

Ecologia de epífitos vasculares em fragmento florestal urbano na região sul do Brasil

Diego Floriano da Rocha¹ , Michelle Helena Nervo² , Rafael Augusto Xavier Borges³ ,
Cristina Vargas Cademartori⁴ , Sérgio Augusto De Loreto Bordignon³ 

¹Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Bens Culturais, Universidade La Salle, Av. Victor Barreto, 2288, Centro, CEP 92010-000, Canoas, RS, Brasil.

²Universidade de Passo Fundo. Laboratório Multidisciplinar Vegetal. Campus 1. Rodovia BR-285, km 171, São José, CEP 99025-900, Passo Fundo, RS, Brasil.

³Universidade La Salle, Av. Victor Barreto, 2288, Centro, CEP 92010-000, Canoas, RS, Brasil.

⁴Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43136, Agronomia, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

Autor para correspondência: diego.floriano89@yahoo.com

Recebido em: 26.IV.2022

Aceito em: 01.II.2024

RESUMO – A distribuição das epífitas vasculares depende do substrato proporcionado pelos forófitos, enquanto a frequência está relacionada a fatores intrínsecos do forófito ou a adaptações da epífita. O objetivo foi analisar a composição, diversidade e distribuição espacial e comunitária de epífitas vasculares em um fragmento florestal em Canoas (RS). A amostragem de epífitas foi realizada pela metodologia assistemática. O estudo fitossociológico seguiu o método de divisão do forófito em zonas ecológicas e as epífitas foram classificadas quanto à forma de vida, tipos de polinização e dispersão. Foram registrados 120 forófitos pertencentes a 16 espécies, além de 13 espécies de epífitas, 6 pteridófitas e 7 angiospermas, dentre as quais *Cattleya intermedia* Grah. é considerada ameaçada em âmbito regional e nacional. Predominaram as holoepífitas habituais, entomófilas e de dispersão anemocórica. *Microgramma vacciniifolia* (Kaulf.) de la Sota foi a espécie mais frequente, com predominância nas zonas ecológicas inferior e superior. Houve relação significativa e positiva entre o aumento do DAP dos forófitos e o aumento da riqueza de espécies de epífitas. Das seis espécies com o maior valor de importância epifítica na comunidade, três foram consideradas indicadoras de ocorrência na zona ecológica fuste, duas na zona fuste baixo e uma na copa externa.

Palavras-chave: diversidade de espécies, fitossociologia, flora epifítica, Floresta Estacional Semidecidual, área verde urbana.

ABSTRACT – Ecology of vascular epiphytes in an urban forest fragment in southern Brazil. The distribution of vascular epiphytes on their phorophytes is linked to the substrates they provide, while their frequency is related to intrinsic phorophytes factors or to epiphyte adaptations. We analyzed composition, diversity, and spatial and community distribution of vascular epiphytes in a forest fragment in Canoas, RS, Brazil. Epiphytes were sampled using an asymmetrical methodology. The phytosociological study employed a method based on division of phorophytes into ecological zones and epiphytes were classified by lifeform and types of pollination and dispersal. We recorded 120 phorophytes, belonging to 16 species, and 13 species of epiphytes, 6 pteridophytes and 7 angiosperms. *Cattleya intermedia* Grah. is considered threatened at the regional and national levels. Habitual holoepiphytic, entomophilic and anemochoric species predominated. *Microgramma vacciniifolia* (Kaulf.) de la Sota was the most frequent epiphyte in the lower and upper ecological zones. There was a significant and positive relationship between increased phorophyte DBH and increased epiphyte species richness. Three of the six species with the highest epiphytic importance values in the community were considered indicators of occurrence in the trunk ecological zone, two in the low trunk zone, and one in the external canopy.

Keywords: epiphytic flora, phytosociology, semi-deciduous seasonal forest, species diversity, urban green space.

INTRODUÇÃO

A perda e fragmentação de habitats, causadas pelas atividades antrópicas, podem ser particularmente visíveis como decorrência do processo de urbanização. Estas ameaças são consideradas as principais causas de declínio da diversidade biológica na atualidade. O crescimento urbano, mesmo quando organizado, representa ameaça à conservação de muitas espécies, porque implica em

isolamento das populações e pode limitar a dispersão e a possibilidade de colonização de novos habitats (Primack & Rodrigues 2001). Com relação à flora, por exemplo, a consequente alteração na disponibilidade de recursos, como nutrientes, água e luz, e o decorrente aumento da competição elevam a taxa de mortalidade das populações (Townsend *et al.* 2006), o que pode desencadear extinções locais.

Aproximadamente 9% das plantas vasculares existentes no planeta são epífitas (Zotz 2013), expressivos elementos

na composição da flora (Gentry & Dodson 1987, Alves et al. 2014), em especial nas florestas Neotropicais, a exemplo da Mata Atlântica, onde já foram registradas 2256 espécies, as quais representam mais de 15% da riqueza de plantas vasculares do bioma (Freitas et al. 2016). As epífitas vasculares são plantas que dependem diretamente de luz e umidade atmosférica para seu desenvolvimento. Em determinado estágio da vida, utilizam outras plantas como meio de fixação (forófito). Fixam-se em habitats verticais ou horizontais, de maneira que seu desenvolvimento possa se dar sem o contato direto com o solo e de forma independente dos nutrientes do forófito (Barthlott et al. 2001). A distribuição das espécies de epífitas sobre o forófito está intimamente ligada ao tipo de substrato que este proporciona (Buzatto et al. 2008), enquanto a sua frequência sobre diferentes indivíduos arbóreos está relacionada a fatores tais como tamanho, idade, arquitetura da árvore e características da casca, ou a adaptações da própria espécie epifítica (Benzing 1990). A própria fitofisionomia, bem como o grau de sucessão e integridade ecológica do componente florestal também são aspectos determinantes (Kersten 2010).

Desta forma, a relação epífita-forófito passa a ser vista como importante aliada na avaliação do estado de conservação de áreas naturais, bem como dos efeitos das ações humanas sobre essas áreas (Suhogusoff 2006). Por necessitar de recursos e condições específicas para seu estabelecimento e desenvolvimento, as epífitas vasculares são consideradas bons indicadores de qualidade ambiental (Triana-Moreno et al. 2003).

Canoas faz parte da Região Metropolitana de Porto Alegre, abrange uma área de 130,789 km² com 59,6% das vias públicas urbanizadas, população de 347.657 habitantes, apresentando densidade demográfica total de aproximadamente 2.658 hab/km² (IBGE 2022). O crescimento contínuo do município e o aumento da urbanização trouxeram, como consequência, a redução e o relativo isolamento das áreas verdes remanescentes, implicando também no isolamento da biota.

Apesar do avanço no conhecimento das epífitas vasculares de ambientes florestais urbanos, observado nos últimos anos (Oliveira et al. 2013, Becker et al. 2015, Alves et al. 2014), ainda são escassas as informações sobre a ecologia destes ambientes, principalmente daqueles localizados em áreas da região metropolitana no estado do Rio Grande do Sul. A maior parte dos estudos florísticos realizados no município de Canoas compreendem estudos ecológicos envolvendo áreas de vegetação ripária (Sobrinho, 2005, Becker et al. 2015). Desta forma, verifica-se uma lacuna de conhecimento sobre epífitas vasculares em fragmentos urbanos de Floresta Estacional Semidecidual.

O inventário da flora, aliado ao estudo de ecologia de comunidades vegetais, é considerado fundamental para embasar quaisquer atividades de uso, manejo, restauração e conservação da floresta (Ribas et al. 2003). Finol (1971) destaca a importância de aliar, ao estudo arbóreo, o

conhecimento da estrutura vertical de epífitas vasculares para melhor compreensão da dinâmica das florestas. Portanto, compreender a estrutura comunitária de epífitas vasculares contribui para o conhecimento e avaliação dos ecossistemas florestais. Especialmente em fragmentos naturais urbanos. Estudos desta natureza podem apontar espécies-chave na estruturação das comunidades e auxiliar a preservar a biota como um todo.

Este estudo teve como objetivo analisar a composição, diversidade de espécies e a distribuição espacial e comunitária de epífitas vasculares em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual, pertencente à região metropolitana de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Analisamos, concomitantemente, a relação entre a composição de espécies em diferentes categorias ecológicas do estrato vertical forofítico e a estrutura morfológica dos forófitos. Neste sentido, procuramos responder às seguintes perguntas: (1) como varia a composição, diversidade e distribuição espacial e comunitária das espécies de epífitas vasculares do fragmento urbano? (2) forófitos com maior área basal e altura podem abrigar um maior número de espécies vasculares, ou seja, existe relação positiva entre a riqueza de espécies e a estrutura morfológica dos forófitos? (3) a composição de espécies em diferentes zonas ecológicas do estrato forofítico é a mesma? (4) quais espécies podem ser utilizadas como indicadoras de diferentes zonas ecológicas do estrato vertical forofítico?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Base Aérea de Canoas (BACO) está localizada no município de Canoas, pertencente à região Metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1). O município era originalmente constituído por um mosaico de fitofisionomias representadas por campos, banhados e capões florestais. Em razão do crescimento da malha urbana, restaram poucos remanescentes das paisagens originais do município. A Base Aérea de Canoas é um dos remanescentes de maiores dimensões.

A área total é de aproximadamente 830 hectares, dos quais 537 ha são compostos por vegetação arbórea, incluindo espécies exóticas (*Pinnus elliottii* e *Eucalyptus* spp.) em meio a grandes fragmentos de vegetação nativa (em estágios iniciais e médios de regeneração), áreas úmidas (20 ha), vegetação arbustiva (0,7 ha) e vegetação herbácea (100 ha). O restante (172,3 ha) contempla área impermeável (constituída pelas vias internas, edificações e pistas de pouso e taxiamento de aeronaves) (*comunicação pessoal*, Biol. Ana C. P. Maciel – Base Aérea de Canoas).

O Planalto Sul-Brasileiro apresenta, em sua vertente meridional, uma área florestal extensa, pertencente ao bioma Mata Atlântica, e constituída por duas formações florestais distintas: a Floresta Estacional Semidecidual, ao longo da bacia do rio dos Sinos, e a Floresta Estacional Decidual,

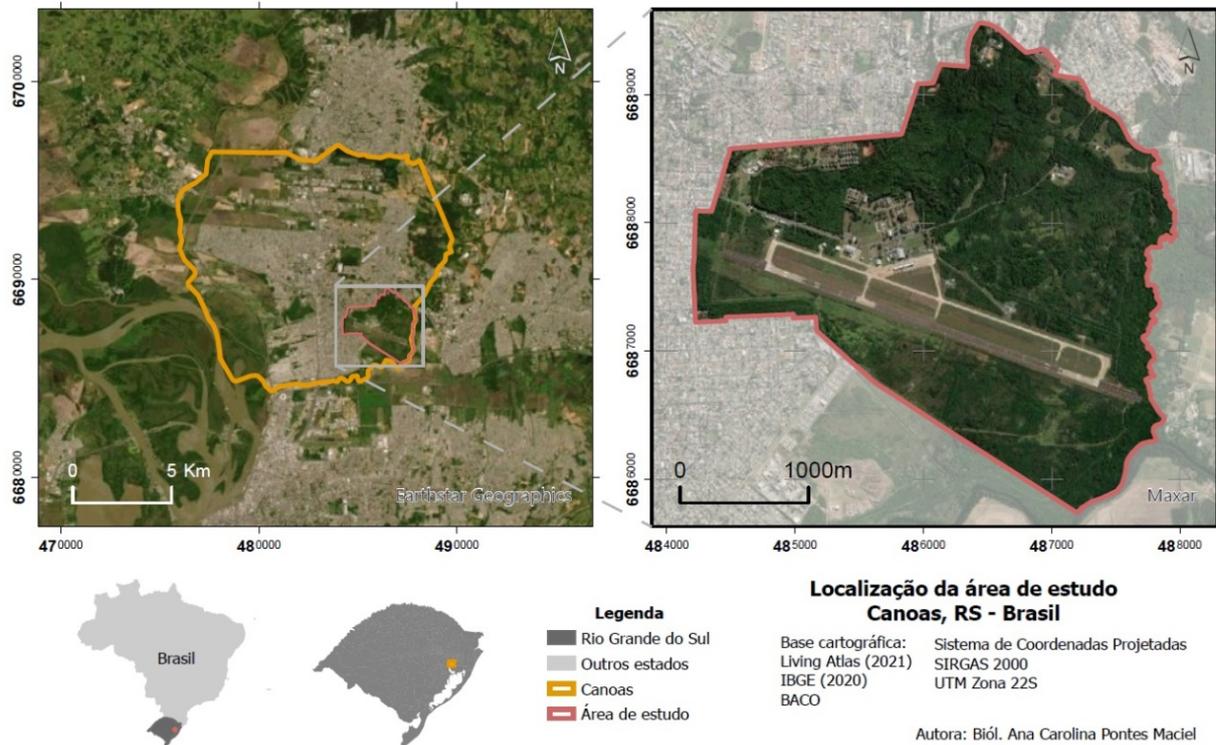


Figura 1. Imagem de satélite com a representação dos limites aproximados (polígono em vermelho) da área de estudo, Base Aérea de Canoas, em meio à malha urbana do município, Rio Grande do Sul.

na bacia do rio Ibicuí. A área de estudo encontra-se na abrangência da Floresta Estacional Semidecidual, que apresenta de 20% a 50% de espécies arbóreas caducifólias (Teixeira *et al.* 1986, IBGE 1992, Jarenkow & Waechter 2001). Dentre as espécies arbóreas comuns na região, encontram-se *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. *et al.*) Hieron. ex Niederl.; *Casearia sylvestris* Sw.; *Cordia americana* L. e *Luehea divaricata* Mart. Considerando o grupo de espécies epifíticas, *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota, *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston e *Aechmea recurvata* (Klotzsch) L.B.Sm. estão entre as espécies mais comuns na região.

O clima da região da área de estudo é caracterizado como subtropical úmido, com pluviosidade significativa durante o ano, alcançando a marca anual de 1.418 mm; a temperatura média é de 19,4 °C (Köppen 1948). Os tipos de solo predominantes são Cambissolo e Argissolo.

Amostragem

As atividades de campo foram realizadas no período de junho a dezembro de 2020. A amostragem de epífitas vasculares foi realizada por meio da metodologia assistemática (Filgueiras *et al.* 1994). Este método consiste na realização de caminhadas aleatórias, utilizando-se, como referência, trilhas e caminhos pré-existent, buscando-se contemplar diferentes microambientes e percorrer a maior parte da área de estudo.

A amostragem dos forófitos baseou-se no estudo e método empregado por Petean (2009), respeitando-se uma

distância mínima de 50 m da estrada, visando observar os indivíduos que estavam mais afastados da borda da mata, minimizando-se, assim, os efeitos de borda. Os forófitos foram marcados em um único fragmento florestal e, posteriormente, sorteados, sendo amostrados apenas os indivíduos saudáveis que possuíam Diâmetro à Altura do Peito (DAP) \geq 30 cm. Através deste procedimento foram inventariados 120 forófitos.

Para catalogar a flora epifítica, cada árvore (forófito) foi considerada uma unidade amostral. A presença ou ausência dos epífitos vasculares foi registrada através da combinação entre a escalada natural do forófito e a observação à distância, com auxílio de binóculo (Nervo *et al.* 2016). Todos os espécimes de epífitas foram identificados in loco, com o auxílio de especialistas. O sistema de classificação adotado é o proposto pelo APG IV (2016) para as famílias botânicas de angiospermas e o *Pteridophyte Phylogeny Group* - PPG I (2016) para samambaias e licófitas. A nomenclatura das espécies está de acordo com Flora e Funga do Brasil (2022).

As epífitas foram classificadas de acordo com a sua categoria ecológica ou forma de vida, segundo Benzing (1990), a saber: HAB (Holoepífita habitual), ACI (Holoepífita acidental) e FAC (Holoepífita facultativa).

O estudo fitossociológico seguiu o método de divisão vertical do forófito em zonas ecológicas, considerando-se quatro estratos (adaptado de Kersten 2006): FB – base do fuste (da base do fuste ou tronco até 1,50 m acima do nível do solo), F – fuste (de 1,50 m até o final do tronco),

CI - copa interna (engloba a primeira bifurcação e o dossel com até 50% do comprimento dos galhos) e CE – copa externa (demais ramificações, considerando os ramos mais novos e mais expostos do dossel superior).

A partir da literatura (Fischer & Araújo 1995, Padilha et al. 2015), a biologia reprodutiva das espécies de epífitos vasculares foi classificada quanto aos tipos de polinização e dispersão. As categorias estabelecidas para a classificação da polinização foram: anemofilia (ocorre por ação do vento), entomofilia (por meio de insetos) e ornitofilia (por aves). Quanto à classificação do tipo de dispersão de diásporos, as epífitas foram categorizadas em zoocóricas e anemocóricas. As espécies anemocóricas foram subdivididas em: esporocóricas (plantas com esporos e sementes pequenas) e pogonocóricas (sementes aladas ou plumosas) (Gentry & Dodson 1987).

A distribuição das espécies na Mata Atlântica foi analisada e classificada como ampla ou restrita, com base nos dados disponíveis no portal da Flora do Brasil 2020 em construção (2020). O Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013) e o portal do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA 2021) foram consultados para obtenção de informações adicionais referentes à caracterização das espécies, seus habitats e distribuição local. O grau de ameaça das espécies foi revisado considerando as leis e decretos estadual e federal (Rio Grande do Sul 2014, Brasil 2014).

Análises estatísticas

Para avaliar a variação da riqueza média de espécies por forófito nas zonas ecológicas, o teste de Kruskal-Wallis (H) foi empregado. O teste complementar de comparações múltiplas de Dunn foi utilizado para identificar quais zonas diferiram entre si. Diferenças com o valor de $p < 0,05$ foram consideradas significativas. A estimativa da diversidade da área de estudo e das zonas de estratificação vertical foi calculada com base no Índice de Diversidade de Shannon (H') e na equidade de Pielou (J) (Freitas & Magalhães 2012).

A suficiência amostral foi avaliada por meio da elaboração e interpretação da curva cumulativa de espécies ou curva do coletor (Santos 2003), em relação a uma curva de tendência logarítmica.

As diferenças na composição de espécies entre as zonas ecológicas (FB; FA; CI e CE) foram testadas usando-se escala multidimensional não métrica (NMDS), com o índice de Bray-Curtis como medida de distância, variando de 0 a 1, com 1.000 randomizações. A significância da ordenação foi avaliada por meio de ANOVA. A análise de similaridade de Jaccard, por sua vez, foi aplicada para comparar as zonas ecológicas entre si quanto à variação na composição de epífitas.

O valor de importância epifítico (VIe), proposto por Waechter & Baptista (2004), baseia-se no percentual de importância e, para este estudo, foi calculado como a média da frequência de epífitas nos forófitos.

Com o propósito de identificar espécies indicadoras das zonas ecológicas (FB; FA; CI e CE), capazes de contribuir para a restauração ecológica do estrato vertical, foi calculado o “IndVal”, proposto por De Cáceres & Legendre (2009).

As análises e estimativas já descritas (Kruskal-Wallis, diversidade de Shannon, equidade de Pielou, NMDS e IndVal) foram realizadas no programa R[®] 3.0.2 (R Core Team 2015), utilizando-se os pacotes *Vegan* (Oksanen et al. 2008); *Indicspecies* (De Cáceres & Legendre 2009) e *Labdsv* (Roberts 2013).

Para entender se a estrutura morfológica do forófito, no que diz respeito ao DAP e à altura total (variáveis independentes), influencia na abundância e na riqueza de espécies epifíticas (variáveis dependentes), foi realizada a análise de regressão simples, utilizando-se o “software” PAST versão 4.03 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

Composição florística

Forófitos

Os 120 forófitos amostrados pertencem a 16 espécies, distribuídas em 14 famílias, das quais apenas quatro compreendem espécies exóticas (Tabela 1). Os três forófitos com maior número de registros foram *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. Ex Niederl., com 37 ocorrências (30,83%), *Diospyros inconstans* Jacq., com 22 (18,33%), e *Casearia sylvestris* Sw., com 19 (15,83%). Essas três espécies correspondem a 65% do total de forófitos amostrados.

Epífitos vasculares

No total, foram identificadas 13 espécies de epífitas vasculares nativas, distribuídas em nove gêneros e quatro famílias (Tabela 2). As angiospermas foram predominantes, com sete espécies (54% do total dos registros) classificadas em três famílias e cinco gêneros. Na sequência, o grupo das samambaias apresentou seis espécies, abrigadas em quatro gêneros pertencentes a uma única família (Polypodiaceae).

A família com maior riqueza foi Polypodiaceae, seguida de Bromeliaceae e Orchidaceae (Tabela 2). As demais famílias foram representadas por uma única espécie. Os gêneros mais representativos foram *Tillandsia* L., com três espécies, seguido de *Microgramma* C. Presl e *Pleopeltis* Humb., ambos com duas espécies.

A única categoria ecológica encontrada foi holoepífita habitual (Tabela 2). Todas as espécies encontradas se enquadraram nesta categoria. No que se refere às estratégias reprodutivas, o tipo de dispersão predominante foi a anemocórica (69%), seguida da síndrome de dispersão por pogonocoria (23%) e uma única espécie por zoocoria (8%), representada por *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud. Para as categorias de polinização (Tabela 2), seis espécies foram aferidas, observando-se a prevalência de quatro espécies entomófilas (67%), seguidas de uma espécie

Tabela 1. Espécies de forófitos amostrados em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. O = ocorrência no Brasil, N = número de indivíduos inventariados.

Família/Espécie	Nome popular	O	N
Sapindaceae			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>et al.</i>) Hieron. ex Niederl.	chal-chal	Nativa	37
Ebenaceae			
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	maria-preta	Nativa	22
Salicaceae			
<i>Casearia sylvestris</i> Sw	chá-de-bugre	Nativa	19
Euphorbiaceae			
<i>Gymnanthes serrata</i> Baill. ex Müll. Arg.	branquilha	Exótica	10
Rhamnaceae			
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-do-japão	Exótica	8
Boraginaceae			
<i>Cordia americana</i> L.	guajuvira	Nativa	7
Rubiaceae			
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	café-do-mato	Nativa	5
Salicaceae			
<i>Soracea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger <i>et al.</i>	cincho	Nativa	3
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott	figueira-de-folha-miúda	Nativa	1
Myrtaceae			
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	jambolão	Exótica	2
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cerejeira	Nativa	1
Rutaceae			
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	limoeiro	Exótica	1
Malvaceae			
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	Nativa	1
Anacardiaceae			
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-vermelha	Nativa	1
Fabaceae			
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá	Nativa	1
Areaceae			
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	Nativa	1

ornitófila (17%) e uma espécie entomófila e ornitófila (Tabela 2). *Aechmea recurvata* (Klotzsch) L.B.Sm. não se enquadrou em nenhuma das categorias por ser uma espécie cleistogâmica (Benzing 2000), ou seja, com autopolinização automática. Nesta espécie, a polinização do estigma ocorre antes da abertura do botão floral. Desta forma, a espécie se propaga usando flores que não abrem e autopolinizam. Destaca-se, ainda, que as outras seis espécies aferidas (46% do total) pertencem ao grupo das samambaias.

Com relação à avaliação da distribuição das espécies de epífitos vasculares na Mata Atlântica, nove espécies apresentam distribuição ampla, ocorrendo também em outros biomas, enquanto quatro correspondem a espécies restritas à Mata Atlântica.

Estrutura da comunidade epífita e sua relação com a morfologia do forófito

A partir da análise fitossociológica, cinco espécies apresentaram valor de importância epífita (VIe) superior a três: *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel., *M. squamulosa* (Kaulf.) de la Sota, *Rhopsalis teres*, *Tillandsia aeranthes* (Loisel.) L. B. Sm. e *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston. Juntas, essas espécies representam cerca de 94,31% do VIe, restando 5,69% distribuídos entre as demais oito espécies registradas (Tabela 3).

Microgramma vacciniifolia foi a espécie que obteve a maior frequência nos forófitos, com predominância de ocorrência nas zonas ecológicas inferiores (fuste baixo e fuste) e na zona superior (copa interna), com baixa

Tabela 2. Famílias e espécies de epífitas vasculares registradas em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil, seguidas da síndrome de polinização e da síndrome de dispersão. SD = síndrome de dispersão, SP = síndrome de polinização, ENT = entomofilia, ORN = ornitofilia, ESP = esporocoria, POG = pogonocoria, ZOO = zoocoria.

Família/Espécie	SD	SP
Bromeliaceae		
<i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L. B. Sm.	ESP	ORN
<i>Tillandsia aeranthos</i> (Loisel.) L. B. Sm.	POG	ORN
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	POG	ORN
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	POG	ENT
Cactaceae		
<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	ZOO	ENT
Orchidaceae		
<i>Cattleya intermedia</i> Grah.	ESP	ENT
<i>Gomesa flexuosa</i> (Lodd.) M. W. Chase & N.H. Williams	ESP	ENT
Polypodiaceae		
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl.	ESP	–
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	ESP	–
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	ESP	–
<i>Plecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M. G. Price	ESP	–
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R. Y. Hirai	ESP	–
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	ESP	–

Tabela 3. Espécies de epífitas vasculares amostradas em levantamento fitossociológico realizado em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. Dados organizados em ordem decrescente de valor de importância. Fi = frequência absoluta da espécie i nos forófitos, FBi = frequência absoluta da espécie i no fuste baixo, FAi = frequência absoluta da espécie i no fuste alto, Cli = frequência absoluta da espécie i na copa interna, CEi = frequência absoluta da espécie i na copa externa, Vle = Valor de importância da espécie epifítica i.

Espécie	Fi	FBi	FAi	Cli	CEi	Vle
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	80,83	40,00	59,17	27,50	15,00	28,86
<i>Microgramma squamulosa</i>	65,00	25,83	40,00	25,00	9,17	20,84
<i>Rhipsalis teres</i>	65,00	15,83	40,00	26,67	10,00	19,80
<i>Tillandsia aeranthos</i>	41,67	1,67	15,00	19,17	20,83	15,58
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	27,50	22,50	18,33	7,50	0,83	9,23
<i>Gomesa flexuosa</i>	11,67	9,17	2,50	1,67	0,00	2,86
<i>Pleopeltis minima</i>	3,33	1,67	1,67	0,00	0,00	0,68
<i>Campyloneurum nitidum</i>	3,33	2,50	0,00	0,00	0,00	0,63
<i>Cattleya intermedia</i>	3,33	0,00	1,67	0,00	0,00	0,40
<i>Tillandsia usneoides</i>	0,83	0,00	0,00	0,00	0,83	0,35
<i>Plecluma pectinatiformis</i>	1,67	0,83	0,83	0,00	0,00	0,34
<i>Tillandsia geminiflora</i>	1,67	0,83	0,00	0,00	0,00	0,25
<i>Aechmea recurvata</i>	0,83	0,83	0,00	0,00	0,00	0,19
Total geral	308,33	123,33	179,17	107,50	56,67	100,00

frequência na copa externa. Já *Microgramma squamulosa* e *R. teres* apresentaram o mesmo valor de frequência forofítica (ambos com 65%) e padrão de distribuição semelhante a *M. vacciniifolia* nas zonas ecológicas. *Tillandsia aeranthos* ocupou o quarto lugar com maior frequência forofítica, com incremento da frequência de indivíduos concomitante ao aumento de altura dos estratos ecológicos nos forófitos. Em contrapartida, o oposto foi observado para *Pleopeltis pleopeltifolia* (quinto lugar no ranking), encontrando-se o maior número de indivíduos no fuste baixo, diminuindo gradativamente com o aumento de altura nos estratos ecológicos superiores (Tabela 3).

A diversidade de espécies de epífitos vasculares observada foi de $H' = 4,78$ e a equabilidade de Pielou foi equivalente a $J = 0,89$.

A análise de regressão linear demonstrou relação positiva e significativa ($R^2 = 0,199$; $F = 63,203$; $p < 0,03$) entre a riqueza de espécies de epífitas e o DAP dos forófitos na área de estudo. A relação entre o número de espécies e altura das árvores não foi significativa ($R^2 = 0,13$; $F = 81,56$; $p = 0,1484$).

Distribuição dos epífitos por zonas ecológicas e espécies indicadoras

O fuste foi a zona ecológica com a maior riqueza total de espécies registradas, representada por 10 espécies, seguida pelo fuste baixo e interior de copa (com sete espécies cada). A copa externa apresentou a mais baixa riqueza observada (cinco espécies).

A riqueza média de epífitos variou significativamente ($H = 80,32$; $p < 0,001$) entre as zonas ecológicas. Somente a zona do fuste baixo e a do interior da copa não diferiram entre si ($p > 0,05$), todas as demais zonas distinguiram-se entre si. A distribuição média da riqueza obteve o mesmo padrão observado quanto ao valor total de espécies. O fuste obteve o maior valor médio, com cerca de 2 espécies (1,75), enquanto as demais zonas apresentaram cerca de 1 espécie cada uma (fuste baixo = 1,21; copa interna = 1,07; copa externa = 0,56).

Para as zonas ecológicas, a análise do Valor Indicador de Espécies (IndVal) evidenciou seis espécies com valores significativos ($p < 0,05$), uma espécie indicadora de copa externa, duas de fuste baixo e três para o fuste (Tabela 4). A espécie que obteve o maior valor foi *Microgramma vacciniifolia*, seguida de *Rhypsalis teres* e *Microgramma squamulosa*.

A ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS, Fig. 2), usando-se a composição de espécies, não indicou uma separação clara entre as diferentes zonas ecológicas ($stress\ final = 0,12$), assim como o índice de similaridade de Jaccard. Praticamente as mesmas espécies de epífitas (similaridade $> 70\%$) foram encontradas nas zonas ecológicas da região do fuste e, de forma análoga, as zonas da copa também se assemelharam quanto à composição epifítica (similaridade $> 50\%$). Quatro das

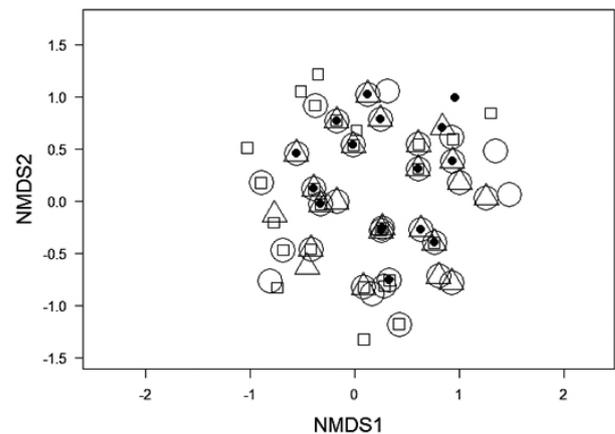


Figura 2. Análise de NMDS ($stress\ final = 0,12$) realizada para amostras de epífitos vasculares observadas em 120 forófitos, ocorrendo nas diferentes zonas ecológicas do estrato vertical: fuste baixo (círculo), fuste alto (triângulo), copa interna (quadrado) e copa externa (círculo hachurado), em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil.

espécies registradas distribuíram-se em todas as zonas ecológicas (*Micogramma vacciniifolia*, *M. squamulosa*, *Pleopeltis pleopeltidis* e *Rhypsalis teres*, Tabela 3). Cinco outras espécies foram exclusivas de apenas um tipo de zona ecológica. A zona ecológica do fuste alto apresentou o maior número de espécies exclusivas (três), seguida pelas zonas da copa externa e fuste baixo (ambas com apenas uma espécie exclusiva).

DISCUSSÃO

Os três forófitos com maior número de registros (Tabela 1) representam espécies de crescimento rápido, com elevados valores de abundância e frequência nos levantamentos fitossociológicos de áreas de Floresta Estacional Semidecidual em regeneração inicial, na região sul do Brasil (Mochiuti *et al.* 2008, Scipioni *et al.* 2011). *Allophylus edulis*, popularmente conhecida como chal-chal, distribui-se na América do Sul, desde as Guianas até o Uruguai (Sobral *et al.* 2013). No estado do Rio Grande do Sul, está presente em todas as formações florestais, próximo a corpos d'água. Esta planta de tronco ereto, descamante em placas e de casca fina possui inflorescência composta e produz frutos drupáceos (Reitz 1980), que servem de alimento para diversas espécies de aves.

Diospyros inconstans Jacq. ocorre desde o norte da América do Sul até o Uruguai. Conhecida popularmente como maria-preta ou planta-jacu, adapta-se a diferentes tipos de clima e de solo (Reitz *et al.* 1988). Segundo Sanchotene (1985) e Backes & Irgang (2002), trata-se de uma espécie que germina e se desenvolve na mata madura, bem como no sub-bosque de mata regenerada (antigas clareiras). Apesar de estar presente em todas as formações florestais do RS, tal como o chal-chal, sua ocorrência é mais comum nas matas de restinga do que nas florestas de

Tabela 4. Espécies de epífitas vasculares com valor significativo ($p < 0,05$) para as zonas ecológicas dos forófitos amostrados em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. FB = Fuste Baixo, FA = Fuste Alto, CE = Copa Externa dos forófitos, e componente epifítico ordenado por zonas ecológicas e valor decrescente de IndVal.

Espécie	Micro-habitat	IndVal	P
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	FA	0,247	0,001
<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	FA	0,173	0,001
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	FA	0,160	0,002
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	FB	0,103	0,001
<i>Tillandsia aeranthos</i> (Loisel.) L.B.Sm.	CE	0,076	0,049
<i>Gomesa flexuosa</i> (Lodd.) M. W. Chase & N. H. Williams	FB	0,063	0,001

encosta (Backes & Irgang 2002). É uma espécie zoocórica dispersada por aves e mamíferos (Rambo 1956, Reitz et al. 1988).

Casearia sylvestris Sw., popularmente conhecida como chá-de-bugre, é uma espécie amplamente distribuída, desde o México até o Uruguai (Backes & Nardino 1998). No Rio Grande do Sul, está presente em todas as formações vegetais (Sobral et al. 2013). Apresenta o ritidoma fissurado com pequenas escamas longitudinais e desenvolve inflorescências em pequenas umbelas com até 40 flores afixadas (Carvalho 2006). É uma das poucas espécies arbóreas melíferas de inverno (Backes & Irgang 2002), razão pela qual é recomendada à arborização urbana de parques e rodovias (Carvalho 2006).

Mundialmente, as epífitas vasculares são um grupo ecológico bastante diverso, com espécies incluídas em todos os grandes grupos de traqueófitas (Licófitas, Samambaias, Gimnospermas e Angiospermas) (Kersten 2010). A predominância de espécies de angiospermas na área de estudo já era esperada, por se tratar do grupo que abriga a maioria dos táxons (89%) conhecidos (Benzing 1990).

O conjunto composto pelas famílias com maior riqueza de espécies na área de estudo condiz com a lista das vinte maiores famílias em número global de epífitos, proposta por Kersten (2010) e atualizada a partir de Madison (1977). Por sua vez, a concentração das espécies em poucas famílias coincide com outros estudos realizados no Brasil. Gentry & Dodson (1987) atribuem este tipo de cenário ao ambiente específico local, no qual é constatada elevada especialização por parte de alguns táxons.

Polypodiaceae, família com maior riqueza de espécies, foi também a que compreendeu duas das espécies mais frequentes (*Micrograma* spp.), representando um grupo com maior dominância na área. Tais espécies apresentam capacidade de alterar as condições morfológicas ou fisiológicas de seus esporos, além de possuir aptidão de mantê-los viáveis por um longo período de tempo (Tryon 1970). Estas características permitem que as espécies de Polypodiaceae suportem situações de sazonalidade climática. Cactaceae, apesar de estar representada por apenas uma espécie, registrou uma alta frequência de

ocorrência, família que também possui adaptações a alterações climáticas (Hunt et al. 2006).

A família Orchidaceae, que aparece com a maior diversidade de espécies nos estudos sobre epífitas realizados no Rio Grande do Sul (Rogalski & Zanin 2003, Giongo & Waechter 2004), ficou muito aquém do esperado para a área de estudo, representada apenas por duas espécies, provavelmente por se tratar de um fragmento florestal urbano (Tabela 2). Destas, *Cattleya intermedia* Grah. consta como ameaçada de extinção nas listas do Rio Grande do Sul e do Brasil, na categoria Vulnerável (VU) (Rio Grande do Sul 2014, Brasil 2014).

A predominância do gênero *Tillandsia*, representado principalmente pelas espécies *T. aeranthos* e *T. usneoides* nos forófitos da área de estudo, pode estar relacionada à característica de possuírem intensa reprodução vegetativa, observada por Reitz (1983). Alguns estudos as categorizam como espécies pioneiras, por terem capacidade de produção de uma grande quantidade de diásporos e resistência a condições de maior insolação (Benzing 1990, Gonçalves & Waechter 2002). Espécies de *Microgramma* e *Pleopeltis*, também consideradas pioneiras e tolerantes à dessecação (poiquilohidria), foram igualmente registradas. Essas plantas apenas sintetizam e crescem quando há disponibilidade de água, e suspendem o seu metabolismo quando não há água no ambiente (Hietz 2010). Tal característica as confere adaptabilidade a ambientes com secas prolongadas e possibilita a colonização de substratos duros, como troncos e rochas.

A superioridade de holoeplifitas habituais é ratificada por diversos estudos com influência Atlântica no Brasil (Waechter 1986, Ditttrich et al. 1999, Buzatto et al. 2008, Kersten et al. 2009, Caglioni et al. 2012, Oliveira et al. 2013, Padilha et al. 2015) e se caracteriza pelo fato de a espécie viver todos os estágios da vida unida ao forófito, sem nunca encostar ou ter contato com o solo. De acordo com Benzing (1987, 1990), os holoeplifitos habituais possuem ocorrência mais generalizada porque apresentam adaptações vegetativas mais especializadas e diversificadas. Estes dispositivos possibilitam resistência a variações nas condições climáticas, mesmo que inseridas em ambientes pouco favoráveis ao epifitismo. Como resultado, acabam

por exibir alta taxa de distribuição nos forófitos (Bataghin *et al.* 2012).

Os resultados observados quanto à polinização e dispersão das espécies (Tabela 2) revelam a importância das epífitas enquanto provedoras de recursos alimentares para a fauna, conforme já destacado por outros autores (Gentry & Dodson 1987, Dettke *et al.* 2008). Segundo Benzing (1986), a presença de epífitos vasculares em formações florestais contribui para a diversificação de nichos e micro-habitats, aumentando substancialmente o espaço físico e o alimento disponível, além de servirem como refúgio reprodutivo para muitas espécies. Na área de estudo, constatou-se que diversas espécies servem de alimento e são polinizadas por animais (Tabela 2). A entomofilia foi predominante, estando presente em todas as espécies das famílias Cactaceae e Orchidaceae, com destaque para a ordem Hymenoptera.

No que confere aos diferentes tipos de dispersão, a prevalência da anemocoria já era esperada por ser o tipo de dispersão dominante globalmente em epífitos vasculares (Gentry & Dodson 1987). Dentro desta categoria, a maior incidência de esporocoria corrobora estudos já realizados (Gentry & Dodson 1987, Cervi & Borgo 2007), nos quais se destacam principalmente os táxons de orquídeas, samambaias e licófitas. Já a pogonocoria foi destaque entre as espécies de Bromeliaceae (Tabela 2), assim como demonstrado por Waechter (2002). Por fim, a síndrome de dispersão zoocórica esteve representada por apenas uma espécie. O fruto de *Rhipsalis teres* é consumido por aves, que são importantes dispersores das suas sementes (Carneiro *et al.* 2016). Provavelmente, constitui importante recurso alimentar para a avifauna local, considerando sua ocorrência em um remanescente florestal isolado dentro da malha urbana.

A maioria das espécies apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil (69,2% ou 9 espécies), ocorrendo em dois ou mais biomas. Quatro espécies são restritas à Mata Atlântica, sendo *Rhipsalis teres* endêmica do Brasil e presente em diferentes tipos de vegetação nas regiões Sul e Sudeste. Já *Cattleya intermedia* foi a espécie observada com distribuição mais restrita, endêmica da Mata Atlântica e Pampa, com distribuição na região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Diversos estudos indicam as espécies do gênero *Microgramma* como as de maior valor de importância epifítico (VIe) na estrutura das comunidades da Mata Atlântica (Kersten & Kuniyoshi 2009, Geraldino *et al.* 2010, Nervo *et al.* 2016). As espécies *M. squamulosa* e *M. vacciniifolia* possuem ampla distribuição na América do Sul, e extensa ocorrência no Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2022). No estado do Rio Grande do Sul, ocorrem em diversos tipos de formações florestais, estando presentes em todas as 11 regiões fisiográficas (Lorscheitter *et al.* 2005, Nervo *et al.* 2010). Por serem consideradas pioneiras, as espécies de *Microgramma* podem atuar, na estrutura da comunidade epifítica, como facilitadoras da colonização.

Este aspecto é especialmente interessante e apropriado para estudos de restauração nos estágios inicial e intermediário de sucessão florestal (Bruxel *et al.* 2021).

A presença de *Rhipsalis teres* como terceira espécie com o maior valor de importância na estrutura comunitária e espécie indicadora de fuste pode estar relacionada ao metabolismo do tipo CAM, que lhe atribui habilidade de sobrevivência e de tolerância à estiagem (Benzing 1990).

Tillandsia aeranthos, por sua vez, foi classificada como a quarta espécie quanto ao VIe e indicadora do micro-habitat epifítico correspondente à copa externa. Essa espécie possui tricomas foliares adaptados para a absorção da umidade do ar, além das características anteriormente mencionadas que lhe conferem sucesso na ocupação e colonização do dossel dos forófitos (Alonso *et al.* 2000).

Por fim, mas não menos importante, *Pleopeltis pleopeltifolia* manteve o quinto lugar em termos de VIe, sendo espécie indicadora da zona ecológica do fuste baixo. Essa espécie apresenta grande resistência à dessecação, mantendo-se viva por longos períodos de seca. A densa cobertura de escamas e a atuação de açúcares como solutos compatíveis são os responsáveis por favorecer o ajustamento osmótico da espécie em situações de dessecação (Voytena *et al.* 2014). Essa planta consegue, em um curto período de tempo, alterar o seu metabolismo e absorver água rapidamente, a fim de restabelecer um estado ativo quando surgem condições favoráveis (Hietz 2010).

Classificada em 6º lugar com respeito ao ranking das espécies mais importantes na estrutura comunitária, *Gomesa flexuosa* foi reconhecida como espécie indicadora do fuste baixo nos forófitos amostrados. Esta espécie detém uma das maiores inflorescências dentro do gênero para o Estado do Rio Grande do Sul, além de possuir estrutura vegetativa com velame nas raízes e caules adaptados ao armazenamento de água (Dressler 1993). Essas características podem estar relacionadas à preferência por micro-habitat forofítico do fuste baixo, as quais permitem e facilitam seu desenvolvimento lento por longos períodos, atrelada à disponibilidade de maior área basal de fixação para a planta.

Nossos resultados indicam que o esforço amostral empregado para aferir a riqueza de espécies de epífitos vasculares na área de estudo foi suficiente, porque a curva cumulativa de espécies demonstrou tendência à estabilização (Fig. 3), ou seja, tendência a atingir a assíntota. Assim, o esforço amostral (n=120) foi suficiente para detectar a riqueza de espécies de epífitos vasculares na área de estudo, embora esta tenha sido menor do que a constatada em outras áreas não urbanas de Floresta Estacional Semidecidual (Aguiar *et al.* 1981, Rogalski & Zanin 2003, Giongo & Waechter 2004). Os resultados obtidos indicam que a suficiência amostral para detecção de epífitos vasculares foi atingida após a amostragem do centésimo forófito.

Forófitos com maior tamanho de caule apresentaram maior riqueza de epífitas, tal como em outros estudos (Freiberg 1996, Hietz 1997, Sillett & Pelt 1999).

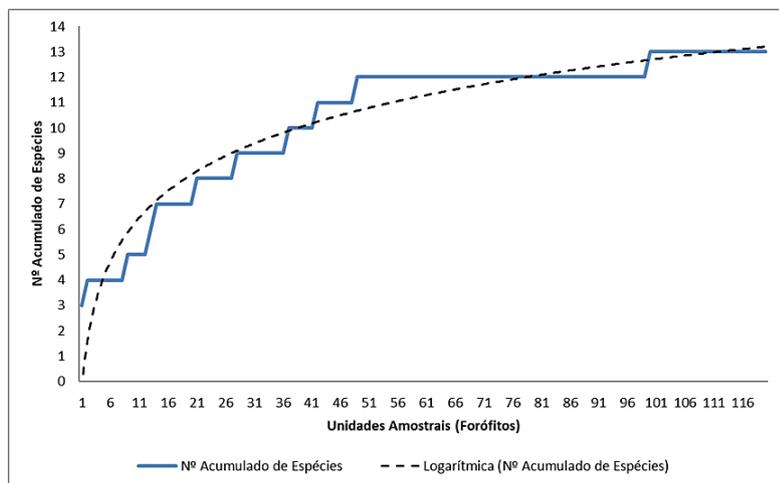


Figura 3. Curva de acumulação de espécies de epífitas encontradas em fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil.

Os autores atribuem essa relação ao espessamento do tronco, que, em geral, indica maior área e idade da árvore e, por consequência, mais tempo e espaço disponível à colonização, permitindo comunidades mais desenvolvidas (Kersten & Waechter 2011).

As zonas ecológicas com maior frequência de indivíduos foram a copa interna e a copa externa. Sabe-se que a fixação vertical das epífitas pode ser determinada por diversos fatores, como o nível de umidade relativa do ar, a intensidade solar e a velocidade do vento (Benzing 1995, Nieder *et al.* 1999, Barthlott *et al.* 2001). A intensidade da luz e a elevação de temperatura aumentam no sentido solo-dossel, já a umidade segue do dossel para o solo (Parker 1995, Freiberg 1997). Por sua vez, os fustes são áreas que não favorecem a presença ou o crescimento de epífitas, o que se deve principalmente à verticalidade do substrato (Bøgh 1992, Waechter 1992, Freiberg 1996), baixa luminosidade e à menor disponibilidade de água (ter Steege & Cornelissen 1989).

Ao contrário do esperado, o NMDS calculado para avaliar o padrão de distribuição das espécies vasculares nos 120 forófitos amostrados não evidenciou padrão distinto para as categorias ecológicas do estrato vertical (Fig. 2), o que também foi corroborado pela análise de similaridade de Jaccard. As espécies do fuste baixo também ocorreram na zona ecológica do fuste alto, evidenciando similaridade florística de 45%. De modo geral, as zonas do fuste são mais semelhantes entre si. O mesmo padrão foi observado para as zonas da copa. O caule prostrado com crescimento reptante, constatado em quatro das cinco espécies com maior VIe, pode ser um fator que explica o resultado observado.

Microgramma vacciniifolia, *Rhopsalis teres* e *Microgramma squamulosa* foram as espécies indicadoras de ocorrência na zona ecológica correspondente ao fuste alto. *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Gomesa flexuosa* foram indicadoras para a zona do fuste baixo dos forófitos, e *Tillandsia aeranthos* para a copa externa. Interessantemente, essas seis espécies indicadoras correspondem às seis

espécies com o maior valor de importância epifítica na estrutura comunitária. Portanto, podem ser indicadas para restauração florestal em projetos futuros que necessitem da reintegração vegetal epifítica em pontos degradados da Base Aérea de Canoas ou outros remanescentes florestais do município e região. Além destas espécies com maior relevância na comunidade, há que se considerar também a possibilidade de recuperação da população de *Cattleya intermedia* na área de estudo, em razão de sua importância econômica e ornamental, por se tratar de espécie ameaçada e com ocorrência restrita às regiões Sul e Sudeste do Brasil (CNCFlora 2018). Neste sentido, Endres *et al.* (2018) fornecem informações preliminares quanto ao sucesso de reintrodução de orquídeas desta espécie em fragmento florestal no sul do Brasil. Os autores avaliaram o efeito de fatores bióticos (herbivoria) e abióticos (luminosidade, umidade e temperatura) sobre a sobrevivência e desenvolvimento de 88 indivíduos reintroduzidos, resultados estes que podem subsidiar novas iniciativas de reintrodução mais bem sucedidas, inclusive na área da Base Aérea de Canoas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo fornece informações ecológicas básicas sobre espécies vasculares de epífitas em fragmento florestal urbano da Base Aérea de Canoas, município intensamente urbanizado da região metropolitana de Porto Alegre. As angiospermas prevaleceram entre as espécies de epífitas encontradas, com a maior riqueza registrada para a família Polypodiaceae. A riqueza de espécies de epífitas vasculares aumentou significativamente com o aumento do DAP dos forófitos, um efeito clássico da relação espécie-área.

Embora a composição de espécies não tenha demonstrado uma separação clara entre as diferentes zonas ecológicas do forófito, a riqueza média de epífitas diferiu significativamente entre as zonas. Das seis espécies com o maior valor de importância epifítica na comunidade, três foram consideradas indicadoras de ocorrência na zona

ecológica fuste alto (*Microgramma vacciniifolia*, *Rhipsalis teres* e *M. squamulosa*), duas foram indicadoras da zona fuste baixo (*Pleopeltis pleopeltifolia* e *Gomesa flexuosa*) e *Tillandsia aeranthos* foi indicadora da copa externa. Estes resultados podem subsidiar ações e auxiliar na tomada de decisão, visando à conservação e ao manejo da flora local e regional em áreas urbanas, sob condições semelhantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida; à Universidade La Salle, por todo o suporte recebido e à Base Aérea de Canoas, pela autorização e apoio logístico durante a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, L. W., Citadini-Zanette, V., Martau, L. & Backes, A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 28: 55-93.
- Alonso, M. T., Wilkinson, M. V., Di Risio, C., Marqués, R. & Castro, M. A. 2000. Utilización de especies del género *Tillandsia* como biomonitores de la contaminación atmosférica utilizando técnicas radioquímicas. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20199002>. Acessado em: 13.05.2022.
- Alves, M. O., Brun, E., Forno, C. S. D. & Essi, L. R. 2014. Levantamento de espécies epífitas vasculares da zona urbana do município de Palmeira das Missões, RS, Brasil. *Ciência e Natura* 36(3): 268-276.
- APG, IV (The Angiosperm Phylogeny Group). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Backes, A. & Nardino, M. 1998. Árvores, arbustos e algumas lianas nativas do Rio Grande do Sul. Unisinos, São Leopoldo. 202 p.
- Backes, P. & Irgang, B. E. 2002. Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico. Instituto Souza Cruz, Porto Alegre. 326 p.
- Barthlott, W., Schimit-Neuerburg, V., Nieder, J. & Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Bataghin, F. A. 2017. Epífitas vasculares da Estação Ecológica Barreiro Rico, Anhembi, SP, Brasil. *Hoehnea* 44(2): 172-183.
- Becker, D. F. P., Padoin, T. O. H., Nascimento, C. A., Robalski, J. L., Linden, R. & Schmitt, J. L. 2015. Riqueza e composição de epífitos vasculares em áreas urbanas da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS, Brasil. *Pesquisas - Botânica* 68: 227-238.
- Benzing, D. H. 1986. The vegetative basis of vascular epiphytism. *Selbyana* 9: 23-43.
- Benzing, D. H. 1987. Vascular epiphytism: Taxonomic participation and adaptative diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 182-204.
- Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge. 354 p.
- Benzing, D. H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* 16(2): 159-168.
- BFG (The Brazil Flora Group). 2018. Brazilian Flora 2020: innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69: 1513-1527.
- Bøgh, A. 1992. The composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rain forest. *Selbyana* 13: 25-34.
- Brasil. 2014. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0444-171214.pdf>. Acessado em 07.12.2023.
- Bruxel, F., Nervo, M. H. & Freitas, E. M. 2021. Fern and lycophytes of the Taquari River riparian forests at different stages of succession. *Rodriguésia* 72: e02342019.2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/MrM5wBwPkrkH3MRb9tLKhn/?lang=en>. Acessado em 22.09.2021.
- Buzatto, C. R., Severo, B. M. A. & Waechter, J. L. 2008. Composição florística e distribuição ecológica de epífitos vasculares na Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. *Iheringia* 63(2): 231-239.
- Cagliioni, E. 2012. Epífitos vasculares predominantes em zonas ecológicas de forófitos, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Estudos Ambientais* 14(1): 28-42.
- Carneiro, A. M., Farias-Singer, R., Ramos, R. A. & Nilson, A. D. 2016. Cactos do Rio Grande do Sul. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 224 p.
- Carvalho, P. E. R. 2006. Espécies arbóreas brasileiras. In *Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras* (Carvalho, P. E. R., ed.). Embrapa informações Tecnológica, Embrapa Florestas, Brasília – DF, Colombo – PR, v. 2, 627 p.
- Cervi, A. C. & Borgo, M. 2007. Epífitos vasculares no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Brasil). Levantamento preliminar. *Fontqueria* 55(51): 415-422.
- CNCFlora. 2018. *Cattleya intermedia* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cattleya intermedia](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cattleya%20intermedia). Acessado em 12.09.2022.
- CNCFlora, Centro de Conservação da Flora. 2021. Portal. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>. Acessado em 07.08.2021.
- De Cáceres, M. & Legendre, P. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90(12): 3566-3574.
- Detke, G. A., Orfrini, A. C. & Milaneze-Gutierrez, M. A. 2008. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, Brasil. *Rodriguésia* 59(4): 859-872.
- Dittrich, V. A. O., Kozera, C. & Silva, S. M. 1999. Levantamento Florístico dos epífitos vasculares do Parque Barigui, Curitiba, Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* (54): 11-21.
- Dressler, R. 1993. Phylogeny and classification of the orchid family. Dioscorides, Portland. 330 p.
- Endres Júnior, D., Sasamori, M. H., Schmitt, J. L. & Droste, A. 2018. Survival and development of reintroduced *Cattleya intermedia* plants related to abiotic factors and herbivory at the edge and in the interior of a forest fragment in South Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 32(4): 555-556.
- Filgueiras, T. S., Nogueira, P. E., Brochado, A. L. & Guala II, G. F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências* 12: 39-43.
- Finol, U. H. 1971. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. *Rev. For. Venezolana* 14(21): 29-42.
- Fischer, E. A. & Araújo, A. C. 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic Rainforest, southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11: 550-567.
- Flora do Brasil 2020 em construção. 2020. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em 18.12.2020.
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em: 24.09.2022.
- Freiberg, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica* 28: 345-355.
- Freiberg, M. 1997. Spatial and temporal pattern of temperature and humidity of a tropical premontane rain forest tree in Costa Rica. *Selbyana* 18: 77-84.
- Freitas, L., Salino, A., Neto, L. M., Elias Almeida, T., Mortara, S. R., Stehmann, J. R., Amorim, A. M., Guimarães, E. F., Coelho, M. N., Zanin, A. & Forzza, R. C. A. 2016. Comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. *PhytoKeys* 12(58): 65-79.

- Freitas, W. K. & Magalhães, L. M. 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. *Floresta e Ambiente* 19(4): 520-540.
- Gentry, A. H. & Dodson, C. H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Geraldino, H. C. L., Caxambú, M. G. & Souza, D. C. 2010. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(2): 469-482.
- Giongo, C. & Waechter, J. L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica* 27(3): 563-572.
- Gonçalves, C. N., Waechter, J. L. 2002. Epífitos vasculares sobre espécies de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. *Acta Botânica Brasilica* 16(4): 429-442.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9. Version 4.03. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acessado em 24.07.2021.
- Hietz, P. 1997. Fern adaptations to xeric environments. *In* Fern Ecology (Mehlreter, K., Walker, L. R. & Sharpe, J. M., eds.). Cambridge University, New York, p. 140-170.
- Hunt, D., Taylor, N. P. & Charles, G. 2006. *The New Cactus Lexicon*. DH Books, Milborne Port, v. 2, 900 p.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. *In* Manuais Técnicos em Geociências. IBGE, Rio de Janeiro, n. 1, 92 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022. Brasília (DF): IBGE; 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/canoas/panorama>. Acessado em: 08.12.2023.
- Jarenkow, J. A. & Waechter, J. L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma Floresta Estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 263-272.
- Kersten, R. A. 2006. Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná. Tese 231 f., Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Kersten, R. A. 2010. Epífitas vasculares - histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37: 9-38.
- Kersten, R. A., Kuniyoshi, Y. S. & Roderjan, C. V. 2009. Vascular epiphytes of two nearby riverside forests, Iguacu River Basin, Parana. *Iheringia* 64(1): 33-43.
- Kersten, R. A. & Waechter, J. L. 2011. Florística e estrutura de epífitas vasculares na transição entre Floresta Ombrófila Densa e Mista na Vertente Oeste da Serra do Mar Paranaense, Brasil. *In* Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso. (Felfili et al., orgs.). UFV, Viçosa, MG, v. 1., p. 479-503.
- Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica, México. 479 p.
- Lorscheitter, M. L., Ashraf, A. R., Windisch, P. G. & Mosbrugger, V. 2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. *Palaeontographica* 270: 1-180.
- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: The systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2: 1-13.
- Martinelli, G. & Moraes, M. A. 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100 p.
- Mochiuti, S., Higa, A. R. & Simon, A. A. 2008. Fitossociologia dos estratos arbóreos e de regeneração natural em um povoamento de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) na região da Floresta Estacional Semidecidual do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 18(2): 207-222.
- Nervo, M. H., Coelho, F. V. S., Windisch, P. G. & Overbeck, G. E. 2016. Fern and lycophyte communities at contrasting altitudes in Brazil's subtropical Atlantic Rain Forest. *Folia Geobotanica* 51: 305-317.
- Nervo, M. H., Windisch, P. G. & Lorscheitter, M. L. 2010. Representatividade da base amostral da pteridoflora do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) e novos registros de distribuição. *Pesquisas Botânica* 61: 245-258.
- Nieder, J.; Engwald, S. & Barthlott, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* 20: 66-75.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D. & Wagner, H. 2012. *Vegan: Community Ecology Package*. Version 2.5-3. Disponível em: <http://cran.r-project.org/package=vegan>. Acessado em 13.05.2021.
- Oliveira, L. C. 2013. Componente epifítico vascular de um fragmento florestal urbano, município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 26(2): 33-44.
- Padilha, P. T. 2015. Comunidade epifítica vascular do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina, Brasil. *Ciência e Natura* 37(1): 64-78.
- Parker, G. G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. *In* Forest Canopies (Lowman, M. D. & Nadkarni, N. M., eds.). Academic Press, San Diego, p. 73-106.
- Petean, M. P. 2009. O componente epifítico vascular em Floresta Ombrófila Densa no litoral paranaense: análise florística, estrutural e de biomassa. Tese 84 f., Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PPG I (The Pteridophyte Phylogeny Group). 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 54(6): 563-603.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. E. Rodrigues, Londrina. 328 p.
- R Core Team. 2013. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <http://www.rproject.org>. Acessado em 14.04.2017.
- Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Unisinos, Porto Alegre. 438 p.
- Reitz, R. 1980. Sapindáceas. *In* Flora Ilustrada Catarinense (Reitz, R., org.). Herbário "Barbosa Rodrigues", Itajaí, p. 1-156.
- Reitz, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. *In* Flora Ilustrada Catarinense (Reitz, R., org.). Herbário "Barbosa Rodrigues", Itajaí, p. 1-559.
- Reitz, R., Klein, R. M. & Reis, A. 1988. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Companhia Rio-Grandense de Artes Gráficas, Porto Alegre. 525 p.
- Ribas, R. F., Meira Neto, J. A. A., Silva, A. F. & Souza, A. L. 2003. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Árvore* 27(6): 821-830.
- Rio Grande do Sul. 2014. Decreto Estadual nº 52.109, de 02 dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2052.109.pdf>. Acessado em 03.09.2021.
- Roberts, D. W. 2013. Labdsv: ordination and multivariate analysis for ecology. R package version 1.6-1. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=labdsv>. Acessado em 14.08.2021.
- Rogalski, J. M. & Zanin, E. M. 2003. Floristic composition of the vascular epiphytes of "estrito de Augusto César", Brazilian Semi-Evergreen Forest of Uruguai river, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 26(4): 551-556.
- Sanchotene, M. C. C. 1985. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. FEPLAM, Porto Alegre. 60 p.
- Santos, A. J. 2003. Estimativa de riqueza em espécies. *In* Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. (Cullen Jr., L., Rudran, R. & Valladares-Pádua, C., org.). UFPR, Curitiba, p. 19-41.
- Scipioni, M. C., Finger, C. A. G., Cantarelli, E. B., Denardi, L. & Meyer, E. A. 2011. Fitossociologia em fragmento florestal no noroeste do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 21(3): 409-419.
- Sillett, S. C. & Pelt, R. V. 2007. Trunk reiteration promotes epiphytes and water storage in an old-growth redwood forest canopy. *Ecological Monographs* 77(3): 335-359.
- Sobral, M., Jarenkow, J. A., Brack, P., Irgang, B., Larocca, J. & Rodrigues, R. S. 2013. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. RiMA, São Carlos. 357 p.
- Sobrinho, F. F. 2005. Composição e estrutura do componente arbóreo/arbustivo da floresta ciliar do arroio da Brigadeira, no Parque

- Municipal Fazenda Guajuviras, Canoas/RS. Dissertação 120 f., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Suhogusoff, V. G. 2006. Epífitas vasculares do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), Ubatuba, SP, Brasil: Composição florística, fitossociologia e aspectos de ecofisiologia. Tese 170 f., Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Teixeira, M. B., Coura-Neto, A. B. Pastore, U. & Rangel Filho, A. L. R. 1986. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. *In* Levantamento de recursos naturais. IBGE, Rio de Janeiro, v. 33, p. 541-632.
- ter Steege, H. & Cornelissen, J. H. L. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339.
- Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L. 2006. Fundamentos em Ecologia. Artmed, Porto Alegre. 592 p.
- Triana-Moreno, L. A., Garzón-Venegas, N. J., Sánchez-Zambrano, J. & Vargas, O. 2003. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la Amazonía colombiana. *Acta Biológica Colombiana* 8(2): 31-42.
- Tryon, R. M. 1970. Development and evolution of Fern Floras of Oceanic Islands. *Biotropica* 2: 76-84.
- Voytena, A. P. L., Minardi, B. D., Barufi, J. B., Santos, M. & Randi, U. M. 2014. *Pleopeltis pleopeltifolia* (Polypodiopsida, Polypodiaceae), a poikilochlorophyllous desiccation-tolerant fern: anatomical, biochemical and physiological responses during water stress. *Australian Journal of Botany* 62: 647-656.
- Waechter, J. L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 34: 39-49.
- Waechter, J. L. 1992. O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tese 163 f., Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Waechter, J. L. & Baptista, L. R. M. 2004. Abundância e distribuição de orquídeas epífitas em uma floresta turfosa do Brasil Meridional. *In* Orquideologia sul-americana: uma compilação científica (Barros, F.; Kerbauy, G. B., eds.). Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, p. 135-145.
- Zotz, G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes – a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171(3): 453-481.