrófila densa (Parque Previdência). Por outro lado, hepáticas predominam em bosque heterogêneo nos

Tabela 2. Espécies em comum e espécies restritas (total e distribuição) aos parques Previdência e Independência, na cidade de São Paulo.

Table 2. Species in common and species restricted (total and distribution) to the Previdência and Independência parks, in the city of São Paulo.

Parques	Espécies em comum	Espécies restritas		
		Total	Total Distribuição	
Previdência	25	36	29 espécies na floresta ombrófila densa Uma espécie na área antrópica com trechos de bosque heterogêneo Seis espécies em comum aos dois tipos de área	61
Independência	25	6	Quatro espécies no bosque heterogêneo Duas espécies na área antrópica	31
Total	25	42		67



parques Casa Modernista e Trianon, que se situam em áreas com poluição do ar, muito concreto e pouco verde, e essa intensa urbanização na capital paulista já foi associada a aumentos locais de chuvas (Visnadi, 2018).

A curva de acumulação de espécies indica a necessidade de mais coletas, para que o levantamento de campo melhor represente a composição florística da brioflora na área de estudo (Figura 2, Apêndice 1). As áreas antrópicas e com vegetação de bosque heterogêneo foram percorridas em toda a sua extensão para a coleta do material disponível, mas, para a floresta ombrófila densa, as coletas foram limitadas às trilhas, aos locais de melhor acesso e à disponibilidade de acompanhantes para trechos com vegetação menos acessíveis. A brioflora também não foi estudada em copas, tampouco acima de 2 m de altura nos caules e troncos da vegetação, em ambos os parques.

Entretanto, devido à alta riqueza em espécies, a curva de acumulação não se estabiliza para florestas tropicais, mesmo com grandes tamanhos de amostra (Schilling & Batista, 2008). O mesmo ocorre para áreas urbanas e, nesse caso, a curva de acumulação aumenta continuamente, devido à dificuldade no deslocamento das espécies entre os seus *habitats*, que, embora circunvizinhos uns dos outros, são fragmentados, diversificados, contrastantes, isolados e bastante comprimidos. Além disso, os ecossistemas urbanos podem ser ainda mais imprevisíveis do que os ecossistemas não perturbados (Adler & Tanner, 2015). Riqueza abaixo da esperada foi também registrada para a brioflora no Pará (R. Santos & Lisboa, 2008; Lopes et al., 2016), na Paraíba (Germano et al., 2016) e, especificamente, em oito parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2018, 2019). Por outro lado, em Belgrado, na Sérvia, a brioflora (58 espécies) foi considerada diversificada, sendo essa diversidade relacionada aos diferentes *habitats* na área mais antiga da cidade (Grdović & Stevanović, 2006).

Os quatro tipos de paisagens são distintos em relação à riqueza de espécies. As três áreas com vegetação conspícua (floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo, Apêndice 1) poderiam ser mais ricas em espécies, caso o

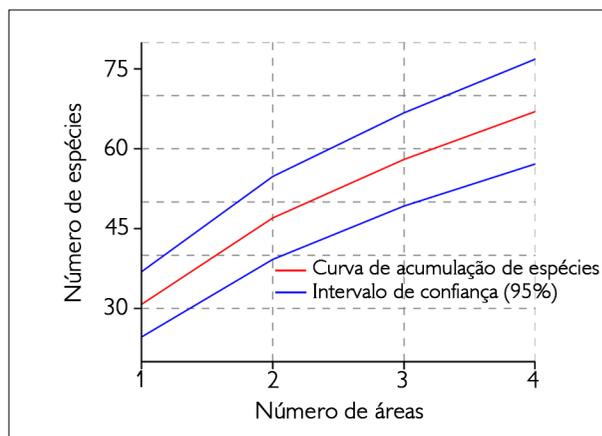


Figura 2. Curva de acumulação de espécies para as briófitas encontradas na floresta ombrófila densa e área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência), no bosque heterogêneo e na área antrópica (Parque Independência).

Figure 2. Species accumulation curve for the bryophytes found in the dense ombrophilous forest and anthropic area with patches of heterogeneous forest (Previdência Park), in the heterogeneous forest and anthropic area (Independência Park).

material estudado totalizasse maior número de amostras. Apenas para a área antrópica do Parque Independência o total de espécies não se altera com o aumento do número de amostras (Figura 3). Essa última área é aberta, com vegetação arbustivo-arbórea muito esparsa ou em constante manutenção, a fim de não descaracterizar os jardins ao redor das edificações e do monumento. Somente algumas espécies conseguem tolerar um ambiente variável e estressante, devido às perturbações frequentes (Adler & Tanner, 2015). Confirmando essa informação, 13 das 15 espécies ocorrentes nas áreas antrópicas do Parque Independência também ocorrem nas áreas antrópicas onde predominam as edificações do Parque Ibirapuera (Apêndice 1; Visnadi, 2019).

Todavia, as áreas antrópicas do Parque Independência (Tabela 1 e Apêndice 1) são mais pobres em briófitas do que as áreas antrópicas (35 espécies) do Parque Ibirapuera (158,4 ha, inaugurado em 1954; Visnadi, 2019). Áreas urbanas maiores e mais antigas apresentam biota mais rica, pois têm espaços grandes e disponíveis há mais tempo, para que processos de sucessão e acúmulo de

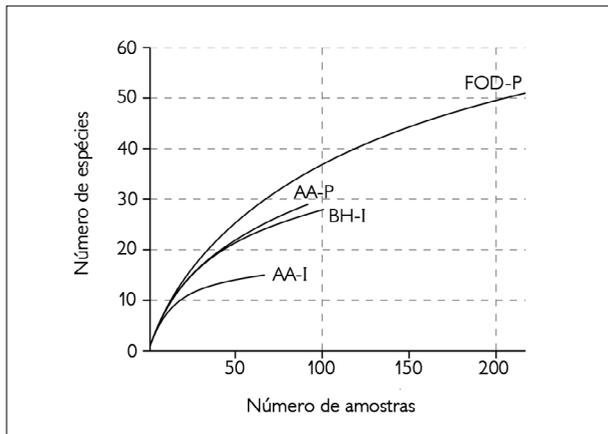


Figura 3. Riqueza em espécies de briófitas (rarefação individual) para as quatro áreas estudadas. Legendas: FOD-P = floresta ombrófila densa; AA-P = área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência); BH-I = bosque heterogêneo; AA-I = área antrópica (Parque Independência).

Figure 3. Richness of bryophyte species (individual rarefaction) for the four studied areas. Legends: FOD-P = dense ombrophilous forest; AA-P = anthropic area with patches of heterogeneous forest (Previdência Park); BH-I = heterogeneous forest; AA-I = anthropic area (Independência Park).

espécies aconteçam (Adler & Tanner, 2015). As áreas antrópicas (153 espécies) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) são ainda mais ricas, mas esse parque, que é maior e mais antigo (493,21 ha, 1893, como parque do Estado), também possui floresta ombrófila densa, cuja manutenção nos arredores das suas áreas antrópicas arborizadas minimiza as consequências do desmatamento na brioflora (Barbosa et al., 2002; Visnadi, 2015b). A Mata Atlântica, especificamente a floresta ombrófila densa, possui maior riqueza em espécies de briófitas (D. Costa & Peralta, 2015).

A floresta ombrófila densa (Parque Previdência) e o bosque heterogêneo (ambos os parques) também possuem maiores números de espécies e percentagens de amostras em comparação com a área antrópica do Parque Independência, cuja vegetação é mais rala (Apêndice 1). Biota empobrecida ocorre nas áreas verdes impactadas pela influência antrópica (Schoenlein-Crusius, 2012) e nos locais mais densamente construídos (Adler & Tanner,

2015). Além disso, nas áreas urbanas, os *habitats* naturais são frequentemente substituídos pelos *habitats* artificiais, afetando muitas espécies nativas (Koh & Gardner, 2011). A preservação do dossel, por exemplo, é importante para a conservação da biodiversidade das briófitas (Gradstein & Sporn, 2010; J. Oliveira et al., 2011), que são também escassas em locais dos parques Cordeiro Martin Luther King e Ibirapuera, onde a vegetação é mais esparsa (Visnadi, 2018, 2019).

OCORRÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO

A brioflora é distinta em ambos os parques, sendo mais rica em espécies e totalizando mais amostras no Parque Previdência do que no Parque Independência (Apêndice 1 e Tabela 2), onde já se constatou escassez de epífitas (Almeida et al., 2010). É possível haver rica biodiversidade nas cidades (Campbell et al., 2012; Martins et al., 2017), mas essa maior riqueza se relaciona a ambientes urbanos mais antigos, maiores e que possuem diversidade de *habitats* (Adler & Tanner, 2015). O Parque Previdência é mais antigo, porém menor do que o Parque Independência, além de ambos se enquadrarem em categorias diferentes (Tabela 1). A floresta ombrófila densa, rica em briófitas (D. Costa & Peralta, 2015), ocorre apenas no Parque Previdência e bosques heterogêneos, com brioflora mais pobre (Visnadi, 2018, 2019), ocorrem em ambos os parques.

Todavia, bosques heterogêneos com espécies nativas ou exóticas representam apenas 13,2%, enquanto a floresta ombrófila densa com predomínio de espécies nativas, 74,7% do total de fragmentos remanescentes do bioma Mata Atlântica, na cidade de São Paulo (Martins et al., 2017). Paisagens urbanas com plantas nativas possuem maior riqueza e abundância de espécies do que aquelas outras antrópicas, constituídas por plantas exóticas (Adler & Tanner, 2015).

O Parque Previdência se situa em região com ICV alto e temperaturas mais amenas, ao contrário do Parque Independência, situado em região com ICV baixo e mais urbanizada – residencial com centros de comércio, área

industrial e significativo número de edifícios –, apresentando temperaturas mais elevadas e maior acúmulo de poluentes (Tabela 1; Takiya, 2002; Nobre et al., 2011; H. Barros & Lombardo, 2016). As diferentes regiões da cidade de São Paulo apresentam condições ambientais e vegetação (remanescentes do bioma Mata Atlântica) heterogêneas (Sepe & Gomes, 2008; Martins et al., 2017). No Brasil, onde a biodiversidade é elevada, as espécies estão adaptadas aos mais diversos climas e condições ambientais nas diferentes formações vegetais existentes (Guaragini, 2010). Em áreas urbanas, particularmente, biodiversidade elevada é favorecida pelos *habitats* fragmentados, isolados e com espécies diferentes quando os indivíduos não conseguem se deslocar livremente entre eles; nesses ambientes, espécies mais sensíveis, por exemplo, só persistem em fragmentos de vegetação, por estes serem menos urbanizados e perturbados (Adler & Tanner, 2015).

Fragmentos de vegetação e sua biota são influenciados pela paisagem do entorno (Bennett & Saunders, 2011), pois em paisagens empobrecidas, como muitas na região tropical, as florestas secundárias são também empobrecidas (Tabarelli et al., 2012). A vegetação circundante igualmente influencia a composição da brioflora urbana (Carmo et al., 2015). A flora de briófitas é mais rica em fragmentos menos isolados (Alvarenga & Pôrto, 2007), como em parques situados em bairros mais densamente arborizados (Visnadi, 2018, 2019). Aliás, uma das diretrizes da política ambiental para a cidade de São Paulo é a melhoria da relação de áreas verdes por habitante no município (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014) e, na região onde está o Parque Independência, é necessário aumentar 3,5 vezes o ICV, a fim de se uniformizar a arborização para o mais próximo possível de uma árvore por habitante (Buckeridge, 2015).

Além disso, o Parque Previdência está mais próximo da periferia, enquanto o Parque Independência, mais próximo do centro da capital paulista. São Paulo apresenta perfil térmico de uma ilha urbana de calor clássica, com periferias mais frias do que o centro da cidade, devido à urbanização (Nobre et al., 2011). Entretanto, parques

sofrem menos com o efeito das altas temperaturas, devido à sua maior cobertura vegetal (Adler & Tanner, 2015). A falta de vegetação contribui para a manutenção das ilhas de calor (Branco, 2011; Steinbaum & Massambani, 2011), pois a arborização influencia, de modo considerável, as condições microclimáticas urbanas (Takiya, 2002), amenizando, por exemplo, as temperaturas nos espaços urbanos da capital paulista (H. Barros & Lombardo, 2016). Apenas um menor número de espécies consegue sobreviver sob temperaturas extremas (Adler & Tanner, 2015); em florestas, diminuição no número de espécies de briófitas, além de mudanças na composição florística da brioflora já foram relacionadas a aumentos de temperatura (Gradstein & Sporn, 2009; Dittrich et al., 2016).

A flora de briófitas, contudo, é similar entre os parques Previdência e Independência, segundo valores calculados para os índices de similaridade de Jaccard (0,37) e de Sørensen (0,54). Valores iguais foram obtidos para a brioflora entre as áreas florestais e antrópicas do PEFI (Visnadi, 2015b), porém maiores (Jaccard = 0,48 e Sørensen = 0,65) para a brioflora entre as áreas com bosque heterogêneo e naquelas onde predominam as edificações do Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019). Diferentes áreas possuem vegetação similar quando se obtêm valores para os índices de Jaccard acima de 0,25 e de Sørensen acima de 0,5 (Andrade et al., 2002; Polisel & Franco, 2010).

Essa similaridade entre os parques Previdência e Independência se deve a 25 espécies em comum (37,3%), que se distribuem nos quatro tipos de áreas estudadas (Apêndice 1 e Tabela 2). Muitas espécies não ficam confinadas a fragmentos de vegetação, ocorrendo também em diferentes tipos de paisagens modificadas pelo homem (Bennett & Saunders, 2011). As 25 espécies representam 81% da brioflora do Parque Independência e apenas 41% da brioflora do Parque Previdência, evidenciando a grande relevância do último parque para a conservação da biodiversidade de briófitas na cidade de São Paulo.

Todavia, a brioflora é distinta entre ambos os parques, pois 42 espécies (62,7%) são exclusivas, ocorrendo em

maior proporção no Parque Previdência do que no Parque Independência (Apêndice 1 e Tabela 2), comprovando a grande heterogeneidade florística da vegetação na capital paulista (Catharino & Aragaki, 2008; Martins et al., 2017), onde a distribuição das espécies de briófitas é regional (Visnadi, 2018). A brioflora é similar nas áreas florestais e antrópicas do PEFI, cujos totais de espécies são quase idênticos, com 161 e 153, respectivamente (Visnadi, 2015b); a flora de briófitas, no entanto, foi considerada distinta entre as áreas com bosque heterogêneo e as áreas onde predominam as edificações no Parque Ibirapuera, as quais também totalizam números muito diferentes de espécies, com 51 e 35, respectivamente (Visnadi, 2019).

Além disso, a brioflora é incomum nos parques, pois 53 espécies (79,1%) foram registradas apenas entre 0,2 a 2% das amostras; a distribuição também não é uniforme na área de estudo, pois inclui as espécies restritas à floresta

ombrófila densa e à área antrópica com trechos de bosque heterogêneo e três espécies comuns a essas duas paisagens (*Frullania kunzei*, *Lejeunea phyllobola*, *Plagiochila corrugata*) no Parque Previdência, além das espécies restritas ao Parque Independência; apenas 14 espécies são comuns aos dois parques estudados (Figura 4, Apêndice 1 e Tabela 2). O Brasil possui espécies adaptadas a limites estreitos de variação ambiental (Guaratini, 2010) e, no caso das briófitas, muitas delas têm fortes afinidades com seu *habitat*; a maior parte das espécies raras está ainda restrita e limitada às exigências pontuais do ambiente onde vive (Gignac, 2011). Todavia, populações diminutas são vulneráveis à extinção local (Bennett & Saunders, 2011) e, em cidades, a flora ainda reflete as consequências da fragmentação, das perturbações e da qualidade dos *habitats*. Algumas espécies ficam restritas a pequenos fragmentos da área urbana mais adequados à sua sobrevivência, os quais podem estar isolados por áreas

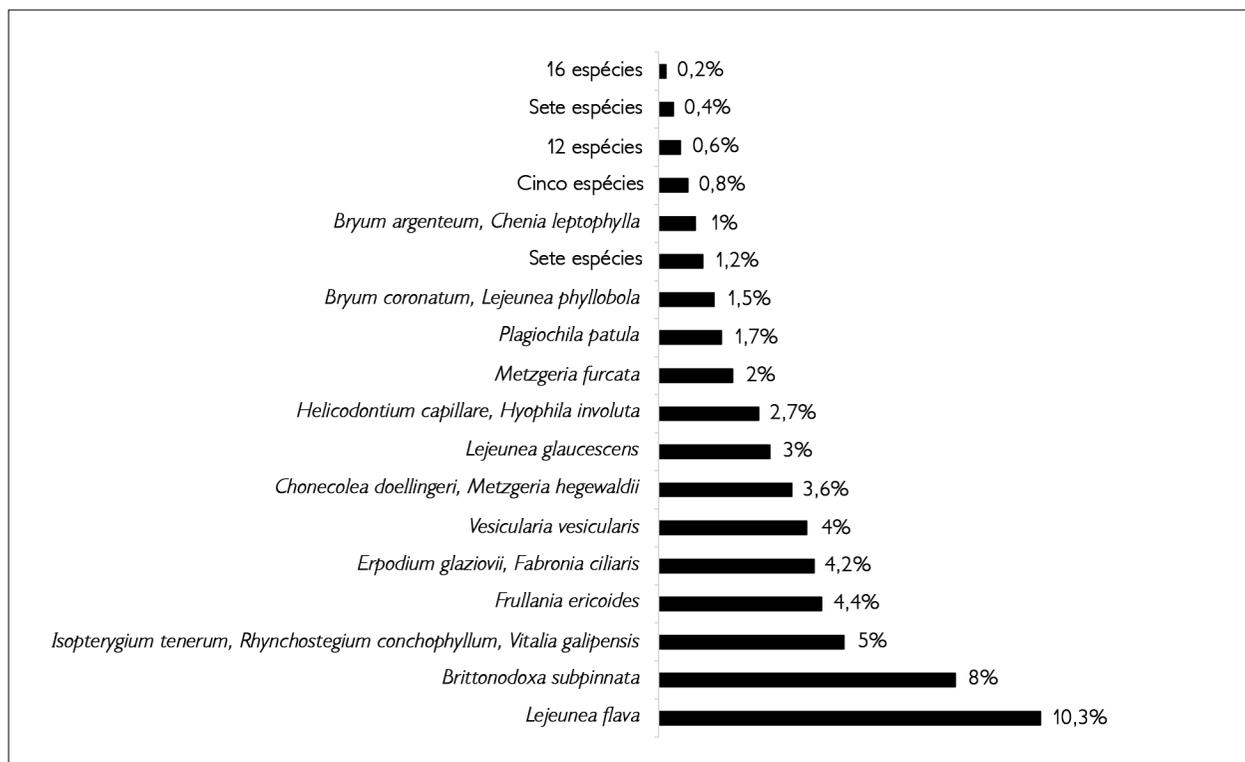


Figura 4. Percentagem de amostras das briófitas encontradas nos parques Previdência e Independência.

Figure 4. Percentage of samples of the found bryophytes in the Previdência and Independência parks.

hostis e inóspitas; além disso, a distribuição das espécies também pode variar dentro das próprias manchas urbanas de *habitat* (Adler & Tanner, 2015). Brioflora rara foi registrada para área verde urbana, em Maringá, no Paraná (Borella et al., 2019), e para a capital paulista, no Parque Ibirapuera, onde a distribuição das espécies não é uniforme, sendo ainda totalizadas, para a maioria delas, baixas percentagens de amostras (Visnadi, 2019).

Poucas briófitas (12 espécies, 17,9%) são mais frequentes na área de estudo (entre 2,7 e 5% das amostras, Figura 4). *Isopterygium tenerum*, *Rhynchostegium conchophyllum* e *Vesicularia vesicularis* restringem-se ao Parque Previdência, mas as outras nove espécies são comuns a ambos os parques (Apêndice 1 e Tabela 2) e dentre estas está *Frullania ericoides*, que é tolerante à perturbação ambiental (Carmo et al., 2015), distribuindo-se por quatro parques pequenos (Visnadi, 2018) e pelo extenso Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019).

Apenas *Lejeunea flava* e *Brittonodoxa subpinnata* (3%) são muito comuns nos parques Previdência e Independência (Apêndice 1 e Tabela 2), totalizando muitas

amostras (Figura 4). Em *habitats* fragmentados, algumas espécies aumentam em abundância, enquanto outras diminuem localmente (Bennett & Saunders, 2011). As áreas urbanas, em particular, possuem biodiversidade peculiar, havendo pouquíssimas espécies que aproveitam melhor os recursos disponíveis, dispersando-se entre os diferentes *habitats* (Malagoli et al., 2008b; Adler & Tanner, 2015). As duas espécies são também comuns em oito parques paulistanos (Visnadi, 2018, 2019), sendo a última delas indicada como biomonitor da deposição atmosférica de metais no Sul do país (Mazzoni et al., 2012).

A maior família de hepáticas – Lejeuneaceae (Martinelli & Moraes, 2013) – possui o mais expressivo número de amostras (18,6%), predominando em números de gêneros e de espécies e se distribuindo por ambos os parques (Figura 5, Apêndice 1). Lejeuneaceae também caracteriza a brioflora de vários fragmentos de vegetação urbana da cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019), da RMSP (Mello et al. 2011) e do estado paulista (Visnadi & Monteiro, 1990; Mello et al., 2001), além de outros estados do país (Vital & Visnadi, 1994; Lisboa &

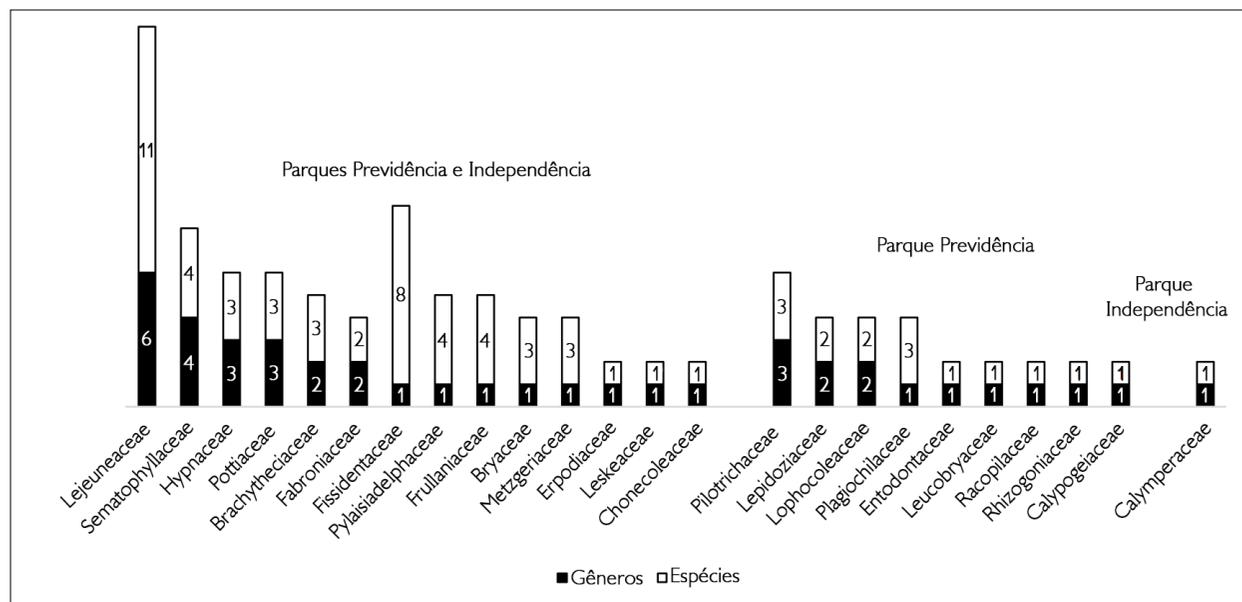


Figura 5. Total de gêneros e de espécies por famílias de briófitas registradas para os parques Previdência e Independência.

Figure 5. Total of genera and species by families of registered bryophytes for the Previdência and Independência parks.

Ilkiu-Borges, 1995; Molinaro & D. Costa, 2001; Bordin & Yano, 2009; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015; Souza et al., 2016; Borella et al., 2019).

Entre os musgos, Fissidentaceae possui o maior número de espécies e Sematophyllaceae, o de gêneros (Figura 5, Apêndice 1), além de totalizar muitas amostras (14,8%). Esta última família é comum em ambiente perturbado (Gentil & Menezes, 2011), como o Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019). Fissidentaceae é a segunda maior família de Bryophyta no Brasil, onde é amplamente distribuída, apresentando grande amplitude ecológica (Bordin & Yano, 2013) e, particularmente, com várias espécies em parques urbanos (Visnadi, 2015b, 2018; Borella et al., 2019). Todavia, mais amostras foram registradas para Bryaceae (3,3%) e Pottiaceae (4,3%) do que para Fissidentaceae (3%). As duas primeiras famílias, com considerável tolerância à influência urbana (Bordin & Yano, 2009), não ocorrem na floresta ombrófila densa, mas em bosque heterogêneo e nas áreas antrópicas de ambos os parques (Apêndice 1).

Outras famílias que ocorrem nos parques citados se destacam pela maior porcentagem de amostras estudadas, como Brachytheciaceae (8,3%), Pylaisiadelphaceae (6,6%), Metzgeriaceae (6,2%), Frullaniaceae e Hypnaceae (cada uma com 5,8%), Fabroniaceae (5,4%) e Erpodiaceae (4,2%); ou se sobressaem pela raridade, como Chonecoleaceae (3,6% das amostras) e Leskeaceae (0,8% das amostras) (Figura 5, Apêndice 1).

Por outro lado, no Parque Previdência, sete famílias (totalizando apenas 5,4% das amostras) restringem-se à floresta ombrófila densa, Entodontaceae (0,2% das amostras) é restrita à área antrópica com trechos de bosque heterogêneo e somente Plagiochilaceae (2,5% das amostras) ocorre em ambas as paisagens (Apêndice 1, Figura 5). Briófitas urbanas raras se restringem às praças arborizadas em Rio Claro (Visnadi & Monteiro, 1990). A floresta ombrófila densa, que é rica em briófitas (D. Costa & Peralta, 2015), proporciona *habitats* variados para a vida silvestre no Parque Previdência (R. Costa, 2007), mas bosques

heterogêneos possuem brioflora empobrecida (Visnadi, 2018). *Plagiochila* (Dumort.) Dumort. (Plagiochilaceae), além de ser o maior gênero de hepáticas, distribui-se por muitos tipos de ambientes, desde planícies até regiões alpinas (Gradstein et al., 2001).

Leucobryaceae se restringe à floresta ombrófila densa (Figura 5, Apêndice 1), apesar de ser típica de ambientes perturbados (Gentil & Menezes, 2011). A espécie dessa família (*Campylopus cryptopodioides*; 0,2% das amostras, Figura 4) se distribui amplamente pelo Parque Ibirapuera (158,4 ha), o qual possui edificações e bosque heterogêneo (Visnadi, 2019). A mata do Parque Previdência sofre com a urbanização do seu entorno, mas já era alterada quando pertencia a imóvel particular (década de 40). Ilhada pelo entorno urbano, a vegetação do parque ao norte foi suprimida para depósitos de entulho e lixo e, a leste, os constantes incêndios interrompiam a regeneração de uma área desmatada (década de 70). Apenas com a criação do parque cessaram essas agressões (1979), e a vegetação pôde ser recuperada com manejo, por meio de correção do solo e arborização (décadas de 80 e 90), enriquecimento florístico e adensamento da vegetação (em 2008), além do controle de bambus, trepadeiras e espécies exóticas (Tabela 1; R. Costa, 2007; Candiani et al., 2005; Morini et al., 2007).

Apenas Calymperaceae é restrita ao Parque Independência, onde *Octoblepharum albidum* (1,2% das amostras) foi registrada para bosque heterogêneo (Figuras 4 e 5, Apêndice 1). Calymperaceae é comum em ambientes perturbados, com *Octoblepharum albidum* ocorrendo em *habitats* abertos e antrópicos (Gradstein et al., 2001; Gentil & Menezes, 2011), como no Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019). O tombamento de uma área implica a manutenção das características do bem protegido (A. N. Silva et al., 2014), mas, embora o Parque Independência seja tombado (Takiya, 2002), a sua vegetação sofre com a perda da diversidade há anos, além de evidenciar depredação em árvores, entulho na serapilheira e pisoteio. Em 2010, a sua cobertura arbórea foi ainda mais reduzida pelas

chuvas fortes e intensas (Almeida et al., 2010), sendo esse evento climático extremo e muito significativo, inclusive, para toda a cidade de São Paulo (Nobre et al., 2011). O desenvolvimento das cidades causou a devastação das florestas, como na RMSP, onde a vulnerabilidade a eventos extremos, por exemplo, tem sido o preço alto da destruição dos biomas originais pela urbanização (Buckeridge et al., 2019). Apesar da crescente consciência ambiental sobre arborização urbana, as árvores sofrem também com a competição por espaço, além de danos provocados por poluição, alterações climáticas e manejo irregular, refletindo a incompreensão da sua importância para a cidade de São Paulo (A. Santos et al., 2015).

SIMILARIDADE ENTRE AS PAISAGENS ESTUDADAS

A brioflora é similar nas áreas de bosque heterogêneo (Figura 6), com vegetação implantada de espécies nativas e exóticas (PMSP, 2016a, 2016b, 2016c). Nas áreas urbanas, onde também ocorre vegetação manejada para se manterem as espécies preferidas, os *habitats* podem ter muitas espécies vegetais em comum, sendo muito similares quando vizinhos ou separados por mais de mil quilômetros (Adler & Tanner, 2015), e as paisagens de bosque com brioflora similar distanciam-se por cerca de apenas 12 km uma da outra (Google Maps/Google Earth, s. d.).

Todavia, somente 18 briófitas caracterizam bosques heterogêneos na cidade de São Paulo, pois ocorrem em ambos os parques estudados e em mais outros sete (*Hyophila involuta*, *Brittonodoxa subpinnata*, *Vitalia galipensis*, *Lejeunea flava* e *L. glaucescens*), seis (*Bryum limbatum*, *Erpodium glaziovii*, *Fabronia ciliaris*, *Fissidens zollingeri*, *Donnellia commutata* e *Chonecolea doellingeri*), cinco (*Frullania ericoides*, *Microlejeunea globosa* e *Metzgeria hegwaldii*), quatro (*Helicodontium capillare*, *Dimerodontium mendozense* e *Frullania riojaneirensis*) e três (*Chryso-hypnum diminutivum*) parques urbanos paulistanos (Apêndice 1; Visnadi, 2018, 2019). Espécies que exploram o meio urbano são tolerantes à perturbação e à poluição, sendo encontradas

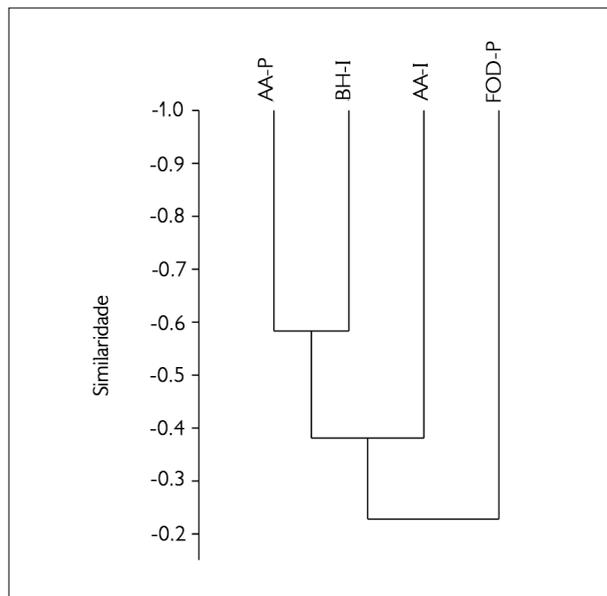


Figura 6. Agrupamento das quatro áreas estudadas em relação à presença das briófitas listadas; correlação copenética = 0,9142. Legendas: AA-P = área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência); BH-I = bosque heterogêneo; AA-I = área antrópica (Parque Independência); FOD-P = floresta ombrófila densa (Parque Previdência).

Figure 6. Grouping of the four studied areas in relation to the presence of the listed bryophytes; cophenetic correlation = 0.9142. Legends: AA-P = anthropic area with patches of heterogeneous forest (Previdência Park); BH-I = heterogeneous forest; AA-I = anthropic area (Independência Park); FOD-P = dense ombrophilous forest (Previdência Park).

em toda parte, principalmente em áreas muito modificadas, além de terem maiores probabilidades de continuar existindo nas futuras gerações (Adler & Tanner, 2015).

Além disso, a área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência) é menor, possuindo menos amostras e espécies restritas quando em comparação com o bosque heterogêneo (Parque Independência), com área mais extensa, possuindo mais amostras e espécies restritas. Todavia, a primeira área, totalizando mais espécies, é circundada pela floresta ombrófila densa do parque e pelo entorno urbano, que apresenta ICV alto. A segunda área, totalizando menos espécies, é circundada pelas áreas antrópicas do parque e pelo entorno urbano, que apresenta ICV baixo (Tabelas 1 e 2, Apêndice 1).

Um terreno foi incorporado à área do Parque Independência (Figura 1; Almeida et al., 2010), sendo que as briófitas são mais abundantes somente no trecho de bosque heterogêneo adjacente a esse terreno (arborizado, não aberto à visitação pública). Florestas secundárias são fontes de propágulos para a regeneração de áreas desmatadas de seu entorno (F. Barros et al., 2002). Áreas florestais nas imediações das áreas antrópicas arborizadas minimizam as consequências do desmatamento na brioflora (Visnadi, 2015b), cuja riqueza em espécies é também maior em parques com entorno mais densamente arborizado (Visnadi, 2018).

A área antrópica do Parque Independência possui a brioflora mais pobre, com apenas duas espécies restritas, na menor percentagem de material estudado (Apêndice 1, Tabela 2), sendo distinta da brioflora encontrada em bosque heterogêneo (Figura 6). Em outros parques urbanos paulistanos, as briófitas são mais comuns nas áreas mais densamente arborizadas do que em locais mais abertos (Visnadi, 2015b, 2018, 2019), como essa área em questão do Parque Independência, com vegetação arbustivo-arbórea muito esparsa.

Musgos (12 espécies) superam as hepáticas (três espécies) nessa última área antrópica (Parque Independência), onde os extensos espaços abertos, com gramados, caminhos de asfalto, de pedras portuguesas ou de concreto, ficam quase totalmente expostos à insolação. As briófitas dependem da baixa temperatura e da alta umidade para se estabelecer (Hallingbäck & Tan, 2010), pois são plantas de sombra que, em geral, estão adaptadas à baixa luminosidade; as hepáticas, em particular, parecem estar mais bem adaptadas à sombra do que os musgos (Glime, 2017a). Nessa área do Parque Independência, o trânsito de pedestres é intenso e a manutenção é constante, para não descaracterizar os jardins. A brioflora é menos frequente em solo e chão artificial, sob essas mesmas condições (pisoteio e cuidados frequentes) em outras áreas verdes paulistanas (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

Espera-se encontrar padrões incomuns de riqueza de espécies de plantas em *habitats* extremamente manejados (Adler & Tanner, 2015). Além disso, em relação à floresta

natural, esses *habitats* modificados evidenciam brioflora mais pobre (Pôrto et al., 2004; Gradstein & Sporn, 2010; Visnadi, 2013a). Contudo, áreas antrópicas protegidas e com *habitats* para as briófitas, mesmo que se localizem no centro urbano, são relevantes para a proteção da brioflora local (Kirmaci & Ağcagil, 2009).

A floresta ombrófila densa possui a brioflora mais rica na maior percentagem de amostras coletadas (Apêndice 1), além de ser a mais distinta das paisagens estudadas (Figura 6). As florestas úmidas são o principal *habitat* para as briófitas na região tropical (Gradstein et al., 2001). No Brasil, a Mata Atlântica é importante para a riqueza das espécies de briófitas (D. Costa & Peralta, 2015), incluindo as urbanas (Carmo et al., 2015). Aliás, um dos objetivos da existência das áreas verdes na capital paulista é a proteção da biodiversidade e da Mata Atlântica, além da recuperação dos remanescentes desse bioma no território do município (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014; Martins et al., 2017).

A mata do Parque Previdência, embora sob efeitos da urbanização do seu entorno (R. Costa, 2007), possui mais espécies restritas do que espécies em comum com as outras paisagens estudadas (Apêndice 1 e Tabela 2), evidenciando a sua importância para a conservação da brioflora local. Pantoja et al. (2015), quando estudaram a brioflora de fragmentos florestais de terra firme no Pará, não observaram o padrão conhecido para as plantas em florestas tropicais, como a maior riqueza de espécies raras em comparação às espécies comuns, justificando esses achados pelo provável histórico de fragmentação e de distúrbios na área de estudo.

Além disso, a floresta ombrófila densa possui o maior número de espécies restritas entre as quatro paisagens estudadas (Apêndice 1 e Tabela 2). A vegetação natural da capital paulista foi destruída ou substituída por fragmentos de formações degradadas e secundárias (Aragaki & Mantovani, 1998; Catharino & Aragaki, 2008), mas florestas tropicais secundárias, embora sob interferências antrópicas e perturbações do

entorno urbano, são importantes para a conservação da biodiversidade remanescente e para a provisão de serviços ambientais à sociedade (Brançalion et al., 2012).

Entre as briófitas listadas para a floresta ombrófila densa na capital paulista, 35 espécies são comuns entre o Parque Previdência e o PEFI; essa vegetação é, no entanto, mais pobre em briófitas no primeiro parque, sendo este ainda menor e mais recente do que o segundo (161 espécies, 493,21 ha, criado em 1893, como parque do Estado) (Tabela 1 e Apêndice 1; Barbosa et al., 2002; Visnadi, 2015b). Áreas urbanas maiores e mais antigas apresentam biota mais rica (Adler & Tanner, 2015). Além disso, para a área urbana da RMSP, riscos de extinção local das espécies são maiores quando fragmentos de vegetação se tornam cada vez menores, mais isolados e sem conexão, através de corredores verdes, com as outras manchas de vegetação da metrópole (Catharino & Aragaki, 2008; Malagoli et al., 2008c). Confirmando essas observações, Prudêncio et al. (2015), por exemplo, registraram brioflora mais empobrecida (19 espécies) em fragmento de vegetação urbana ainda bem menor (2,4 ha) em Ribeirão Pires, igualmente na RMSP (19 espécies, em 2,4 ha).

Por outro lado, a floresta ombrófila densa estudada é mais rica em briófitas, sendo o Parque Previdência menor (Tabela 1 e Apêndice 1) do que o fragmento de vegetação, em Mauá, também na RMSP (33 espécies, 57,46 ha; Mello et al., 2011), confirmando, portanto, a importância do Parque Previdência para a conservação da biodiversidade da brioflora na cidade de São Paulo.

A floresta ombrófila densa possui brioflora mais rica no Parque Previdência do que no Parque Trianon (dez espécies). O primeiro é maior, porém menos antigo do que o segundo parque (4,86 ha, 1892), mas o Parque Previdência se situa em região com ICV alto, enquanto o Parque Trianon, em região muito urbanizada (ICV = 6,2); destaque-se que brioflora mais rica ocorre em parques urbanos paulistanos cujo entorno é mais densamente arborizado (Tabela 1 e Apêndice 1; Visnadi, 2018).

As espécies restritas diferenciam a floresta ombrófila densa das demais paisagens (Figura 6), pois, sem elas, a brioflora é mais similar nas paisagens com vegetação conspícua (floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo) e mais distinta na área antrópica, que possui vegetação esparsa, como no Parque Independência, por exemplo (Figura 7). Poucas espécies toleram um ambiente com perturbações frequentes (Adler & Tanner, 2015), como as briófitas, que são predominantes nos fragmentos mais densamente arborizados dos parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2015b, 2018, 2019). Além disso, para a cidade de São Paulo, bosques heterogêneos são importantes para a recuperação da Mata Atlântica, a qual favorece o estabelecimento de espécies epífitas (Martins et al., 2017).

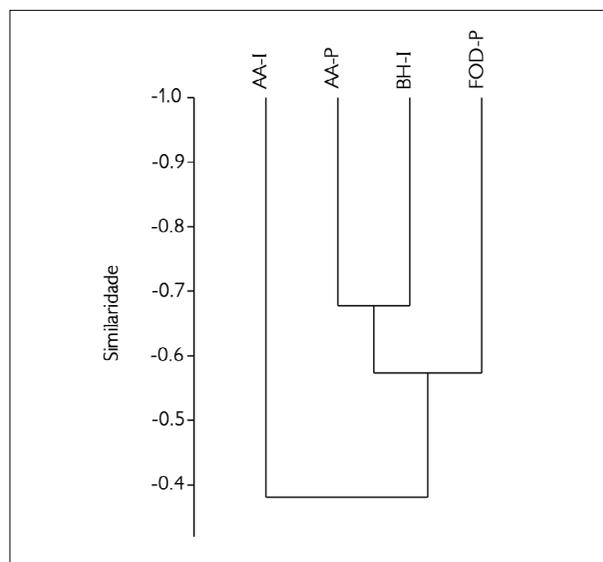


Figura 7. Agrupamento das quatro áreas estudadas em relação à presença das briófitas, sem as espécies restritas a determinada área; correlação cofenética = 0,8543. Legendas: AA-I = área antrópica (Parque Independência); AA-P = área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Parque Previdência); BH-I = bosque heterogêneo (Parque Independência); FOD-P = floresta ombrófila densa (Parque Previdência).

Figure 7. Grouping of the four studied areas in relation to the presence of the bryophytes, without the species restricted to a particular area; cophenetic correlation = 0.8543. Legends: AA-I = anthropic area (Independência Park); AA-P = anthropic area with patches of heterogeneous forest (Previdência Park); BH-I = heterogeneous forest (Independência Park); FOD-P = dense ombrophilous forest (Previdência Park).

Portanto, os resultados evidenciam diferenças florísticas na brioflora e variação na riqueza em espécies de briófitas entre as paisagens estudadas (Apêndice 1 e Tabela 2, Figuras 6 e 7). A riqueza em espécies de briófitas é geralmente relacionada à riqueza de outros grupos taxonômicos, pois rica brioflora pode ocorrer em unidades de conservação importantes para a proteção de plantas vasculares (Vanderpoorten & Hallingbäck, 2009). Além disso, as briófitas – abundantes nas florestas tropicais úmidas – são afetadas pelo desmatamento, que causa mudanças florísticas na composição da brioflora e diminuição na sua riqueza em espécies, levando ainda à perda imediata de muitas delas, dentre as quais algumas podem retornar somente após 25 anos de regeneração da mata (Gradstein et al., 2001). Outros estudos já evidenciaram que, em florestas tropicais, a riqueza da brioflora diminui ao longo de um gradiente de uso da terra em relação aos *habitats* abertos e perturbados (Jácome et al., 2011; Glime, 2017b).

A composição florística da brioflora é frequentemente similar em regiões com latitude parecida e temperaturas médias anuais comparáveis (Sérgio et al., 2011), mas, na área estudada, ela é pouco similar (Tabela 1, Figuras 6 e 7), inclusive em outros parques da capital paulista (Visnadi, 2018). Além disso, as condições ambientais e a vegetação são heterogêneas nas diferentes regiões da cidade de São Paulo (Sepe & Gomes, 2008; Martins et al., 2017).

COLONIZAÇÃO DO SUBSTRATO

As briófitas são comuns nos substratos naturais, principalmente na floresta ombrófila densa, evidenciando a importância dessa vegetação para a conservação da brioflora urbana, mas a colonização dos substratos artificiais é também considerável para as outras três paisagens estudadas (Figura 8, Apêndice 1). Embora os ambientes antrópicos ampliem a ocorrência das briófitas nos variados tipos de substratos (Schofield, 1985), a brioflora é também mais comum nos substratos naturais de outras áreas verdes da cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

As briófitas são predominantemente corticícolas (Figura 9, Apêndice 1), e isso também se verifica nas florestas tropicais (Richards, 1984). As árvores dispõem de diferentes condições ambientais ao longo do tronco, além de possuírem uma variedade de tipos de casca para a colonização de rica brioflora (Bates, 2009; Paiva et al., 2015; H. Oliveira & S. Oliveira, 2016), oferecendo, ainda, proteção contra o sol e o vento, bem como temperaturas moderadas e maior umidade ao seu redor, quando em áreas urbanas (Adler & Tanner, 2015). Briófitas corticícolas são comuns em outros fragmentos de vegetação urbana na cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019) e em outras cidades da RMSP (Mello et al., 2011; Prudêncio et al., 2015), do estado paulista (Visnadi & Monteiro, 1990) e de diferentes estados brasileiros (Lisboa & Ilkiu-Borges, 1995; Molinaro & D. Costa, 2001; Bordin & Yano, 2009; Gentil & Menezes, 2011; Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Paiva et al., 2015; Souza et al., 2016; Peñaloza-Bojacá et al., 2017; Borella et al., 2019).

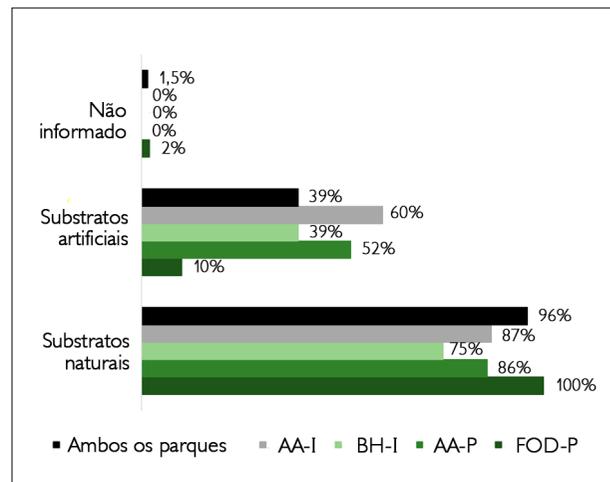


Figura 8. Percentagem de espécies de briófitas para ocorrência em substratos naturais e artificiais em ambos os parques e nos quatro tipos de áreas estudadas. Legenda: AA-I = área antrópica; BH-I = bosque heterogêneo (Parque Independência); AA-P = área antrópica com trechos de bosque heterogêneo; FOD-P = floresta ombrófila densa (Parque Previdência).

Figure 8. Percentage of bryophyte species for occurrence on natural and artificial substrates in both parks and in the four types of the studied areas. Legend: AA-I = anthropic area; BH-I = heterogeneous forest (Independência Park); AA-P = anthropic area with patches of heterogeneous forest; FOD-P = dense ombrophilous forest (Previdência Park).

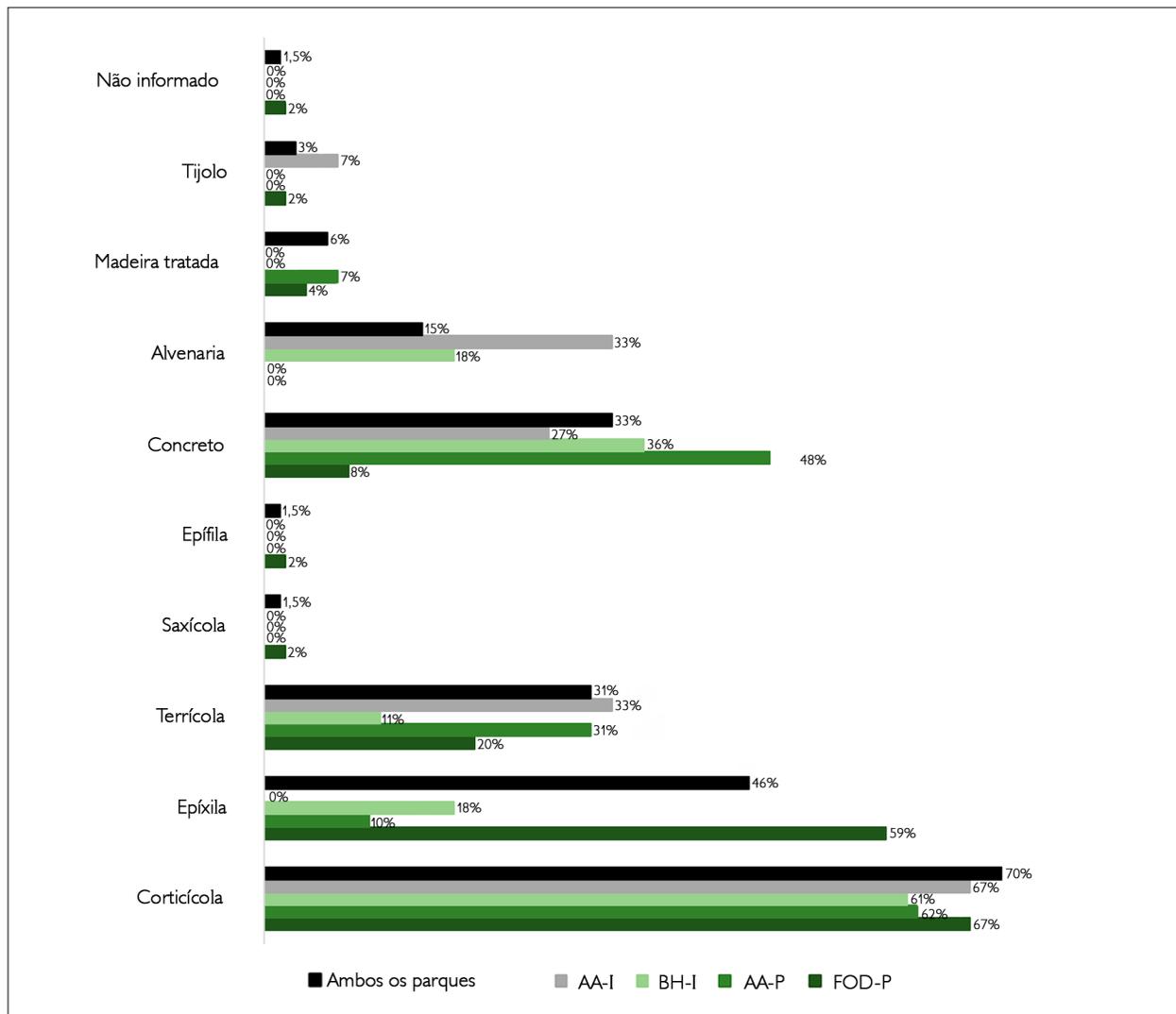


Figura 9. Percentagem de espécies de briófitas para ocorrência em tipos diferentes de substratos naturais e artificiais em ambos os parques e nos quatro tipos de áreas estudadas. Legendas: AA-I = área antrópica; BH-I = bosque heterogêneo (Parque Independência); AA-P = área antrópica com trechos de bosque heterogêneo; FOD-P = floresta ombrófila densa (Parque Previdência).

Figure 9. Percentage of bryophyte species for occurrence on different types of natural and artificial substrates in both parks and in the four types of studied areas. Legends: AA-I = anthropic area; BH-I = heterogeneous forest (Independência Park); AA-P = anthropic area with patches of heterogeneous forest; FOD-P = dense ombrophilous forest (Previdência Park).

Espécies epíxilas são menos frequentes na área de estudo, predominando, contudo, na floresta ombrófila densa, onde também ocorrem em outros tipos de substratos, exceto *Campylopus cryptopodioides*, *Fissidens weirii* var. *weirii* e *Microlejeunea bullata* (Figura 9, Apêndice 1). Briófitas epíxilas são comuns nas

florestas tropicais, embora não sejam exclusivas de substratos em decomposição (Richards, 1984). O tamanho do fragmento é importante para a estrutura da comunidade dessas plantas (M. Silva & Pôrto, 2009), que são igualmente menos frequentes em outros parques da capital paulista (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

Terrícolas são incomuns na área de estudo (Figura 9, Apêndice 1), embora se verifique o contrário em solo perturbado nas florestas tropicais (Richards, 1984). O solo dos parques é coberto por serapilheira ou plantas herbáceas, podendo ser de terra batida ou gramado, tendo raramente pedriscos. As briófitas dependem da baixa temperatura (Hallingbäck & Tan, 2010), mas, em gramados, o resfriamento se restringe à grama; além disso, o pisoteio reduz a riqueza das espécies de plantas (Adler & Tanner, 2015), inclusive a cobertura de briófitas (Schenk, 1997). Para a floresta ombrófila densa estudada, o solo ainda apresenta pelos, penas, escamas, fezes, urina e animais mortos (R. Costa, 2007). Terrícolas são também incomuns em outros parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2015b, 2018, 2019) abertos à visitação pública e sob constantes manutenções, como a área estudada.

Briófitas saxícolas (*Vesicularia vesicularis*) e epífilas (*Plagiochila crispabilis*) são raras e só ocorrem na floresta ombrófila densa. A primeira espécie, particularmente, foi também registrada para mais seis tipos de substratos, entre naturais e artificiais, no Parque Previdência; a segunda espécie é também corticícola e, no caso, só ocorre na floresta ombrófila densa (Figura 9, Apêndice 1).

Briófitas crescendo sobre rochas não são comuns nas florestas tropicais, onde essas espécies saxícolas também crescem em outros tipos de substratos (Richards, 1984). Na floresta, o orvalho persistente e a umidade parecem tão importantes quanto a sombra para a sobrevivência das briófitas em rochas (Schenk, 1997), as quais são igualmente mais raras em outros parques da cidade de São Paulo (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

Epífilas também ocorrem em outros tipos de substratos (Frahm, 2003), mas, quando essas espécies estão em folhas, elas predominam nos estratos inferiores nas florestas tropicais úmidas (Kersten & Waechter, 2011), onde os *habitats* são geralmente sombreados, apresentando alta umidade (Richards, 1984). Além disso, são briófitas sensíveis às perturbações ambientais (Gradstein et al., 2001), inclusive à fragmentação e ao

isolamento da vegetação (Alvarenga & Pôrto, 2007), ocorrendo, portanto, nas áreas de Mata Atlântica em melhor estado de conservação (N. Santos & D. Costa, 2008; Visnadi, 2015b). Epífilas não foram registradas para fragmentos de vegetação no Amapá, em Minas Gerais e na capital paulista, onde sua ausência foi relacionada à perturbação ambiental (Gentil & Menezes, 2011; Paiva et al., 2015; Visnadi, 2018, 2019).

As briófitas foram também registradas em substratos artificiais (Figura 9, Apêndice 1), comumente colonizados por essas plantas, quando elas se encontram nos ambientes antrópicos (Schofield, 1985). Em áreas urbanas, por exemplo, as briófitas ocorrem na vegetação, mas também nas edificações, onde podem até impedir os efeitos negativos do desgaste nas construções (Hallingbäck & Hodgetts, 2000).

A área de estudo é cortada por caminhos de asfalto, de pedras portuguesas ou de concreto; esse último é o substrato artificial preferido pelas briófitas, sendo menos disponível na floresta ombrófila densa (Figura 9, Apêndice 1). As estradas, no entanto, são fontes de perturbação para o meio ambiente, onde o aumento das áreas pavimentadas já foi relacionado à diminuição da riqueza de espécies vegetais (Adler & Tanner, 2015). Em São Paulo, por exemplo, conter e reverter o processo de impermeabilização do solo, minimizando seus efeitos, incorporam o plano diretor e a política ambiental à cidade (Branco, 2011; Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014). Todavia, em ambientes antrópicos, o concreto apresenta rica brioflora (Fudali, 2001; Jukonienė, 2008), a qual também prefere esse substrato artificial em outros parques urbanos paulistanos (Visnadi, 2018, 2019).

As briófitas são menos comuns em alvenaria, no Parque Independência (Figura 9, Apêndice 1), onde, contudo, existem muitas edificações (Ribeiro, s. d.; Almeida et al., 2010; Marchesi, 2014). A superfície impermeável das áreas urbanas armazena energia térmica (Steinbaum & Massambani, 2011; Jacobi, 2013) e, embora as paredes acomodem algumas briófitas, esses substratos são duros e impermeáveis, onde as plantas ficam expostas a altos níveis

de luz, temperaturas e poluentes, dependendo ainda da baixa disponibilidade de água (Adler & Tanner, 2015). É também um dos substratos artificiais menos disponíveis às briófitas no Parque Ibirapuera (Visnadi, 2019).

Rhynchostegium serrulatum e *Tortella humilis* são exclusivas de concreto e *Fissidens elegans*, de alvenaria (Apêndice 1). As espécies vegetais que preferem calçadas e paredes vivenciam esses *habitats* urbanos, altamente modificados, como semelhantes aos seus *habitats* nativos de penhascos e de encostas de taludes, tendo como inóspitos os espaços verdes interpostos (Adler & Tanner, 2015). Todavia, as três espécies já foram registradas para solo e rochas, desde matas até áreas abertas, em locais úmidos ou mais secos (Buck, 1998; Gradstein et al., 2001; Flora of North America Editorial Committee, 2007; Bordin & Yano, 2013).

Madeira tratada foi registrada como substrato artificial para as briófitas apenas no Parque Previdência, no acabamento dos degraus (desníveis) da trilha e na delimitação desses caminhos na mata, além de ter sido verificada em bancos, na delimitação de canteiros e em tocos para ornamentação na área antrópica com trechos de bosque heterogêneo (Figura 9, Apêndice 1). Madeira tratada é mais colonizada pela brioflora em outros parques urbanos paulistanos, nos quais ela é mais comum, assemelhando-se aos caules e troncos em que as briófitas foram frequentemente encontradas (Visnadi, 2018, 2019).

Brioflora é rara em tijolo, seja este visto como entulho na floresta ombrófila densa (Parque Previdência) ou usado para delimitar canteiros, geralmente expostos à insolação na área antrópica (Parque Independência) (Figura 9, Apêndice 1). Esse tipo de substrato artificial é também menos disponível às briófitas em outras áreas verdes paulistanas (Visnadi, 2018, 2019).

Nenhuma briófitas foi registrada para todos os nove tipos de substratos disponíveis nos parques estudados. Pelo contrário, 40,3% das espécies se restringem a um único tipo de substrato, enquanto que 59,7% delas ocorrem em dois (29,8%), três (19,4%), quatro (7,5%), seis (1,5%, *Vitalia galipensis*) e sete (1,5%, *Vesicularia*

vesicularis) tipos distintos de substratos. Portanto, a brioflora estudada (Figura 9, Apêndice 1) caracteriza ambientes em regeneração (Peralta & Yano, 2008), tal como em outras áreas verdes da capital paulista que também são antrópicas e abertas à visitação pública (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

As espécies restritas a um tipo de substrato também se limitam, em sua maioria, à floresta ombrófila densa, mas as espécies ocorrentes em dois tipos de substratos estão mais distribuídas pela área de estudo, e todas elas predominam nos substratos naturais. Por outro lado, as briófitas registradas para três, quatro e seis tipos distintos de substratos ocorrem tanto nos substratos naturais quanto nos artificiais, sendo, em sua maioria, mais amplamente distribuídas por ambos os parques. Entretanto, como relacionado anteriormente, *Vesicularia vesicularis*, que ocorre em sete tipos de substratos entre naturais e artificiais, restringe-se ao Parque Previdência (Apêndice 1). A espécie é conhecida por colonizar uma ampla variedade de substratos, os quais são, no entanto, geralmente úmidos (Buck, 1998). Brioflora que coloniza variados tipos de substratos caracteriza outros fragmentos de vegetação urbana em Minas Gerais e, especificamente, na cidade de São Paulo (Paiva et al., 2015; Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

GRUPO ECOLÓGICO E FORMA DE VIDA

As espécies típicas de sombra (*Cyclodictyon albicans*, *Fissidens elegans* e *Plagiochila patula*) e as típicas de sol (*Frullania caulisequa* e *Marchesinia brachiata*) foram registradas como generalistas; por outro lado, as espécies generalistas (*Campylopus cryptopodioides*, *Isopterygium subbrevisetum*, *Rhacopilopsis trinitensis*, *Bazzania nitida*, *Calypogeia laxa* e *Cryptolophocolea martiana*) foram registradas como típicas de sombra (Apêndice 1; Gradstein et al., 2001; M. Silva & Pôrto, 2009; N. Santos et al., 2011; Visnadi, 2013a, 2013b, 2015a, 2015b, 2018, 2019; Batista et al., 2018).

Portanto, a área de estudo caracteriza-se por apresentar briófitas generalistas (53 espécies, 79,1%), que são típicas de ambientes urbanos (Carmo et al., 2015). O ecossistema urbano, sob constantes transformações e

perturbações e com diversos *habitats*, favorece as espécies generalistas, bem como aquelas outras que conseguem sobreviver nesses ambientes, tornando-se mais generalistas se antes eram predominantemente especialistas (Adler & Tanner, 2015). As atividades humanas também contribuem para a distribuição da brioflora em diferentes tipos de ambientes (Schofield, 1985; Paiva et al., 2015), como nas florestas secundárias, com estrutura mais aberta, onde as briófitas estão adaptadas a limites mais amplos de variação ambiental (Frahm, 2003). Além disso, com a fragmentação do *habitat*, ocorre aumento das briófitas generalistas (Alvarenga & Pôrto, 2007), que persistem nesses locais perturbados (Alvarenga et al., 2010; Visnadi, 2013a), bem como em outras áreas verdes urbanas da capital paulista (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

As briófitas típicas de sombra (14 espécies, 20,9%) foram encontradas exclusivamente na floresta ombrófila densa (13 espécies) ou em ambas as paisagens do Parque Previdência (*Plagiochila corrugata*) (Apêndice 1). Espécies típicas de sombra são comuns nos locais úmidos e sombreados das florestas tropicais (Gradstein et al., 2001), sendo relacionadas (oito espécies) ao bom estado de conservação de uma área (17,2 ha) com floresta ombrófila densa, no estado fluminense (N. Santos & D. Costa, 2008). A Mata Atlântica possui somente 12% da sua cobertura original, restringindo-se a fragmentos degradados e isolados, sendo ainda 80% deles menores do que 50 ha (Brançalion et al., 2012). Portanto, o maior número de espécies de sombra registrado para o Parque Previdência, que é relativamente pequeno (Tabela 1), confirma a importância da sua vegetação, que ainda dispõe de *habitats* variados à flora de briófitas.

O Parque Previdência possui menos espécies de sombra (23%) do que o extenso PEFI (37,2%, em 493,21 ha), pois maior proporção dessas briófitas está relacionada a fragmentos de vegetação maiores; por outro lado, o Parque Previdência (menor) se localiza em área mais densamente arborizada do que o Parque Independência (maior), onde as espécies de sombra não foram encontradas, e maior

proporção dessas briófitas também está relacionada a fragmentos de vegetação menos isolados (Tabela 1, Apêndice 1; Takiya, 2002; Alvarenga & Pôrto, 2007; Nobre et al., 2011; Visnadi, 2015b; H. Barros & Lombardo, 2016).

A brioflora apresenta formas de vida de ambientes mais úmidos (N. Santos & D. Costa, 2008; N. Santos et al., 2011; Glime, 2017a), como tapete (43 espécies, 64,2%), flabelado (11 espécies, 16,4%), taloso (três espécies, 4,5%) e trama (*Helicodontium capillare*, 1,5%) (Apêndice 1), mas tapete e trama já foram também relacionados a *habitats* com dessecação ocasional (Frahm, 2003). Em outros parques urbanos estudados, a brioflora também se caracteriza pelas formas de vida de ambientes úmidos, predominando tapete (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

Além disso, briófitas flabeladas, em trama e talosas ocorrem nas paisagens com floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo, sendo ausentes na área antrópica do Parque Independência (Apêndice 1), pois são formas de vida mais comuns de briófitas em florestas montanas (Frahm, 2003), exceto taloso, que foi também relacionado a ambientes mais abertos e secos (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

A forma de vida de *habitats* mais secos – com alta incidência de luz e temperaturas elevadas (N. Santos & D. Costa, 2008; N. Santos et al., 2011; Glime, 2017a), em locais mais abertos e perturbados – e de *habitats* mais úmidos, como tufo (Vanderpoorten & Goffinet, 2009; Glime, 2017b), é rara na área de estudo (nove espécies, 13,4%). Sete dessas espécies ocorrem em bosque heterogêneo (ambos os parques) e na área antrópica (Parque Independência); apenas *Campylopus cryptopodioides* (epífita de sombra) e *Pyrrhobryum spiniforme* (generalista) se restringem à floresta ombrófila densa (Apêndice 1). Para a brioflora do PEFI, tufo predomina nas áreas antrópicas, sendo incomum nas áreas florestais (Visnadi, 2015b).

DISTRIBUIÇÃO

A brioflora estudada é amplamente distribuída pelo mundo (41 espécies, 61%), sendo composta por espécies

neotropicais (24 espécies, 36%) ou afro-americanas (17 espécies, 25%), menos espécies são pantropicais (12 espécies, 18%), raras são cosmopolitas (5 espécies, 7,5%), panamericanas (4 espécies, 6%) ou se restringem à América do Sul (*Campylopus cryptopodioides*, *Dimerodontium mendozense* e *Cololejeunea paucifolia*, 4,5%) ou, ainda, são endêmicas do país (*Fissidens pellucidus* var. *asterodontius* e *Pterogoniopsis paulista*, 3%), segundo The Plant List (s. d.), Bordin & Yano (2013) e JBRJ (2020). Esses resultados confirmam que a brioflora caracteriza-se por apresentar várias espécies disjuntas entre a região neotropical e o continente africano (Shaw, 2009), havendo mais espécies neotropicais do que pantropicais (Tan & Pócs, 2000) e poucas espécies cosmopolitas (Gignac, 2001). Briófitas com ampla distribuição mundial também caracterizam outros fragmentos de vegetação urbana na Bahia, em Minas Gerais, no Rio de Janeiro e no Paraná (Molinari & D. Costa, 2001; Souza et al., 2016; Peñaloza-Bojacá et al., 2017; Borella et al., 2019) e, especificamente, na capital paulista (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

As briófitas listadas apresentam ampla distribuição pelo Brasil, exceto as espécies restritas a quatro (*Dimerodontium mendozense*, *Rhynchostegium serrulatum*, *Cololejeunea paucifolia*), três (*Fissidens bryoides*, *Metzgeria hegewaldii*) e a dois estados (*Pterogoniopsis paulista*), ou ao estado de São Paulo (*Lejeunea abyssinica*); apenas *M. hegewaldii* ainda se encontra ameaçada no estado paulista, estando na categoria vulnerável (*vulnerable* - VU); a brioflora registrada para outros parques urbanos paulistanos também se distribui amplamente pelo país (Mamede et al., 2007; Bordin & Yano, 2013; Visnadi, 2013b, 2015b, 2018, 2019; Vilas Bôas-Bastos et al., 2017; JBRJ, 2020; IUCN, 2021).

Metzgeria hegewaldii prefere bosque heterogêneo (ambos os parques, 3,2% das amostras) à floresta ombrófila densa (0,4% das amostras), onde são mais comuns *Metzgeria ciliata* (0,6% das amostras) e *M. furcata* (2% das amostras). *Metzgeria hegewaldii* não ocorre na área antrópica do Parque Independência (Figura 4, Apêndice 1), sendo também mais rara nas áreas onde predominam as

edificações do Parque Ibirapuera e mais comum em bosque heterogêneo deste parque e de outros da capital paulista (Visnadi, 2018, 2019).

Fragmentos de vegetação geralmente possuem parte da biota que existia anteriormente na região (Bennett & Saunders, 2011), e as 67 espécies listadas já foram registradas para a vegetação (floresta ombrófila densa, com espécies da floresta estacional semidecidual e da savana florestada) que é típica da RMSP, bem como para as áreas antrópicas, incluindo as urbanas paulistanas, exceto *Rhacopilopsis trinitensis* e *Lejeunea abyssinica* (restritas às áreas florestais) e *Fissidens weirii* var. *weirii*, *Lepidopilum scabrisetum*, *Bazzania nitida* e *Plagiochila patula* (espécies urbanas, porém que se restringem ao fragmento de floresta ombrófila densa no PEFI); essas seis últimas espécies ocorrem, na área de estudo, apenas na floresta ombrófila densa (Apêndice 1; Aragaki & Mantovani, 1998; Visnadi, 2004, 2013b, 2015b, 2018, 2019; IBGE, 2012; JBRJ, 2020). As briófitas urbanas, que também se distribuem amplamente pelo mundo, não estão adaptadas ao ambiente das cidades, mas apenas toleram os distúrbios antrópicos da urbanização (Carmo et al., 2015). O homem traz diretamente para a área urbana, de forma intencional ou involuntária, muitas espécies da vegetação circundante; como os organismos urbanos são mais adaptáveis, eles indicam que possuem a fundamental capacidade de ajustamento ao meio ambiente (Adler & Tanner, 2015).

COMPARAÇÃO COM OUTROS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO URBANA

Para a brioflora do Parque Previdência, 53 espécies (87%) ocorrem no PEFI e 49 espécies (80%), nos parques Eucaliptos, Cordeiro Martin Luther King, Severo Gomes, Lina e Paulo Raia, Casa Modernista, Nabuco e Ibirapuera, sendo que os dois primeiros parques possuem floresta ombrófila densa. Por outro lado, para a brioflora do Parque Independência, 27 espécies (87%) ocorrem no PEFI e 30 espécies (97%), nos parques Eucaliptos, Cordeiro Martin Luther King, Severo Gomes, Lina e Paulo Raia, Casa

Modernista, Nabuco e Ibirapuera, que também possuem bosque heterogêneo. Esses resultados confirmam a heterogeneidade florística dos fragmentos remanescentes na capital paulista, incluindo a heterogeneidade da própria brioflora nos parques até então estudados (Apêndice 1; Catharino & Aragaki, 2008; Visnadi, 2015b, 2018, 2019; Martins et al., 2017).

Os parques Previdência e Ibirapuera (63 espécies), na cidade de São Paulo, são similares em números de briófitas; o primeiro, embora menor, possui floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo e se situa em região com ICV alto, mas o segundo, embora maior (158,4 ha), possui apenas bosque heterogêneo e se localiza em região mais urbanizada (ICV = 11,9). Além disso, houve menor esforço amostral para o Parque Previdência (250 exsiccatas) do que para o Parque Ibirapuera (688 exsiccatas) (Tabelas 1 e 2, Apêndice 1; Visnadi, 2019). A floresta ombrófila densa possui brioflora muito rica (D. Costa & Peralta, 2015), mas a brioflora é pobre em bosques heterogêneos; além disso, fragmentos desse último tipo de vegetação possuem riqueza comparativamente maior em espécies de briófitas quando situados em bairros privilegiados pelo verde (Visnadi, 2018).

Os parques Independência e Severo Gomes (29 espécies), também na capital paulista, apresentam números quase idênticos de briófitas e vegetação de bosque heterogêneo. Todavia, o Parque Independência é maior, possuindo extensa área antrópica aberta, com vegetação arbustivo-arbórea esparsa, situando-se em região com ICV baixo. Por outro lado, o Parque Severo Gomes é menor (3,49 ha), possuindo duas áreas distintas arborizadas, córrego e extenso viveiro de plantas, situando-se em região privilegiada pelo verde (ICV = 63,5). Também, maior riqueza da brioflora foi relacionada a parques com diferentes tipos de ambientes, além de ter localização em bairros mais densamente arborizados (Tabelas 1 e 2, Apêndice 1; Visnadi, 2018).

O Parque Independência se situa em região com ICV parecido ao da região onde está localizado o Parque Ibirapuera (ICV = 11,9), na capital paulista. Entretanto, o

Parque Independência é mais pobre em espécies, menor e mais recente do que o Parque Ibirapuera (63 espécies, em 158,4 ha, inaugurado em 1954) (Tabelas 1 e 2, Apêndice 1; Visnadi, 2019), sendo que biota mais rica ocorre em ambientes urbanos maiores e mais antigos (Adler & Tanner, 2015).

A similaridade da brioflora brasileira tem sido baseada em listagens florísticas relacionadas à distância entre os locais considerados, bem como ao clima e à vegetação; nessa comparação, contudo, não são especuladas as particularidades das áreas de estudo, os diferentes métodos de coleta e a variação no esforço de amostragem (Bordin & Yano, 2009; Mello et al., 2011; Carmo et al., 2015).

Portanto, apenas algumas briófitas são comuns entre a área de estudo e os fragmentos de vegetação urbana na RMSP (12 espécies, 18%), como em Mauá (Mello et al., 2011) e Ribeirão Pires (Prudêncio et al., 2015), e nas cidades paulistas (18 espécies, 27%), como em Rio Claro (Visnadi & Monteiro, 1990) e Santos (Mello et al., 2001). Entre as áreas verdes urbanas dessas últimas quatro cidades, sob domínio dos biomas Mata Atlântica e Cerrado e outras áreas verdes urbanas paulistanas, também têm sido registradas poucas espécies de ocorrência simultânea (Visnadi, 2018, 2019).

Por outro lado, 52 espécies (78%) ocorrem simultaneamente entre a área estudada e as áreas verdes urbanas da região Sudeste, nos estados do Rio de Janeiro (Molinari & D. Costa, 2001) e de Minas Gerais (Machado & Luiz-Ponzo, 2011; Lima & Rocha, 2015; Paiva et al., 2015; A. L. Silva & Rocha, 2015; Peñaloza-Bojacá et al., 2017), os quais também estão sob domínio dos biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Números intermediários de espécies em comum foram registrados entre os parques Previdência e Independência, e a vegetação urbana fragmentada de regiões mais distantes, como da região Sul (41 espécies, 61%, bioma Mata Atlântica; Bordin & Yano, 2009; Borella et al., 2019), da região Nordeste (20 espécies, 30%, biomas Mata Atlântica e Cerrado; Bastos & Yano, 1993; Souza et al., 2016; A. M. Silva et al., 2018) e da região Norte (20 espécies, 30%, bioma Amazônia; Vital & Visnadi, 1994; Lisboa & Ilkiu-Borges, 1995;

Gentil & Menezes, 2011). O Parque Ibirapuera, na capital paulista, também possui mais espécies em comum com as áreas verdes urbanas da região Sudeste do que com aquelas das regiões Sul, Nordeste e Norte (Visnadi, 2019).

CONSERVAÇÃO

A brioflora pode ser efetivamente protegida apenas pela proteção de seu *habitat* (Gradstein et al., 2001). São Paulo mantém parcela significativa da sua biodiversidade, apesar da intensa urbanização, sendo, portanto, fundamental a proteção dos seus remanescentes de vegetação para a sobrevivência das espécies (Malagoli et al., 2008c), que é, inclusive, prevista nas diretrizes da política ambiental para a cidade (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014). No Brasil, a manutenção da cobertura vegetal tem recebido maior atenção devido às mudanças nos padrões climáticos, combinadas ao crescimento urbano desordenado (Scaramuzza, 2016).

O Parque Previdência, cuja brioflora é mais rica (Apêndice 1 e Tabela 2), se localiza, entretanto, ao lado de vias para grande circulação de veículos, onde a emissão de poluentes é constante, sendo esse fragmento de vegetação mais quente e menos úmido do que outro similar em área rural (Monteiro & Azevedo, 2005). A mata desse parque estudado, fragmentada e isolada, sofre com a poluição e a impermeabilização (edificação e pavimentação) do solo, que elevam a temperatura e diminuem a umidade do ambiente, tornando-a mais vulnerável à degeneração. Embora estudos e manejo sejam ainda necessários para minimizar os efeitos deletérios da urbanização sobre a vegetação do Parque Previdência (R. Costa, 2007), uma conexão entre ele e outra área verde mais próxima, o Parque Luís Carlos Prestes, já foi sugerida como uma possibilidade de corredor ecológico (Malagoli et al., 2008c).

O Parque Independência, cuja brioflora é mais pobre (Apêndice 1 e Tabela 2), representa, no entanto, a área verde mais significativa para o bairro. Esse parque, contudo, necessita do enriquecimento da sua vegetação, com espécies da floresta ombrófila densa e nativas da

grande São Paulo, além do incremento da arborização urbana do seu entorno por meio de corredores ecológicos que o conectem a outras áreas verdes urbanas paulistanas (Almeida et al., 2010).

O tamanho crítico do fragmento, necessário para a preservação das briófitas, deve ser correlacionado aos níveis de insularidade (Alvarenga & Pôrto, 2007). Em ambientes urbanos, as áreas hostis e inóspitas podem impossibilitar a dispersão de determinadas espécies entre os fragmentos habitáveis (Adler & Tanner, 2015), além de o isolamento do fragmento, pelo entorno urbano, contribuir para a perda da biodiversidade devido ao desaparecimento das espécies mais sensíveis (R. Costa, 2007). Em São Paulo, a conexão de fragmentos de vegetação remanescentes através da implantação de corredores ecológicos, que amplia a área verde e facilita o deslocamento das espécies, está entre as prioridades para a manutenção e a proteção, o manejo e o enriquecimento da sua biodiversidade (Malagoli et al., 2008c; Ambrogi et al., 2013), a fim de melhor conservar a imensa riqueza vegetal sobre a qual cresceu a cidade (Catharino & Aragaki, 2008). Aliás, um dos objetivos das áreas verdes urbanas, na capital paulista, é a conservação e a recuperação de corredores ecológicos; além disso, promover interligações entre seus fragmentos, também por meio da arborização urbana, incorporam as diretrizes da política de desenvolvimento urbano e do plano diretor estratégico do município (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014), cujo trabalho de arborização tem focado o conceito de 'florestas urbanas', que visa à conexão da vegetação urbana, numa verdadeira rede ecológica (A. Santos et al., 2015).

A deterioração contínua dos ecossistemas foi relacionada na Agenda 21, estabelecida pela Eco-92 (Sabbagh, 2014). Nesse aspecto, para São Paulo, as áreas altamente urbanizadas foram também consideradas no plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, por serem relevantes para a qualidade de vida da população (Martins et al., 2017). Além disso, em 2017, a compensação ambiental, que incluiu plantios nas imediações dos parques Previdência e Independência, propiciou maior

proteção do solo e infiltração das águas das chuvas, além de contribuir para atenuar a poluição sonora e atmosférica, aumentar a umidade do ar e melhorar as condições estéticas, paisagísticas e a qualidade de vida da população, embora se saiba que a reparação do meio ambiente seja dificilmente restabelecida sob o ponto de vista ecológico e cultural (Lacerda, 2018). Todavia, as árvores urbanas também controlam a temperatura do ar, moderando os efeitos das 'ilhas de calor', sequestram e armazenam carbono, auxiliando no combate ao aquecimento global e funcionam como barreira contra ventos e alta luminosidade (A. Santos et al., 2015), sendo, inclusive, importantes para a conservação da brioflora em parques paulistanos, onde as briófitas são geralmente encontradas na vegetação, seja natural ou implantada (Visnadi, 2015b, 2018, 2019).

A conservação da biodiversidade paulistana é prioritária nas áreas verdes que possuem espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (Branco, 2011), como as briófitas *Fissidens pellucidus* var. *asterodontius* e *Pterogoniopsis paulista* (endêmicas do Brasil) e *Metzgeria hegewardii* (ameaçada no estado paulista), encontradas nos parques estudados (Apêndice 1; Mamede et al., 2007; Bordin & Yano, 2013; JBRJ, 2020; IUCN, 2021). Todavia, para se conservar as espécies da flora da cidade de São Paulo, os efeitos antrópicos devem ser minimizados ou devem estar sob controle, atentando-se para os riscos que a degradação ambiental pode causar nas áreas verdes (Catharino & Aragaki, 2008). As briófitas são excelentes monitores ambientais (Slack, 2011), pois a ocorrência e a distribuição dessas plantas estão relacionadas à qualidade do *habitat* (Gradstein et al., 2001), e o monitoramento da qualidade ambiental é um dos princípios da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981 citado em Sabbagh, 2014).

As plantas, em regiões urbanas, enfrentam uma grande variedade de estresses e dificuldades, que são ausentes em ecossistemas não perturbados pela ação humana (Adler & Tanner, 2015). Portanto, os resultados obtidos atendem às recomendações para realização de

estudos em áreas verdes da capital paulista, como subsídios às políticas públicas, visando à conservação e à restauração da vegetação, à conexão dessas áreas e à diminuição da fragmentação da paisagem (Limnios & Furlan, 2013), além de fornecerem subsídios para o plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica no município de São Paulo, que visa a proteção, conservação e recuperação dos seus fragmentos remanescentes para a manutenção da biodiversidade, sendo também uma referência básica para o manejo da sua vegetação (Martins et al., 2017).

CONCLUSÃO

A brioflora é heterogênea nos parques Previdência e Independência, na cidade de São Paulo, sendo, no entanto, essa heterogeneidade relacionada às diferentes paisagens que possuem.

A riqueza em espécies de briófitas, maior na floresta ombrófila densa (Parque Previdência), menor na área antrópica (Parque Independência) e intermediária em bosques heterogêneos (ambos os parques), evidencia a importância da brioflora como indicador da qualidade ambiental nesses locais.

Brioflora mais rica para vegetação conspícua e densa (floresta ombrófila densa e bosque heterogêneo, Parque Previdência) e o contrário para paisagens menos arborizadas (bosque heterogêneo e área antrópica, Parque Independência), confirmam que a arborização é importante para a conservação das briófitas nos parques urbanos paulistanos.

Mais espécies registradas para área situada em região densamente arborizada (Parque Previdência), em comparação à área localizada em região mais urbanizada (Parque Independência), demonstram que as briófitas são também úteis para o monitoramento da qualidade ambiental na cidade de São Paulo.

Ambos os parques ainda possuem espécies endêmicas do Brasil (*Fissidens pellucidus* var. *asterodontius* e *Pterogoniopsis paulista*), além de espécie ameaçada de extinção no estado paulista, de categoria vulnerável (*Metzgeria hegewardii*).

AGRADECIMENTOS

A R. Costa (Parque Previdência) e S. S. Oliveira (Parque Independência), pelos esclarecimentos e material informativo sobre os parques; a E. P. C. Gomes, E. P. Fortes, F. Nascimento e S. Aragaki (Instituto de Pesquisas Ambientais), S. G. Sampaio, V. S. Lima e Z. F. L. Lima (Parque Previdência), pelo apoio ao trabalho de campo; a E. L. M. Catharino, pelas sugestões ao título e às considerações ecológicas do trabalho; a E. P. C. Gomes, pelo auxílio na análise dos dados (Instituto de Pesquisas Ambientais); à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), pela autorização da coleta do material botânico (projeto de pesquisa "Flora de briófitas de parques da cidade de São Paulo-1", processo 2015-0.285.147-0) nos parques Previdência e Independência, 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. *Revista Eletrônica Matemática e Estatística em Foco*, 4(2), 102-114.
- Almeida, R. F., De Sordi, S. J., & Garcia, R. J. F. (2010). Aspectos florísticos, históricos e ecológicos do componente arbóreo do parque da Independência, São Paulo, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 5(3), 18-41.
- 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>
- Ambrogi, V., Castro, J., Ohata, J., Rodrigues, D., Tachibana, E., & Vilela, M. M. (2013). *Análise dos inventários de GEE de 4 municípios e recomendações de políticas públicas para o município de São Paulo* (Relatório Técnico - Produto 12). Secretaria do Verde e Meio Ambiente/Prefeitura do Município de São Paulo/Instituto Ekos Brasil/Geoklock Consultoria e Engenharia Ambiental.
- Andrade, L. A. Z., Felfili, J. M., & Violatti, L. (2002). Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botanica Brasílica*, 16(2), 225-240. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000200009>
- Aragaki, S., & Mantovani, W. (1998). Caracterização do clima e da vegetação de remanescente florestal no planalto paulistano (SP). *Anais do Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*, 4(2), 25-36.
- Barbosa, L. M., Potomati, A., & Peccinini, A. A. (2002). O PEFI: histórico e legislação. 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. 15-28). Editora da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Barone, A. C. C. (2013). As áreas verdes no contexto do planejamento urbano em São Paulo: os parques da gestão Setúbal (1976-1979). *Pós - Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP*, 20(34), 198-217.
- Barros, F., Mamede, M. C. H., Melo, M. M. R. F., Lopes, E. A., Jung-Mendaçoli, S. L., Kirizawa, M., ... Melhem, T. S. (2002). A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. 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. 93-110). Editora da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- 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 (Online)*, 20(1), 160-177. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>
- Bastos, C. J. P., & Yano, O. (1993). Musgos da zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 20(1-2), 23-33.
- Bates, J. W. (2009). Mineral nutrition and substratum ecology. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (2. ed., pp. 299-356). Cambridge University Press.
- Batista, W. V. S. M., Pôrto, K. C., & Santos, N. D. (2018). Distribution, ecology, and reproduction of bryophytes in a humid enclave in the semiarid region of northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, 32(2), 303-313. <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0339>
- 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.
- Brazolin, S. (2012). Floresta urbana: um desafio para as cidades. In CRBio-01 lança o seu concurso ambiental na Câmara Municipal de São Paulo (palestra, pp. 13). *O Biólogo*, 6(22).
- Buck, W. R. (1998). *Pleurocarpus mosses of the West Indies* (Memoirs of the New York Botanical Garden, 82). NYBG Press.
- 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.
- 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.
- Candiani, D. F., Indicatti, R. P., & Brescovit, A. D. (2005). Composição e diversidade da araneofauna (Araneae) de serapilheira em três florestas urbanas na cidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 5(1A), 111-123. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000200010>
- Candido, A. B., Palácios, A. C., Azevedo, C. M. A., Barros, E. C., Gomes, M. A., Lima, N. G. B., . . . Nogueira, S. A. A. (2016). *Relatório de qualidade ambiental, RQA 2016*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Coordenadoria de Planejamento Ambiental.
- 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 Piratininga 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.
- 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.
- Decreto nº 4.339 (2002, ago. 22). Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm
- Dittrich, S., Leuschner, C., & Hauck, M. (2016). Change in the bryophyte diversity and species composition of Central European temperate broadleaved forests since the late nineteenth century. *Biodiversity and Conservation*, 25(11), 2071-2091. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1179-6>
- Fernandes, F. R. B., Almeida, W. S., Santos, E. O., Teófilo, E. M., & Bertini, C. H. C. M. (2013). Medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em genótipos de feijão-caupi. *Anais do Congresso Nacional de Feijão*, 3, 1-5.
- Flora of North America Editorial Committee. (2007). *Flora of North America* (Bryophytes: Mosses, v. 27, Bryophyta, Part 1). Oxford University Press.
- Frahm, J.-P. (2003). Manual of tropical bryology. *Tropical Bryology*, 23, 1-196.
- Fudali, E. (2001). The ecological structure of the bryoflora of Wrocław's parks and cemeteries in relation to their localization and origin. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 70(3), 229-235. <https://doi.org/10.5586/asbp.2001.030>
- Gaspar, M. (2010). Efeitos de impactos ambientais na biodiversidade. In V. L. R. Bononi (Coord.), *Biodiversidade* (pp. 69-82) (Cadernos de Educação Ambiental, 4). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Instituto de Botânica.
- Gentil, K. C. S., & Menezes, C. R. (2011). Levantamento de briófitas bioindicadoras de perturbação ambiental do campus Marco Zero do Equador da UNIFAP. *Biota Amazonia*, 1(1), 63-73. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v1n1p63-73>
- Germano, S. R., Silva, J. B., & Peralta, D. F. (2016). Paraíba State, Brazil: a hotspot of bryophytes. *Phytotaxa*, 258(3), 251-278. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.258.3.2>
- Gignac, L. D. (2001). Bryophytes as indicators of climate change (invited essay, new frontiers in bryology and lichenology). *The Bryologist*, 104(3), 410-420.

- Gignac, L. D. (2011). Bryophytes as predictors of climate change. In Z. Tuba, N. G. Slack & L. R. Stark (Eds.), *Bryophyte ecology and climate change* (pp. 461-482). Cambridge University Press.
- Glime, J. M. (2017a). *Bryophyte ecology* (Vol. 1). Michigan Technological University/International Association of Bryologists. <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>
- Glime, J. M. (2017b). *Bryophyte ecology* (Vol. 4). Michigan Technological University/International Association of Bryologists, Michigan. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology4/>
- Goffinet, B., Buck, W. R., & Shaw, A. J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (2. ed.) (pp. 55-138). Cambridge University Press.
- Google Maps/Google Earth. (s. d.). <https://www.google.com.br/maps/>
- Gradstein, S. R., Churchill, S. T., & Salazar-Allen, N. (2001). *Guide to the bryophytes of Tropical America* (Memoirs of the New York Botanical Garden, 86). NYBG Press.
- Gradstein, S. R., & Sporn, S. G. (2009). Impact of forest conversion and climate change on bryophytes in the tropics. *Berichten der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft*, 21, 128-141.
- Gradstein, S. R., & Sporn, S. G. (2010). Land-use change and epiphytic bryophyte diversity in the Tropics. *Nova Hedwigia*, 138, 311-323.
- Grdović, S., & Stevanović, V. (2006). The moss flora in the central urban area of Belgrade. *Archives of Biological Science Belgrade*, 58(1), 55-59. <https://doi.org/10.2298/ABS0601055G>
- 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.
- Hallingbäck, T., & Hodgetts, N. (2000). *Mosses, liverworts and hornworts: status survey and conservation action plan for bryophytes*. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group.
- Hallingbäck, T., & Tan, B. C. (2010). Past and present activities and future strategy of bryophyte conservation. *Phytotaxa*, 9, 266-274. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.15>
- 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). (2021). *The IUCN red list of threatened species*. <https://www.iucnredlist.org/>
- Jacobi, P. R. (2013). São Paulo metrópole insustentável - como superar esta realidade? *Cadernos Metrópole*, 15(29), 219-239.
- Jácome, J., Gradstein, S. R., & Kessler, M. (2011). Responses of epiphytic bryophyte communities to simulated climate change in the tropics. In Z. Tuba, N. G. Slack & L. R. Stark (Eds.), *Bryophyte ecology and climate change* (pp. 191-207). Cambridge University Press.
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (JBRJ) (2020). *Flora do Brasil 2020*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- Jukonienė, I. (2008). The impact of anthropogenic habitats on rare bryophyte species in Lithuania. *Folia Cryptogamica Estonica*, 44, 55-62.
- 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.
- Kirmaci, M., & Ağcagil, E. (2009). The bryophyte flora in the urban area of Aydin (Turkey). *International Journal of Botany*, 5(3), 216-225. <https://dx.doi.org/10.3923/ijb.2009.216.225>
- Koh, L. P., & Gardner, T. A. (2011). Conservation in human-modified landscapes. In N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation biology for all* (pp. 236-261). Oxford University Press Inc.
- Lacerda, L. L. (2018). Recuperação de áreas degradadas através de termo de ajustamento de conduta - TAC. In A. F. Pelliccioni & L. A. P. Leitão (Orgs.), *Relatório da Qualidade do Meio Ambiente (RQMA - 2018)* (pp. 9-14). Prefeitura do Município de São Paulo/Secretaria Municipal do Verde e 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. <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16050-de-31-de-julho-de-2014>
- Lima, L. C. L., & Rocha, L. M. (2015). Levantamento de musgos (Bryophyta) de um fragmento urbano remanescente de cerrado *s.l.* no município de Ituiutaba (MG). *Pesquisas, Botânica*, (67), 201-216.
- Limnios, G., & Furlan, S. A. (2013). Parques urbanos no município de São Paulo-SP (Brasil): espacialização e demanda social. *Labverde*, (6), 173-189. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i6p173-189>
- Lisboa, R. C. L., & Ilkiu-Borges, A. L. (1995). Diversidade das briófitas de Belém (PA) e seu potencial como indicadoras de poluição urbana. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, 11(2), 199-225.

- Lopes, M. O., Pietrobom, M. R., Carmo, D. M., & Peralta, D. F. (2016). Estudo comparativo de comunidades de briófitas sujeitas a diferentes graus de inundação no município de São Domingos do Capim, PA, Brasil. *Hoehnea*, 43(2), 159-171. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-54/2015>
- 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 plyglottum bryologiae: versão brasileira do glossário briológico*. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- 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.
- 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.
- Malagoli, L. R., Bajesteiro, F. B., & Whately, M. (2008c). Considerações finais. In L. R. Malagoli, F. B. Bajesteiro & M. Whately (Orgs.), *Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana* (pp. 352-361). Instituto Socioambiental.
- 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
- Martinelli, G., & Moraes, M. A. (Orgs.). (2013). *Livro vermelho da flora do Brasil* (1. ed.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Centro Nacional de Conservação da Flora-CNCFLOA.
- 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 Brasilica*, 26(3), 553-558. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000300005>
- 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>
- Monteiro, M. B. C. A., & Azevedo, T. R. (2005). Comparação do perfil vertical da temperatura e da umidade relativa do ar em fragmentos de mata atlântica no interior e arredores da cidade de São Paulo, SP. *Estudos Geográficos*, 3(2), 1-13.
- Morini, M. S. C., Munhae, C. B., Leung, R., Candiani, D. F., & Voltolini, J. C. (2007). Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia, Série Zoologia*, 97(3), 246-252. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000300005>
- 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.
- Oliveira, H. C., & Oliveira, S. M. (2016). Vertical distribution of epiphytic bryophytes in Atlantic Forest fragments in northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 30(4), 609-617. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0303>
- Oliveira, J. R. P. M., Pôrto, K. C., & Silva, M. P. P. (2011). Richness preservation in a fragmented landscape: a study of epiphytic bryophytes in an Atlantic forest remnant in Northeast Brazil. *Journal of Bryology*, 33(4), 279-290. <https://doi.org/10.1179/1743282011Y.0000000017>
- 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.
- Pantoja, A. C. C., Ilkiu-Borges, A. L., Tavares-Martins, A. C. C., & Garcia, E. T. (2015). Bryophytes in fragments of Terra Firme forest on the great curve of the Xingu River, Pará state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3 Suppl. 1), 238-249. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.02814BM>
- Peñalzo-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://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.
- Polisel, R. T., & Franco, G. A. D. C. (2010). Comparação florística e estrutural entre dois trechos de Floresta Ombrófila Densa em diferentes estádios sucessionais, Juquitiba, SP, Brasil. *Hoehnea*, 37(4), 691-718. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062010000400002>
- Pôrto, K. C., Germano, S. R., & Borges, G. M. (2004). Avaliação dos brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba, quanto à diversidade de briófitas, para a conservação. In K. C. Pôrto, J. J. P. Cabral & M. Tabarelli (Orgs.), *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação* (Série Biodiversidade, 9) (pp. 79-97). Ministério do Meio Ambiente.
- Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP). (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_3315.pdf
- Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP). (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_3323.pdf
- Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP). (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_3325.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. (s. d.). *Parque Independência - Museu Paulista & Museu de Zoologia. Trilhas urbanas* (folheto, 2nd ed. revisada). Prefeitura da cidade de São Paulo/Secretaria do Verde e do Meio Ambiente.
- 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>
- Rotermund, R. M. (2012). Infraestrutura verde urbana – as oportunidades de atuação do biólogo: um relato pessoal. In CRBio-01 lança o seu concurso ambiental na Câmara Municipal de São Paulo (palestra, pp. 14-15). *O Biólogo*, 6(22).
- Sabbagh, R. B. (2014). *Gestão ambiental* (Cadernos de Educação Ambiental, 16). Secretaria Estadual do Meio Ambiente/Coordenadoria de Educação Ambiental.
- 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. C. P., & Lisboa, R. C. L. (2008). Musgos (Bryophyta) da Microrregião do Salgado paraense e sua utilização como possíveis indicadores de ambientes perturbados. *Rodriguésia*, 59(2), 361-368. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200859208>
- Scaramuzza, C. A. M. (Coord.). (2016). *Brasil: 5º relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica* (Série Biodiversidade, n. 50). Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- 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>
- Schoenlein-Crusius, I. H. (2012). A consciência ambiental e os parques urbanos. *O Biólogo*, 6(22), 20-23.
- Schofield, W. B. (1985). *Introduction to bryology*. Macmillan Publishing Company.
- 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.
- Sérgio, C., Figueira, R., & Menezes, R. (2011). Modeling the distribution of *Sematophyllum substrumulosum* (Hampe) E. Britton as a signal of climatic changes in Europe. In Z. Tuba, N. G. Slack & L. R. Stark (Eds.), *Bryophyte ecology and climate change* (pp. 427-439). Cambridge University 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. L., & Rocha, L. M. (2015). Hepáticas e antóceros do Parque Municipal do Goiabal, município de Ituiutaba-MG, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, (67), 131-142.
- Silva, A. M., Oliveira, R. R., & Conceição, G. M. (2018). Musgos (Bryophyta) do Morro do Alecrim, centro urbano de Caxias, Maranhão, Brasil. *Revista Arquivos Científicos*, 1(1), 55-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v1n1p55-62>
- Silva, A. N., Xavier, A. F., Bolzani, D. B. M., Sério, F. C., Xavier, I., Braz, I. J. S., . . . Maldonado, W. (2014). *Unidades de conservação da natureza* (2nd 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>
- Slack, N. G. (2011). The ecological value of bryophytes as indicators of climate change. In Z. Tuba, N. G. Slack & L. R. Stark (Eds.), *Bryophyte ecology and climate change* (pp. 3-12). Cambridge University Press.
- Sneath, P. H. A., & Sokal, R. R. (1973). *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. W. H. Freeman & Company.
- 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 On Line*, 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. <http://doi.org/10.21826/2446-8231201772112>
- Steinbaum, V., & Massambani, O. (2011). *Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas*. Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia/Grupos de Trabalho de Transporte, Energia, Construções, Uso do Solo, Resíduos e Saúde/Prefeitura do Município de São Paulo. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/diretrizes_clima_bilingue_julho_2011_low_1310480805.pdf
- Sugiyama, M. (2010). Biomas do estado de São Paulo. In V. L. R. Bononi (Coord.), *Biodiversidade* (pp. 31-49) (Cadernos de Educação Ambiental, 4). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Instituto de Botânica.
- 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. (s. d.). *The plant list: a working list of all plant species*. Royal Botanic Gardens/Missouri Botanical Garden. <http://www.theplantlist.org>
- Tropicos. (s. d.). *Tropicos.org*. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/>
- Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophytes*. Cambridge University Press.
- Vanderpoorten, A., & Hallingbäck, T. (2009). Conservation biology of bryophytes. In B. Goffinet & A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte biology* (2. ed., pp. 487-533). Cambridge University Press.
- Vilas Bôas-Bastos, S. B., Bastos, C. J. P., & Costa, K. R. (2017). Brioflora da área de relevante interesse ecológico Serra do Orobó, municípios de Ruy Barbosa e Itaberaba, Bahia, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, 70, 79-98.
- 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. (2004). Distribuição da brioflora em diferentes fisionomias de cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 18(4), 965-973. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400026>
- Visnadi, S. R. (2013a). 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. (2013b). Brioflora do Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira (PETAR), estado de São Paulo, Brasil. *Tropical Bryology*, 35(1), 52-63. <https://doi.org/10.11646/bde.35.1.7>

- 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>
- Vital, D. M., & Visnadi, S. R. (1994). Bryophytes of Rio Branco Municipality, Acre, Brazil. *Tropical Bryology*, 9, 69-74. <http://dx.doi.org/10.11646/bde.9.1.10>
- Whately, M., Santoro, P. F., Gonçalves, B. C., & Gonzatto, A. M. (2008). *Parques urbanos municipais de São Paulo: subsídios para a gestão*. Instituto Socioambiental. <https://acervo.socioambiental.org/acervo/publicacoes-isa/parques-urbanos-municipais-de-sao-paulo-subsidios-para-gestao>

Apêndice 1. Briófitas ocorrentes nos parques Previdência e Independência na cidade de São Paulo, Brasil. Legendas: AL = alvenaria, CO = concreto, COR = corticólicas, EPI = epífilas, EPX = epíxilas, MT = madeira tratada, SAX = saxícolas, TER = terrícolas, TI = tijolo; Grupo ecológico - gen = generalista, som = típica de sombra; Forma de vida - F = flabelado, TF = tufo, TL = taloso, TP = tapete, TR = trama. (Continua)

Appendix 1. Bryophytes occurring in the Previdência and Independência parks in the city of São Paulo, Brazil. Legends: AL = brickwork, CO = concrete, COR = corticolous, EPI = epiphylls, EPX = epixylics, MT = treated wood, SAX = saxicolous, TER = terrestrial, TI = brick; Ecological group - gen = generalist, som = shade bryophytes; Life form - F = flabellate, TF = tuft, TL = thallose, TP = mat, TR = weft. (Continue)

Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
BRYOPHYTA							
Brachytheciaceae							
<i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) A. Jaeger	COR, EPX	CO, COR, TER	CO		gen	TR	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7657
<i>Rhynchostegium conchophyllum</i> (Taylor) A. Jaeger	CO, COR, EPX	CO, COR, TER			gen	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7476
<i>Rhynchostegium serrulatum</i> (Hedw.) A. Jaeger			CO		gen	TP	S.R. Visnadi 7330
Bryaceae							
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.				AL, CO, TER	gen	TF	S.R. Visnadi 7393
<i>Bryum coronatum</i> Schwägr.				CO, TER	gen	TF	S.R. Visnadi 7407
<i>Bryum limbatum</i> Müll. Hal.		CO	AL, CO, TER		gen	TF	S.R. Visnadi 7416
Calymperaceae							
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.			COR, EPX		gen	TF	S.R. Visnadi 7364
Entodontaceae							
<i>Erythrodontium longisetum</i> (Hook.) Paris		COR			gen	TP	S.R. Visnadi 7594
Erpodiaceae							
<i>Erpodium glaziovii</i> Hampe	COR, EPX	COR	COR	AL, COR	gen	TP	S.R. Visnadi, E.P.C. Gomes, S. Aragaki & E.P. Fortes 7452
Fabroniaceae							
<i>Dimerodontium mendozense</i> Mitt.		CO, COR	COR	AL, COR	gen	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7549
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.		CO, COR	COR	AL, COR	gen	TP	S.R. Visnadi 7412



Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
Fissidentaceae							
<i>Fissidens anguste-limbatus</i> Mitt.	COR				som	F	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7461
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	COR, EPX, TER				gen	F	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7673
<i>Fissidens elegans</i> Brid.			AL		gen	F	S.R. Visnadi 7326 p.p.
<i>Fissidens pellucidus</i> var. <i>asterodontius</i> (Müll. Hal.) Pursell	TER				gen	F	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7616 p.p.
<i>Fissidens scariosus</i> Mitt.	TER				gen	F	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7616 p.p.
<i>Fissidens submarginatus</i> Bruch	TER				gen	F	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7616 p.p.
<i>Fissidens weirii</i> Mitt. var. <i>weirii</i>	EPX				som	F	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7463
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	TER	TER	AL, CO		gen	F	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7674
Hypnaceae							
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck	COR, EPX	CO, TER	CO		gen	TP	S.R. Visnadi, E.P.C. Gomes, S. Aragaki & E.P. Fortes 7450
<i>Rhacopilopsis trinitensis</i> (Müll. Hal.) E. Britton & Dixon	COR				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7513
<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schwägr.) Broth.	CO, COR, EPX, MT, SAX, TI, TER	TER			gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7638
Leskeaceae							
<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.		CO, TER	AL, CO		gen	TP	S.R. Visnadi 7587
Leucobryaceae							



Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
<i>Campylopus cryptopodioides</i> Broth.	EPX				som	TF	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7510
Pilotrichaceae							
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	EPX, MT, TER				gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7669
<i>Lepidopilum scabrisetum</i> (Schwägr.) Steere	COR				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7472
<i>Thamniopsis langsdorffii</i> (Hook.) W. R. Buck	COR, EPX				gen	TP	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7621
Pottiaceae							
<i>Chenia leptophylla</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander		CO, TER	TER	COR, TER	gen	TF	S.R. Visnadi 7583
<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger		CO, TER	CO	CO, TER	gen	TF	S.R. Visnadi 7414
<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.		CO		CO	gen	TF	S.R. Visnadi 7378
Pylaisiadelphaceae							
<i>Isopterygium byssobolax</i> (Müll. Hal.) Paris	COR, EPX		COR		gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7661
<i>Isopterygium subbrevisetum</i> (Hampe) Broth.	COR				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7526
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	COR, EPX				gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7691
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	COR, EPX	COR			gen	TP	S.R. Visnadi; S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7484
Racopilaceae							
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid	CO, COR				gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7697



Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
Rhizogoniaceae							
<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	COR				gen	TF	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7685
Sematophyllaceae							
<i>Brittonodoxa subpinnata</i> (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S. Câmara & Carv.-Silva	EPX	CO, COR, EPX, MT	CO, COR, EPX	COR	gen	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7556
<i>Donnellia commutata</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck		COR	COR	COR	gen	TP	S.R. Visnadi 7409
<i>Pterogoniopsis paulista</i> (W.R. Buck & Vital) Carv.-Silva, P.E.A.S. Câmara & W.R. Buck	EPX		EPX	COR	gen	TP	S.R. Visnadi 7403
<i>Vitalia galipensis</i> (Müll. Hal.) P.E.A.S. Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck	COR, EPX	COR, EPX, TER	AL, CO, COR, EPX, TER	TI	gen	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7546
MARCHANTIOPHYTA							
Calypogeiaceae							
<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.	TER				som	TP	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7615
Chonecoleaceae							
<i>Chonecolea doellingeri</i> (Nees) Grolle	EPX	COR	COR	COR	gen	TP	S.R. Visnadi 7426
Frullaniaceae							
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees in Gottsche et al.	COR, EPX				gen	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7528
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	EPX	CO, COR	COR	AL, COR	gen	TP	S.R. Visnadi 7602
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	EPX	MT			gen	TP	S.R. Visnadi 7569



Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce	EPX	COR	COR		gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & S.G. Sampaio 7682 p.p.
Lejeuneaceae							
<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt		CO, COR	COR		gen	TP	S.R. Visnadi 7609
<i>Cololejeunea paucifolia</i> (Spruce) Bernecker & Pócs	COR, EPX		COR		gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7649 p.p.
<i>Lejeunea abyssinica</i> (Gola) Cufod.	COR				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7467
<i>Lejeunea capensis</i> Gottsche	COR, EPX				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7480
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	COR, EPX	COR	COR	COR, TER	gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7664
<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche	CO, COR, EPX	EPX	CO, EPX		gen	TP	S.R. Visnadi, E.P.C. Gomes, S. Aragaki & E.P. Fortes 7455
<i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.	COR, EPX	CO			gen	TP	S.R. Visnadi, E.P.C. Gomes, S. Aragaki & E.P. Fortes 7458
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffn.	COR				gen	TP	S.R. Visnadi & V.S. Lima 7625
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Steph.	EPX				gen	TP	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7649 p.p.
<i>Microlejeunea globosa</i> (Spruce) Steph.	COR, EPX	COR	COR		gen	TP	S.R. Visnadi 7369
<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L. Zhu, Y. Yu & Pócs			COR		gen	TP	S.R. Visnadi 7323 p.p.



Apêndice 1 | *Appendix 1.*(Conclusão) | *(Conclusion)*

Espécies	Parque Previdência		Parque Independência		Grupo ecológico	Forma de vida	Voucher
	Floresta ombrófila densa	Área antrópica com trechos de bosque heterogêneo	Bosque heterogêneo	Área antrópica			
Lepidoziaceae							
<i>Bazzania nitida</i> (Weber) Grolle	COR				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7459
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin) M.A. Howe	TER				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7509
Lophocoleaceae							
<i>Cryptolophocolea martiana</i> (Nees) L. Söderstr., Crand.-Stotl. & Stotler	TER				som	TP	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7500
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	COR, EPX				gen	TP	S.R. Visnadi, E.P.C. Gomes, S. Aragaki & E.P. Fortes 7448
Metzgeriaceae							
<i>Metzgeria ciliata</i> Raddi	COR				som	TL	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7495
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	COR				gen	TL	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7493
<i>Metzgeria hegewaldii</i> Kuwah.	COR	COR	COR		gen	TL	S.R. Visnadi 7606
Plagiochilaceae							
<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont.	COR	COR			som	F	S.R. Visnadi 7592
<i>Plagiochila crispabilis</i> Lindenb.	COR, EPI				gen	F	S.R. Visnadi, V.S. Lima & Z.F.L. Lima 7652
<i>Plagiochila patula</i> (Sw.) Nees & Mont. ex Lindenb.	COR, EPX				gen	F	S.R. Visnadi, S. Aragaki, E.P. Fortes & F. Nascimento 7508
Total de espécies	51	29	28	15			
Porcentagem de amostras	45,5%	19,3%	21,2%	14%			



