

**Universidade do Extremo Sul Catarinense**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**

**Peterson Teodoro Padilha**

**COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITOS  
VASCULARES EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA FLORESTA  
ATLÂNTICA DO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL**

**CRICIÚMA, SC**  
**2019**

**Peterson Teodoro Padilha**

**COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITOS  
VASCULARES EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA FLORESTA  
ATLÂNTICA DO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientadora: Profa. Dra. Vanilde Citadini-Zanette

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Luís Hettwer Giehl

**CRICIÚMA, SC**

**2019**



**unesc**  
Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC  
Pró-Reitoria Acadêmica  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

---

## PARECER

Os membros da Banca Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO apresentada pelo candidato **PETERSON TEODORO PADILHA** sob o título: “**EPIFITISMO VASCULAR NA FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL**”, para obtenção do grau de **DOUTOR EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, os membros são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Tese.

Criciúma/SC, 27 de fevereiro de 2019.

**Profa. Dra. Raquel Rejane Bonato Negrelle**

Primeiro Examinador

**Prof. Dr. Jorge Luiz Waechter**

Segundo Examinador

**Prof. Dr. Guilherme Alves Elias**

Terceiro Examinador

**Prof. Dr. Róbson dos Santos**

Quarto Examinador

**Profa. Dra. Vanilde Citadini Zanette**

Presidente da Banca e Orientadora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

P123c Padilha, Peterson Teodoro.

Composição, diversidade e distribuição espacial de epífitos vasculares em diferentes estágios sucessionais na floresta atlântica do sul de Santa Catarina, Brasil / Peterson Teodoro Padilha. - 2019.

90 p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2019.

Orientação: Vanilde Citadini-Zanette.

Coorientação: Eduardo Luís Hettwer Giehl.

1. Epífitos vasculares - Identificação. 2. Levantamentos florestais. 3. Composição espacial.

Dedico esse trabalho aos meus pais Valmir e Marilézia e, a minha namorada (Patrícia), vocês foram essenciais nessa minha caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus que sempre foi e será a base de tudo na minha vida, certamente esteve presente e protegendo em todos momentos durante essa jornada.

À minha Orientadora, que me acompanhou desde a Iniciação Científica, foi um aprendizado ao longo desses dez anos de orientação, incentivo e muitos conselhos que fizeram crescer como pessoa e profissional, exercendo minha pesquisa com respeito e ética, meus singelos agradecimentos à Professora Dra. Vanilde Citadini-Zanette.

Ao meu coorientador Dr. Eduardo L. H. Giehl pelas valiosas contribuições e discussões que foram importantes para o estudo, agradeço por sempre ser solícito e, principalmente, pelas sugestões acerca das análises, muito obrigado.

Ao Professor Dr. Robson dos Santos que sempre esteve auxiliando meus estudos, considero como coorientador nesses anos que estive no Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), sempre prestativo e colaborando para meus estudos, obrigado pela amizade e todo o apoio.

Ao Professor Dr. Jorge Luiz Waechter pela contribuição na identificação dos epífitos vasculares, sempre contribuindo com nossas pesquisas e esclarecendo nossas dúvidas botânicas.

Ao Dr. Martin Molz que no início do doutorado tive a oportunidade de acompanhar sua pesquisa em diversos municípios de Santa Catarina, certamente as nossas conversas e discussões foram primordiais para decisões tomadas referente à minha tese.

Aos meus pais que foram essenciais nesses quatro anos, sempre me apoiando e auxiliando no que era possível, mostrando os melhores caminhos a seguir, foram a base de tudo, a gratidão é imensa por tudo que vocês fizeram.

Aos meus irmãos Paulinho e Patrícia que são incríveis, sempre dispostos a ajudar em qualquer circunstância.

Aos amigos do Herbário CRI, principalmente aqueles que estiveram colaborando com minhas pesquisas em campo, tornando essa parte tão exaustiva em momentos únicos, especiais e prazerosos, que sempre estarão guardados em nossas memórias, vocês foram importantes para que minha Tese fosse concluída, meu eterno agradecimento: Guilherme A. Elias, Altamir R. Antunes, Aline V. Guislon, Renato C. Pereira, Iara Z. Zanoni, Suelane Fenali e Guilherme Lodetti. Agradeço também aos amigos do Herbário que contribuíram de alguma forma com esse estudo, em especial a Bruna B. Ghislandi, Lucas Oliveira, Patrícia Corrêa, Mariana Colle e Beatriz Reiser que tiveram maior participação.

Ao Professor Zeca Bonotto que foi a pessoa responsável no estudo de dossel, instruindo de forma correta e segura as ascensões por corda em árvores, tornando o estudo mais dinâmico.

À minha namorada Patricia que foi compreensível nos momentos que não pude estar tão presente, sempre atenciosa e apoiando as minhas decisões, você certamente. Muito obrigado por sempre estar ao meu lado e por ser essa pessoa incrível que aprendo a admirar mais cada dia, te amo.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESC pela amizade e conversas, que certamente colaboraram de alguma forma.

Aos amigos do LEO Clube Guilherme, Pipo, Giovan, Leo, Gabi, Vitor, Mara, Gabe, Cami, Flávia e Mond pelos momentos de descontração, alegria, viagens e pelos longos anos de amizade. Fazer parte desse grupo voluntário certamente me tornou uma pessoa melhor e mais responsável, com uma perspectiva diferente de ver o mundo, sabendo que podemos contribuir para melhorar o mundo. Obrigado.

Aos amigos que estiveram ajudando indiretamente, muito obrigado pelo apoio, momentos de descontração e, principalmente, pela amizade.

À Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) por ser minha segunda casa durante esses longos anos dedicados à pesquisa.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESC pelas valiosas contribuições e reflexões.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Obrigado.

Não há nada melhor do que fazer o que se ama,  
deixa de ser um trabalho para ser momentos  
especiais na vida.

## RESUMO

Os epífitos representam 9% de todas as plantas vasculares da terra, sendo encontrados preferencialmente em florestas tropicais, representando 25% das espécies em muitos países. Este estudo teve como objetivo analisar a composição, diversidade e distribuição espacial de epífitos vasculares em diferentes zonas de forófitos e estágios sucessionais na Floresta Ombrófila Densa no sul do Estado de Santa Catarina, propondo espécies para restauração ecológica. O estudo foi realizado em três áreas da região sul do Estado, com as mesmas fitofisionomias, incluindo todas as etapas sucessionais (inicial, médio e avançado). Um total de 45 forófitos foram amostrados (15 em cada área, cinco forófitos por estágio sucessional) usando a técnica de escalada. Inicialmente, dados bibliométricos sobre epífitos vasculares no Brasil foram obtidos utilizando duas bases de dados eletrônicas, *SciELO* e *Web of Science*. Para verificar a abertura do dossel, foi utilizada fotografia hemisférica. Foram calculadas frequência absoluta e relativa de cada segmento (fuste baixo, fuste médio, fuste alto, copa interna e copa externa), cálculo para curva de rarefação, perfil de diversidade e Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para analisar a distribuição das espécies nos estágios sucessionais e por segmentos dos forófitos. Para calcular a distribuição de epífitos e variáveis, foi realizada análise de redundância baseada na distância (dbRDA). A indicação das espécies para restauração ecológica foi realizada pelo teste *qui-quadrado* e pelo teste *IndVal*, e as frequências posteriores foram calculadas por estágio sucessional. Encontramos 238 artigos sobre epifitismo no Brasil, mostrando aumento no número de artigos ao longo dos anos. *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) De la Sota, *Vriesea flammea* L.B.m., *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud tiveram o maior valor de importância. A curva de rarefação mostrou assíntota tanto nos estágios sucessionais quanto nos segmentos do forófito. O índice de diversidade apresentou valores mais elevados para o estágio avançado, enquanto nos segmentos, os valores que contrastaram foram na copa interna. Na análise de dbRDA, o estágio sucessional e o micro-habitat foram as variáveis mais significativas. A PCoA apresentou diferenças na composição de espécies nos estágios sucessionais, enquanto que para o micro-habitat a variação das espécies foi maior. Na etapa sucessional 23 espécies apresentaram valores significativos e 22 espécies nas zonas ecológicas, segundo o *IndVal*. O teste do *qui-quadrado* apresentou 14 espécies com valores significativos em relação aos estágios sucessionais. Tem sido demonstrado que a persistência e rugosidade da casca facilitam o estabelecimento de epífitos, além da temperatura e precipitação serem as variáveis ambientais que mais influenciam na distribuição dos epífitos vasculares na Floresta Atlântica. Embora os resultados não apresentaram uma resposta tão significativa quanto à luminosidade e aos micro-habitats, outros gradientes microclimáticos não avaliados (temperatura e umidade) podem ter uma resposta mais expressiva. Outro fator que pode estar fortemente relacionado aos epífitos é a inclinação da copa do forófito, que pode facilitar a estabilização das espécies. O uso de espécies epifíticas em áreas em processos de restauração ecológica é uma maneira de acelerar a sucessão, principalmente pelo enriquecimento das florestas. Pesquisas futuras podem envolver estudos que abordem a escassez de conhecimento na relação entre epífitos vasculares e florestas em processo de restauração, principalmente em relação à sobrevivência a longo prazo e à áreas em diferentes estágios sucessionais, fortalecendo o conhecimento sobre o enriquecimento epifítico.

**Palavras-chave:** Cienciometria, conservação, ecologia de comunidades, Mata Atlântica, restauração ecológica.

## ABSTRACT

Epiphytes represent 9% of all vascular plants on earth, being found preferably in tropical forests, representing 25% of the species in many countries. This study aimed to analyze the diversity and spatial distribution of vascular epiphytes in different successional stages in the Dense Ombrophilous Forest in Southern of Santa Catarina State, proposing species for ecological restoration. The study was carried out in three areas in the southern region of the State, with the same phytophysiognomies, including three successional stages (Initial, Middle and Advanced). A total of 45 phorophytes were sampled (15 in each area, five phorophytes per successional stage) using the climbing technique. Besides that, bibliometric data on vascular epiphytes in Brazil were compiled using two electronic databases, SciELO and Web of Science. Canopy opening was measured by hemispherical photography. Absolut frequency for each segment were calculated (lower trunk, middle trunk, upper trunk, inner crown, outer crown), as well as computation for rarefaction curve, diversity profile and Principal Coordinate Analysis (PCoA) to analyze the distribution of species in the successional stages and by phorophyte segments. To calculate the relationship of epiphytes and variables, a distance-based redundancy analysis (dbRDA) was performed. The indication of species for ecological restoration was performed by the chi-square test and the IndVal test, and later frequencies were calculated by successional stage. We found 238 articles on epiphytism in Brazil, showing an increase in the number of papers over the years. *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota, *Vriesea flammaea* L.B.Sm., *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud had the highest value of importance. The rarefaction curve showed to asymptote both in the successional stages as in segments of the phorophyte. The diversity index showed higher values for advanced stage, while in the segments, the values that contrast out were in the inner crown. In the dbRDA analysis, successional stage and microhabitat were the most significant variables. The PCoA showed differences in the species composition in the successional stages, whereas for microhabitat the variation of species was greater. The IndVal showed thar 23 species had significant values in the successional stage, and 22 species in the ecological zones. The chi-square test presented 14 species which significant values in relation to the successional stages. It has been demonstrated that persistence and roughness of the bark facilitate the establishment of epiphytes, and temperature and precipitation are the environmental variables that mostly influence the distribution of vascular epiphytes in the Atlantic Forest. Although our results do not present such a significant response related to luminosity and microhabitats, other non-evaluated microclimatic gradients (temperature and humidity) may have a more expressive response. Another factor that may be strongly related to epiphytes is the inclination of the phorophyte crown, which may facilitate the stabilization of epiphytic species. The use of epiphytic species in ecological restoration processes consists of a way to accelerate the succession, mainly by the enrichment of the forests. Future research should involve more studies addressing the scarcity in knowledge in the relationship between vascular epiphytes and restored forests especially in relation to long-term survival and areas in different successional stages, and thus strengthening the knowledge about epiphytic increase in species richness.

**Keywords:** Atlantic Rainforest, community ecology, conservation, ecological restoration, scientometrics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das Unidades Amostrais (UA) no estado de Santa Catarina.....	20
Figura 2 – Divisão do forófito em zonas ecológicas, onde: 1 - fuste baixo; 2 - fuste médio; 3 - fuste alto; 4 - copa interna; 5 - copa externa. ....	24
Figura 3 – Exemplo das fotos hemisféricas. Na situação abaixo a foto foi registrada com base no fuste baixo do forófito, sendo, respectivamente, Inicial, Médio e Avançado de regeneração natural. ....	25
Figura 4 – Panorama da publicação científica sobre o epifitismo vascular no Brasil indexada nas bases de dados eletrônicas SciELO e Web of Science até 2016. ....	27
Figura 5 – Autores com maior número de indexações com epífitos vasculares em periódicos científicos até 2016. ....	28
Figura 6 – Periódicos científicos com três ou mais indexações registradas no levantamento bibliométrico sobre epifitismo vascular no Brasil até 2016. ....	29
Figura 7 – Agrupamentos de palavras (Word cloud), com destaque crescente nos termos mais utilizados nas palavras-chave de publicações sobre epifitismo vascular no Brasil em periódicos científicos até 2016. ....	30
Figura 8 – Classes de estudos sobre epífitos vasculares com respectivos números de indexações até 2016. ....	31
Figura 9 – Proporção entre estratégias de polinização e dispersão dos epífitos vasculares. ....	37
Figura 10 – Curvas de rarefação e extrapolação de riqueza de epífitos vasculares em três estágios de regeneração natural: eixo x: Riqueza Estimada das Espécies (Estimated Species Richness) e Cobertura da Planta (Plant Cover). ....	43
Figura 11 – Perfis de diversidade de epífitos vasculares em três estágios de regeneração natural: eixo x = Perfil de Diversidade (Diversity Profiles) e eixo y = número de Hill (Hill Number). ....	43
Figura 12 – Análise de redundância baseada em distância (dbRDA) realizada para epífitos vasculares e as variáveis: Abertura de Dossel (Canopy Openness), Altura (Height), Área Basal Média (Basal Area), Persistência da casca (Persistent bark), Ritidoma (Bark doughness), estágio sucessional (Sucessional Stage) e zonas ecológicas (Micro-habitat).....	44
Figura 13 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) evidenciando a relação entre as Unidades Amostrais e os Estágios Sucessionais. Escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 18,8% e 13,1% respectivamente ( $F_{2,44} = 4,504, p < 0,001$ ). ....	45
Figura 14 – Curvas de rarefação e extrapolação de riqueza de epífitos vasculares nas cinco zonas ecológicas: Fuste Baixo (FB), Fuste Médio (FM), Fuste Alto (FA), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE). ....	46
Figura 15 – Perfis de diversidade de epífitos vasculares em cinco zonas ecológicas: Fuste Baixo (FB), Fuste Médio (FM), Fuste Alto (FA), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE).....	47
Figura 16 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) detalhando a correlação entre as zonas ecológicas e Unidades Amostrais. Escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 12,3% e 9,2% respectivamente, com diferença na composição de espécies ( $F_{4,190} = 2,827, p < 0,001$ ) e diferença na variação ( $F_{4,186} = 22; p < 0,001$ ). ....	48

Figura 17 – Diagrama de Venn com a distribuição das espécies nos três estágios sucessionais, onde: Inicial (In), Médio (Me) e Avançado (Av). ..... 54

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Classes de estudo com suas respectivas descrições para organização dos trabalhos indexados.....	22
Tabela 2 – Indexações de estudos sobre epífitos vasculares nas regiões do Brasil em suas respectivas Classes de estudo até 2016.....	31
Tabela 3 – Lista dos epífitos vasculares, com suas respectivas famílias, onde: categoria ecológica (CE): holopífito verdadeiro (HLV), holopífito facultativo (HLF), hemiepífito primário (HMP) e hemiepífito secundário (HMS). Polinização (P): anemofilia (AF), entomofilia (EN) e ornitofilia (OR). Dispersão (D): anemocoria (AN), autocoria (AU), pogonocoria (PO), sem informação (SI), zoocoria (ZO).....	32
Tabela 4 – Espécies epifíticas vasculares amostradas no levantamento fitossociológico, em ordem decrescente de valor de importância. $\pi_i$ = frequência absoluta da espécie $i$ nos forófitos; $f_{bi}$ = frequência absoluta da espécie $i$ no fuste baixo; $f_{mi}$ = frequência absoluta da espécie $i$ no fuste médio; $f_{ai}$ = frequência absoluta da espécie $i$ no fuste alto; $c_{ii}$ = frequência absoluta da espécie $i$ na copa interna; $c_{ei}$ = frequência absoluta da espécie $i$ na copa externa; $V_i$ = Valor de importância da espécie epifítica $i$ .....	38
Tabela 5 – Número de táxons em estudos realizados na Floresta Atlântica e ecossistemas associados com epífitos vasculares no Sul do Brasil, onde: Floresta Estacional Decidual (FES), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Restinga (RES). .....	41
Tabela 6 – Riqueza e diversidade de epífitos vasculares registradas em alguns estudos realizados nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Brasil), onde: (S) n° de espécies, ( $H'$ ) índice de diversidade de Shannon e (J) equabilidade de Pielou.....	42
Tabela 7 – Valores encontrados para análise de redundância baseada em distância (dbRDA) realizada para epífitos vasculares e as variáveis: Abertura de Dossel (Canopy Openness), Altura (Height), Área Basal Média (Basal Area), Persistência da Casca (Persistent Bark), Ritidoma (Bark Roughness), Estágio Sucessional (Successional Stage) e Zonas Ecológicas (Microhabitat), Grau de Liberdade (df). .....	45
Tabela 8 – Espécies com valor de indicação significativo ( $p < 0,05$ ) para os estágios avançado, médio e inicial de regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa Montana, Santa Catarina, ordenadas por estágio sucessional e valor decrescente de IndVal.....	49
Tabela 9 – Espécies com valor significativo ( $p < 0,05$ ) para as zonas ecológicas Fuste Médio (FM), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE) dos forófitos amostrados na Floresta Ombrófila Densa Montana, Santa Catarina, ordenadas por zonas ecológicas e valor decrescente de IndVal. ....	50
Tabela 10 – Frequência absoluta de epífitos vasculares nos diferentes estágios e o valor do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), onde: Frequência Absoluta da espécie no estágio Inicial (Fapi-In), Frequência Absoluta da espécie no estágio Médio (Fapi-Me) e Frequência Absoluta da espécie no estágio Avançado (Fapi-Av). *espécies com $p < 0,05$ . .....	51

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.5 OBJETIVOS .....	19
<b>1.5.1 Objetivo geral.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	20
2.2 BIBLIOMETRIA .....	22
2.3 COLETA DE DADOS .....	23
2.4 ANÁLISE DE DADOS .....	25
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
3.1 BIBLIOMETRIA .....	27
3.2 COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITOS VASCULARES .....	32
3.3 INDICAÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES PARA RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ALTERADOS .....	48
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
4.1 BIBLIOMETRIA .....	55
4.2 FITOSSOCIOLOGIA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E EQUABILIDADE.....	60
4.3 DISTRIBUIÇÃO POR ESTÁGIOS SUCESSIONAIS.....	61
4.4 DISTRIBUIÇÃO POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS.....	62
4.5 ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA – DISTRIBUIÇÃO POR ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS .....	63
4.6 INDICAÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES PARA RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ALTERADOS .....	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
REFERÊNCIAS .....	73
APÊNDICES .....	88

## 1 INTRODUÇÃO

As Florestas Tropicais estão entre os ecossistemas de maior biodiversidade de todo globo terrestre, abrigando várias formas de vida (MUDAPPA; RAMAN, 2010). A alta diversidade tropical resulta da diversidade de tipos de solo, clima e condições biogeográficas em que essas florestas são encontradas (FAO, 1998). Entretanto, as florestas tropicais vêm sofrendo alterações estruturais decorrentes das mudanças ambientais globais (STEPHENSON *et al.*, 2011).

Dentre as florestas tropicais brasileiras, a Floresta Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano em extensão, ficando atrás apenas do domínio Amazônico (TABARELLI *et al.*, 2005; MUDAPPA; RAMAN, 2010). De composição extremamente heterogênea, a Floresta Atlântica cobre ampla variação de zonas climáticas e formações vegetacionais, de tropicais a subtropicais (MANTOVANI, 2003), contribuindo para uma alta diversidade e elevados índices de endemismo (BENZING, 1990; STEHMANN *et al.*, 2009).

Além de figurar entre as mais diversas, a Floresta Atlântica é uma das ecorregiões mais devastadas e mais seriamente ameaçadas do planeta. Nessa ecorregião, o ritmo das mudanças está entre os mais acelerados, gerando a necessidade de ações urgentes para sua conservação (REZENDE *et al.*, 2018). Embora a área de abrangência da Floresta Atlântica esteja estimada em torno de 1 a 1,5 milhões de km<sup>2</sup>, restam apenas de 7 a 8% da floresta original (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). Divergindo deste percentual, IESB *et al.* (2007) mencionam 27%, enquanto a SOS Mata Atlântica e INPE (2015) citam a existência de 12,5% da floresta original e Rezende *et al.* (2018) indicam haver 26% de floresta nativa. Independente do percentual, tal diversidade biológica se deve não apenas as espécies arbóreas, mas também a outras formas de vida, tais como os epífitos (KERSTEN, 2010), que são elementos importantes na composição de comunidades de plantas tropicais (GENTRY; DODSON, 1987; KERSTEN, 2010), contribuindo para a diversidade e endemismos da Floresta Atlântica.

Em Santa Catarina, a maioria dos remanescentes florestais da Floresta Atlântica existentes é composta de vegetação secundária, em diferentes estágios de desenvolvimento ou regeneração (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010). Os fragmentos em estágio inicial são áreas agrícolas ou de pastagens abandonadas; já o estágio médio de sucessão corresponde às áreas iniciais abandonadas há mais tempo e, portanto, em uma fase mais avançada de sucessão; já os fragmentos em estágio avançado de sucessão encontram-se principalmente em ambientes de topografia acidentada ou pedregosa e, por isso, foram desprezadas pela agricultura e pecuária

(VIANA; PINHEIRO, 1998; METZGER, 2000; PINTO *et al.*, 2006; SEVEGNANI; SCHROEDER, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

Esses remanescentes abrigam várias formas de vida vegetal, dentre elas, ocorre o epifitismo, que é uma das mais importantes associações interespecíficas entre espécies vegetais e que promove a interação entre indivíduos com diferentes formas de crescimento, onde a árvore hospedeira (forófito) disponibiliza sua estrutura morfológica para o desenvolvimento de outras formas de vida sobre si – no caso os epífitos – sem haver dependência fisiológica no processo (CERVI; BORGIO, 2007). Os epífitos, conforme definido por Madison (1977), são plantas que, em algum estágio de sua vida, utilizam o forófito como suporte, mas não necessariamente absorvem seus nutrientes.

O epifitismo propicia o enriquecimento da diversidade nas florestas, possibilitando a ocupação dos diferentes estratos, oportunizando ambientes passíveis à manutenção da vida não dependente exclusiva ou diretamente do solo (MADISON, 1977; BENZING, 1990; WAECHTER, 1992; LEITMAN *et al.*, 2015), tornando-se responsável por parte significativa da diversidade que faz das florestas tropicais úmidas um dos mais complexos ecossistemas da biosfera (KERSTEN; SILVA, 2001), uma vez que os epífitos necessitam de pouco espaço físico para desenvolverem alta diversidade (NIEDER *et al.*, 2000).

De todas as plantas vasculares inventariadas no mundo, aproximadamente 9% são epífitos (ZOTZ, 2013), sendo encontrados quase exclusivamente em florestas tropicais, chegando a representar mais de 25% das espécies em muitos países (KERSTEN, 2006). Epífitos têm menor abundância e riqueza nas florestas temperadas e praticamente inexistem em ambientes com baixas temperaturas (BENZING, 1990).

No Brasil, ocorrem 46 famílias, 324 gêneros e cerca de 3.497 espécies de epífitos (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2019) e a Floresta Atlântica apresenta, aproximadamente, 225 gêneros de 35 famílias de plantas vasculares com esta forma de vida (WAECHTER, 2008). Entretanto, a Flora do Brasil 2020 em Construção (2019) aponta que existem 37 famílias, 250 gêneros e 2.325 espécies, sendo a ecorregião com o maior número de espécies epifíticas. Dentre todas angiospermas, na Floresta atlântica 12,2% são epífitos vasculares, seguido pela floresta amazônica (com 7%). Associando os epífitos aos hemiepífitos, têm-se 13% para a Floresta Atlântica (BFG, 2015).

Por não poder utilizar água armazenada no solo, a flora epifítica é considerada muito mais vulnerável à variação de umidade ambiental do que as espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas (GENTRY; DODSON, 1987). Dentre as diversas formas de captação de água pelos epífitos, ressalta-se a precipitação atmosférica (chuva, neve, neblina e granizo), orvalho,

acúmulo de matéria orgânica e associações micorrízicas (KERSTEN, 2006). Assim, muitos epífitos vasculares possuem mecanismos para lidar com o estresse hídrico, com 57% das espécies apresentando metabolismo fotossintético CAM, que aumenta a eficiência de utilização de água mediante a abertura de estômatos à noite para a absorção de CO<sub>2</sub> em um momento menos propício à perda de água (DISLICH, 1996).

Para facilitar a absorção de água e nutrientes, alguns táxons, como Orchidaceae, Araceae, Gesneriaceae, Bromeliaceae, Samambaias e Licófitas, apresentam extensa área de ocupação do substrato em relação à altura da planta, formando estolões e quantidade significativa de raízes que penetram em fendas e buracos que, além de fixarem a planta, absorvem água e nutrientes (SCHIMPER, 1888; BENZING, 1995; DISLICH, 1996). Segundo esses autores, especificamente em Bromeliaceae, podem formar roseta basal que facilita o acúmulo de água e em Orchidaceae podem formar pseudobulbos. Em alguns grupos como samambaias e bromélias, os tricomas – escamas e pêlos – desempenham papel essencial não somente na captação, mas também na retenção de água por serem estruturas altamente complexas em sua forma e função (ROMERO *et al.*, 2008). Outras famílias, como Orchidaceae e Araceae, desenvolveram um tecido especializado que cobre suas raízes. O velame, como é conhecido, é considerado um tipo de epiderme formada por numerosas camadas de células mortas com engrossamento nas paredes celulares, no qual serve para impedir a morte celular e proteger as raízes de danos mecânicos. Na temporada de chuvas, os velames se enchem de água, enquanto que na estação seca, propicia uma barreira que impede a perda da água através da transpiração (ROMERO *et al.*, 2008).

Já a importância ecológica dos epífitos vasculares está ligada à manutenção da diversidade biológica e no equilíbrio da interação entre espécies. A presença deste grupo de plantas nas florestas favorece o acúmulo de biomassa, criando uma rica fonte de nutrientes disponível para a fauna e a vegetação acima do solo (NADKARNI, 1981, 1984). Os epífitos oferecem também recursos alimentares como frutos, néctar, pólen e água (WAECHTER, 1992).

Pelo fato de epífitos terem principalmente hábito de dossel e se relacionarem diretamente com fatores abióticos (luz, umidade, substrato, temperatura, vento, água), acabam sendo diretamente expostos às mudanças das condições climáticas e, portanto, muito mais sensíveis do que outras formas de vida (HIETZ, 1999; TRIANA-MORENO *et al.*, 2003). Estudos de comunidade de epífitos mostram que mesmo com pequenas diferenças microclimáticas na umidade exercem efeito sobre a composição florística dos epífitos (LEIMBECK; BALSLEV, 2001; DING, 2016).

Embora os epífitos apresentem grande importância ecológica em florestas nativas, são raros os projetos que insiram epífitos vasculares na restauração ecológica, pois na restauração habitual busca-se primeiro a reconstrução de fisionomia florestal, baseando inicialmente apenas em espécies arbóreas de dossel (BELLOTO *et al.*, 2009). Desse modo, há uma lacuna referente a restauração florestal utilizando espécies não-arbóreas, que poderiam acelerar o processo de restauração (GARCIA *et al.*, 2016).

A legislação do estado de São Paulo foi pioneira no Brasil em criar normas para restauração florestal, por muito tempo indicando apenas espécies arbóreas, sem mencionar as demais formas de vida (DURIGAN *et al.*, 2010). Contudo, essas demais formas de vida foram listadas para restauração ecológica no Estado a partir de 2015 (BARBOSA *et al.*, 2017). Segundo Garcia *et al.* (2011), as florestas em restauração não vêm recebendo epífitos por meio da dispersão natural, mesmo naquelas florestas consideradas antigas (ca. 50 anos), de forma que a riqueza de formas de vida não-arbóreas alcançada é apenas metade daquela dos ecossistemas de referência. Essa constatação se deve tanto pelos reflorestamentos serem constituídos somente por espécies arbóreas, na maioria das vezes, bem como por serem encontrados em áreas degradadas e fragmentadas que não propiciam a chegada de propágulos, não permitindo a colonização dos epífitos nessas áreas (CAIN *et al.*, 2000; GARCIA *et al.*, 2011). Não obstante, pesquisas apontam que a taxa média de sobrevivência de epífitos transplantados em florestas em processo de restauração pode chegar a aproximadamente 80%, podendo fornecer alimentos para a fauna, além de favorecer o enriquecimento da floresta (JASPER *et al.*, 2005; DUARTE; GANDOLFI, 2013).

Com relação aos estudos existentes acerca dos epífitos vasculares, a fim de compreender o panorama da produção científica, para grupos de espécies vegetais, bem como as lacunas existentes nas diversas linhas de pesquisa, é oportuno o uso de ferramentas bibliométricas (ELIAS *et al.*, 2015). Estas ferramentas constituem um método analítico para avaliar os resultados acumulados em diferentes linhas de pesquisa científica (BULLOCK; LAWLER, 2015). As análises cienciométricas foram usadas pela primeira vez em 1969 por Alan Pritchard para descrever um método matemático e estatístico para investigar e quantificar as informações escritas (LAWANI, 1981). A cienciométrica possibilita selecionar os aspectos particulares dos resultados da investigação para avaliar e acompanhar ao longo do tempo, tornando-se uma abordagem ideal para analisar o conhecimento existente, apontando lacunas e a evolução em uma determinada área de pesquisa (BONNELL, 2012).

Atualmente, a maioria dos estudos científicos estão publicados em periódicos indexados em bases de dados eletrônicas (ELIAS *et al.*, 2015) que passaram a exercer a função

de reunir, filtrar e selecionar a produção intelectual (MUGNAINI, 2006). Além disso, essas bases de dados representam a atividade de publicação em diversos campos do conhecimento (SIVA; HAYASHI; HAYASHI, 2011). Portanto, a disponibilização em formato digital favorece a compilação e consolidação de informações obtidas em múltiplos estudos, potencializando.

Revisão e análise da produção científica sobre epifitismo no Brasil ainda é inexistente, desse modo, pesquisas sobre esse assunto são muito importantes, visto que seus indicadores auxiliariam na análise do comportamento e desenvolvimento dos estudos referente aos epífitos vasculares.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

Analisar a composição, diversidade e distribuição espacial de epífitos vasculares em diferentes zonas de forófitos e estágios sucessionais na Floresta Ombrófila Densa no sul de Santa Catarina e, a partir desses dados, propor espécies para a restauração de ambientes alterados.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Verificar o panorama da produção científica sobre o epifitismo vascular no Brasil;
- Analisar a estrutura fitossociológica dos epífitos no sul de Santa Catarina;
- Avaliar se a composição e a diversidade de espécies do componente epifítico respondem à diferença de estágios sucessionais no sul de Santa Catarina;
- Quantificar a resposta da composição e diversidade de espécies epifíticas a diferentes fatores locais como abertura do dossel e do forófito, como tipo de ritidoma, diâmetro do fuste e altura total;
- Avaliar mudanças de composição e riqueza de espécies de epífitos vasculares em diferentes zonas de alturas dos forófitos, tendo em vista a relação destas com a disponibilidade de luz, umidade e substrato;
- Classificar as espécies de epífitos vasculares de acordo com a associação a diferentes estágios sucessionais visando a indicação para restauração de ambientes alterados.

## 2 METODOLOGIA

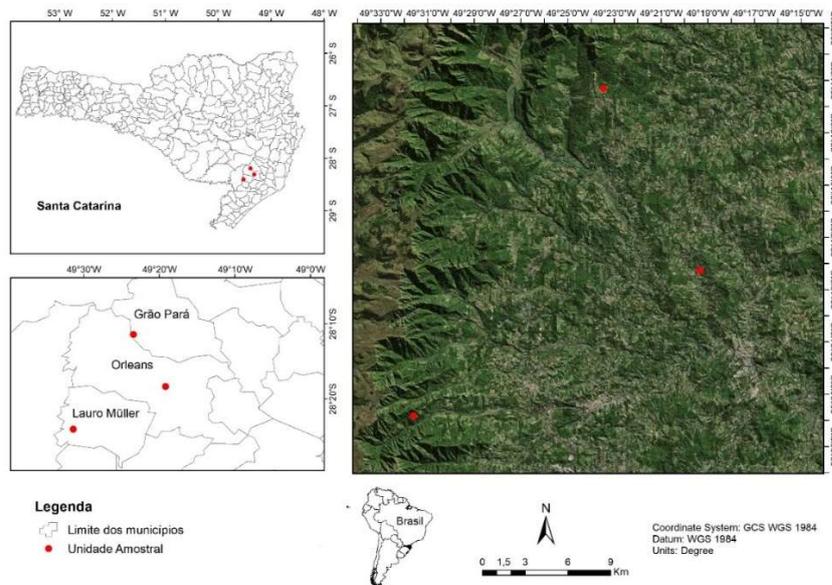
### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

De acordo com sistema de classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2014), o clima na região é subtropical úmido, sem estação seca definida e com verão quente (Cfa). Para o clima Cfa, a temperatura média anual varia entre 17,0 a 19,3 °C, sendo a máxima de 35 °C e a mínima de -5 °C (EPAGRI-CIRAM, 2001). A precipitação anual está entre 1.400 e 1.600 mm, não havendo índices pluviométricos mensais inferiores a 60 mm, com geadas constantes no inverno (BACK, 2009).

O estudo foi realizado em três áreas, sendo cada área com as mesmas fitofisionomias e que contemplaram os três estágios sucessionais (Inicial, Médio e Avançado). As áreas selecionadas pertencem à Floresta Ombrófila Densa e estão localizadas no sul de Santa Catarina, nos municípios de Grão-Pará (28°10'58.45"S 49°23'23.08"O), Orleans (28°18'20.04"S 49°19'4.26"O) e Lauro Muller (28°23'41.41"S 49°30'37.67"O) (Figura 1).

Na área de Grão-Pará a altitude variou de 520 até 600 m, em Orleans variou de 260 a 310 m e em Lauro Muller entre 680 e 730 m. As áreas foram selecionadas pelo grau de conservação que se encontravam, além de possuírem as características distintas dos três estágios sucessionais.

Figura 1 – Localização das Unidades Amostrais (UA) no estado de Santa Catarina.



Fonte: Próprio Autor

Para selecionar as áreas, seguiu-se a definição para os estágios sucessionais estabelecida pela Resolução do Conama nº 04/1994 (CONAMA, 1994), critério esse adotado para facilitar a caracterização das áreas e dos estágios para o estado de Santa Catarina, sendo portando descritas em:

a) Estágio Inicial de Regeneração: A vegetação é dominada por arbustos e ervas e algumas árvores, pré-existente ao abandono da área. As plantas apresentam baixos diâmetros e alturas médias, com baixo coeficiente de variação do diâmetro médio (CLARK, 1996). Em geral, pequeno número de espécies lenhosas, baixa complexidade da estrutura da vegetação (IBGE, 1992), epífitos vasculares com baixa frequência e abundância, trepadeiras herbáceas e serapilheira formando fina camada.

b) Estágio Médio de Regeneração: Na vegetação, predominam arvoretas e arbustos, sobre as herbáceas, árvores existentes com maior porte, pré-existente ao abandono da área. As comunidades de plantas lenhosas apresentam pequeno diâmetro e altura média, mas os valores se apresentam superiores ao do estágio inicial, sendo que o diâmetro médio apresenta ainda baixo coeficiente de variação (CLARK, 1996). O domínio de espécies lenhosas, apesar do aumento, ainda é restrito à complexidade da estrutura da vegetação (IBGE, 1992), epífitos vasculares presentes em maior riqueza e abundância que no estágio inicial, trepadeiras lenhosas com pequenos diâmetros, serapilheira presente variando de espessura.

c) Estágio Avançado de Regeneração: Na vegetação predominam árvores sobre arvoretas e arbustos, as herbáceas são em menor quantidade e estas especializadas na condição de sombra. A comunidade de plantas lenhosas apresenta diâmetro e altura elevados, mas o diâmetro médio apresenta intermediário coeficiente de variação (CLARK, 1996). Há domínio de espécies lenhosas, com elevada complexidade da estrutura da vegetação (IBGE, 1992), epífitos vasculares presentes em elevada riqueza e abundância, trepadeiras lenhosas bem desenvolvidas, serapilheira presente e espessa.

Para as famílias botânicas de angiospermas, a classificação sistemática adotada foi APG IV (2016), Smith *et al.* (2006) para samambaias e Haines (2003) e Ollgaard (2012) para licófitas. O material fértil coletado foi herborizado, identificado e incorporado ao Herbário Pe. Raulino Reitz (CRI) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, Santa Catarina.

## 2.2 BIBLIOMETRIA

Para obtenção dos dados bibliométricos foi conduzida pesquisa exploratória em duas bases de dados eletrônicas, integrais e referenciais: *SciELO* e *Web of Science* (Thomson Reuters Scientific). Para tanto foram utilizados os seguintes termos de busca: “Epiphytes” e “vascular epiphytes” em pesquisa conjugada com o termo “Brazil”. Além disso, foram utilizados os campos de seleção “Tópico”, para *Web of Science*, e “Todos os índices” para o *SciELO*, que elencam as principais partes do artigo (título, resumo e palavras-chave), limitando aos trabalhos indexados até 2016.

Para avaliar o panorama de pesquisa, os artigos foram ordenados e sistematizados por ano de publicação. Foram mensurados os autores mais produtivos, incluindo os coautores; para garantir a dimensão da produtividade, foram incluídos para esse estudo os autores/coautores com cinco ou mais publicações.

Os periódicos com mais de três indexações sobre o tema foram reunidos com intuito de apontar os mais frequentes em publicações. Para entender os termos que possuem mais alcance, dentro da temática, foram agrupadas as palavras indexadas pelas bases de dados (*Word cloud*) e analisadas utilizando o *e-software WordArt*.

Para análise dos dados levantados, os artigos foram organizados em seis classes de estudo, delimitando a classificação dos trabalhos indexados de acordo com Elias *et al.* (2015), com adaptações (Tabela 1). Adicionalmente, os estudos foram analisados e agrupados por regiões geográficas visando a um panorama produtivo das instituições de pesquisa. Quando o estudo contemplava mais de uma região, os valores foram distribuídos de forma igual entre elas.

Tabela 1 – Classes de estudo com suas respectivas descrições para organização dos trabalhos indexados.

<b>Classes de estudo</b>	<b>Descrição</b>
Taxonomia	Sistemática e/ou taxonomia de espécies ou famílias.
Ecológico 1 (Dados Primários)	Florística, fitossociologia, fenologia, conservação, dinâmica populacional e interações (epífitos como objeto principal do estudo).
Ecológico 2 (Dados Secundários)	Florística, fitossociologia, fenologia, conservação, dinâmica populacional e interações (epífitos como objeto secundário do estudo).
Morfologia, sistemática e genética	Morfologia, anatomia, histologia, fisiologia e genética aplicada às espécies de epífitos vasculares
Produção e uso	Produção e transformação de produtos florestais, uso por comunidades ou visando à comercialização.

Classes de estudo	Descrição
Propriedades bioquímicas e nutricionais	Serviços vegetais utilizados como matéria prima para isolamento de uma ou mais substâncias bioquímicas, utilização do vegetal para fins nutricionais ou com base em aproveitamentos de suas substâncias para tal.

Fonte: Elias *et al.* (2015), adaptado.

### 2.3 COLETA DE DADOS

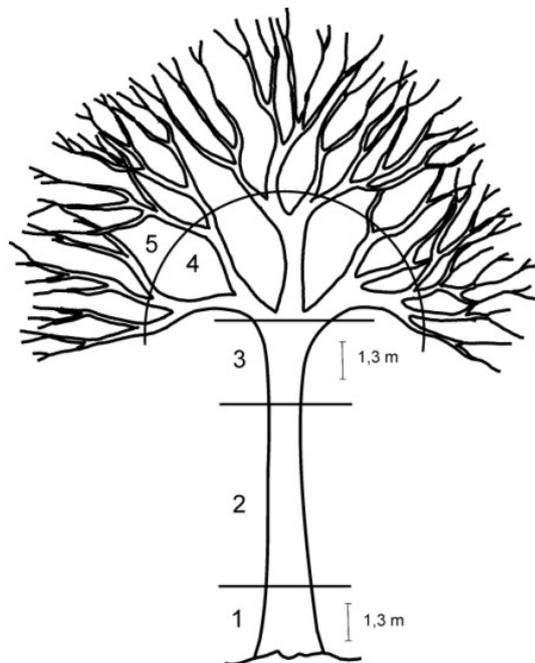
Benzing (1990) utiliza o termo “epífito” como nome universal e o divide em dois grandes grupos: holoepífitos, encontrados sempre ou quase sempre na condição epifítica e hemiepífitos, que apresentam contato com o solo em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida. Este autor subdivide os dois grupos em cinco classes: holoepífitos característicos (ou obrigatórios), holoepífitos facultativos, holoepífitos acidentais, hemiepífitos primários e hemiepífitos secundários. Neste estudo foram adotadas essas classificações, com exceção do grupo de holoepífitos acidentais por não apresentarem comportamento típico do epifitismo.

A biologia reprodutiva (polinização e dispersão) foi estabelecida com base na literatura (FISCHER; ARAÚJO, 1995; SANTOS, 2000; BORGIO; SILVA, 2003; HEFLER; FAUSTIONI, 2004; BREIER, 2005; DETTKE *et al.*, 2008; SANTOS, 2008; CAGLIONI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015).

Para amostrar a flora epifítica vascular, cada árvore (forófito) foi considerada uma unidade amostral. Os forófitos foram marcados e, posteriormente, sorteados, sendo amostrados apenas os indivíduos saudáveis que não apresentavam sinais de vulnerabilidade e risco para escalada (Apêndice A) e que na área amostral possuíam maior diâmetro à altura do peito (DAP) e que apresentavam grande riqueza e abundância de epífitos, constatados por caminhar na área. Portanto, em uma saída prévia na área, foram selecionados forófitos com as características descritas e, desses, sorteados cinco para fazer o estudo. Com este procedimento foram amostrados 45 forófitos (15 em cada área, sendo em cada uma delas amostrados cinco forófitos por estágio sucessional). A partir dos forófitos selecionados foram estimados a altura total, o Diâmetro a Altura do Peito (DAP), a persistência da casca (persistente ou descamente), além da rugosidade da casca (áspera, rugosa ou lisa). Os epífitos foram registrados por meio da técnica de escalada por corda (Apêndice B), com todos os equipamentos de segurança (PERRY, 1978; OLIVEIRA, 2012). Esta técnica é adequada ao estudo devido a muitas espécies serem de pequenas dimensões e de difícil visualização a partir do solo, mesmo com utilização de binóculo de longo alcance.

Para o levantamento quantitativo, cada forófito foi dividido em cinco zonas ecológicas (micro-habitats) (Figura 2) de acordo com a proposta de Braun-Blanquet (1979), sendo: 1 - fuste baixo: primeiros 130 cm próximo ao solo; 2 - fuste médio: intervalo entre fuste baixo e fuste alto; 3 - fuste alto: últimos 130 cm da copa; 4 - copa interna: metade inferior da copa; 5 - copa externa: metade superior da copa. Este método foi utilizado para melhor avaliar verticalmente a composição epifítica. As zonas ecológicas no estudo correspondem a micro-habitats, pois diferem em quantidade de luz recebida, umidade, possibilidade de acúmulo de substrato e até mesmo suporte para epífitos de diferentes tamanhos. Para estimar a abundância de espécies, seguiu-se a proposta de Kersten; Waechter (2011), onde foram atribuídas notas 1, 3, 5, 7 e 10 (estimativa somada de dominância e cobertura) para cada espécie em cada zona, sendo: 1 - indivíduos muito pequenos isolados; 3 - poucos indivíduos pequenos; 5 - indivíduos médios ou muitos indivíduos pequenos; 7 - indivíduos de grande porte ou muitos indivíduos de médio porte; 10 - indivíduos muito grandes ou muitos indivíduos de grande porte. Essa estimativa combina número de indivíduos e tamanho e, portanto, representa uma escala ordinal de abundância em relação à biomassa das espécies, sendo um dado importante para análises.

Figura 2 – Divisão do forófito em zonas ecológicas, onde: 1 - fuste baixo; 2 - fuste médio; 3 - fuste alto; 4 - copa interna; 5 - copa externa.



Fonte: Braun-Blanquet (1979).

Para verificar a abertura do dossel, foi realizado registro em fotografia hemisférica na base de cada zona ecológica proposta (Figura 3), considerando a abertura mínima de luz para cada segmento do forófito com o uso de uma câmera digital com lente conversora olho de peixe.

Figura 3 – Visualização das fotos hemisféricas. Na situação abaixo a foto foi registrada no fuste baixo do forófito, sendo, respectivamente, estágios Inicial, Médio e Avançado de regeneração natural.



Fonte: Foto do Próprio Autor (2017).

Um levantamento florístico adicional foi realizado, a fim de obter uma lista mais completa da vegetação do entorno de cada forófito. Para tanto, foi demarcada uma parcela de  $10 \times 10$  m, tendo o forófito como centro da parcela. Neste levantamento, além das espécies epifíticas registradas na parcela, foram amostrados e coletados os indivíduos arbóreos com DAP  $\geq 5$  cm, presentes na parcela, para identificação botânica e anotados os tipos de ritidoma (liso, rugoso, áspero, fissurado), altura e DAP das árvores. Para esse levantamento os epífitos vasculares não foram contabilizados por zonas ecológicas dos forófitos.

## 2.4 ANÁLISE DE DADOS

A representatividade florística dos epífitos vasculares foi avaliada por curvas de interpolação e extrapolação, que relacionam o número acumulado de espécies amostradas e a abundância relativa (CHAO *et al.*, 2014). Para a comparação da riqueza florística em cada zona ecológica do forófito e nos diferentes estágios sucessionais, foi construída uma curva de rarefação, que consiste em calcular o número esperado de espécies em cada amostra para um tamanho de amostra padrão. O número esperado de espécies é obtido pela equação:

$$E(S) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

onde:  $E(S)$  é o número esperado de espécies em uma amostragem aleatória,  $S$  é o número total de espécies registradas,  $N$  é o número total de indivíduos registrados,  $N_i$  é o número de

indivíduos da espécie  $i$  (no caso presente foi utilizado a frequência de espécies) e  $n$  é o tamanho padronizado da amostra escolhida (SIMBERLOFF, 1978). O método de rarefação permite ainda o cálculo de variância do número esperado de espécies.

O valor de importância epifítico ( $V_{ie}$ ) proposto por Waechter; Baptista (2004) se baseia no percentual de importância  $e$ , para este estudo, calculado como a média entre a frequência nos forófitos.

O percentual de abertura do dossel em cada zona do forófito foi calculado pelo programa GAP Light Analyzer, versão 2.0 (FRAZER *et al.*, 1999), para verificar a variação na composição de epífitos vasculares nos diferentes estágios sucessionais. Para testar a influência da abertura do dossel e o diâmetro do forófito nessa variação, foi realizada uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Posteriormente foi calculado o Valor Indicador de espécie (IndVal) (DUFRÊNE; LEGENDRE, 1997; BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011) para indicar quais espécies possuem preferência por diferentes zonas do forófito.

Para correlacionar a composição dos epífitos nos diferentes estágios sucessionais e zonas ecológicas dos forófitos com suas variáveis (abertura de dossel, rugosidade e persistência da casca, área basal média e altura) foi aplicada uma PERMANOVA e, posteriormente, uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para visualização dos dados (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Para visualizar a composição e todas variáveis, foi realizado uma Análise de Redundância Baseada em Distância (dbRDA) (LEGENDRE; ANDERSON, 1999; MCARDLE; ANDERSON, 2001).

Para estimar o valor de indicação de espécies, visando a detectar espécies capazes de acelerar a restauração ecológica, foi calculado Indval e utilizadas as correlações das espécies com os escores dos primeiros eixos da PCoA (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). As análises foram feitas por meio do *software* R (R Development Core Team, 2015).

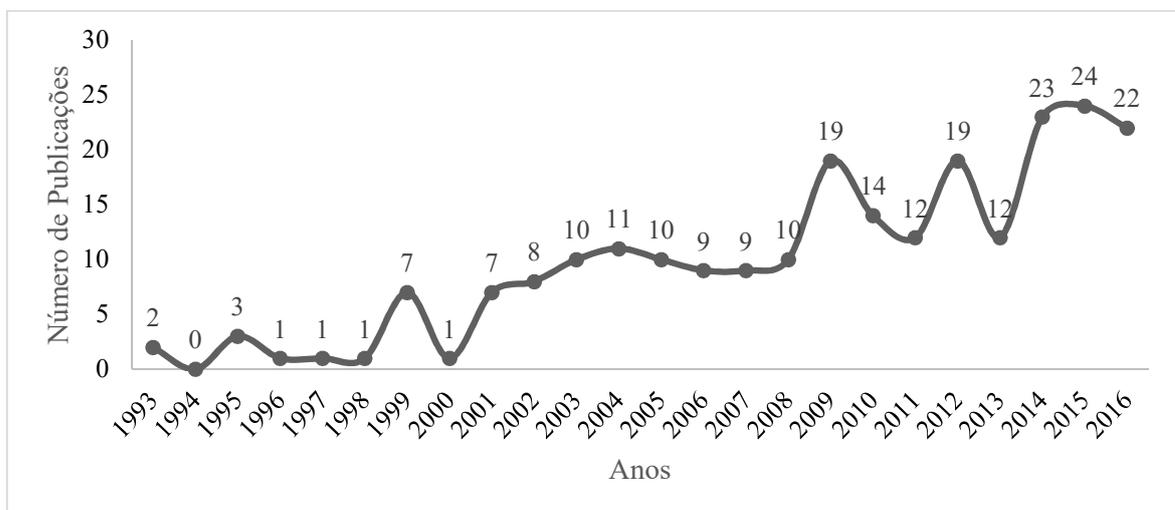
### 3 RESULTADOS

#### 3.1 BIBLIOMETRIA

Foram encontrados 238 artigos sobre o epifitismo no Brasil nas bases de dados eletrônicas consultadas. Constatou-se aumento no número de indexações ao longo dos anos, evidenciando crescimento dos estudos com epífitos vasculares no Brasil (Figura 4).

As indexações dos estudos com epífitos no Brasil iniciaram na década de 90, havendo aumento nas publicações no decorrer dos anos (Figura 4). A primeira indexação foi realizada no ano de 1993 com a publicação de dois artigos. A frequência na produção se estabilizou a partir do ano de 1995, quando foi publicado pelo menos um artigo por ano. A partir de 2001 a produção se mostrou crescente, com flutuações no decorrer dos anos. Observa-se que 42% dos trabalhos foram publicados nos últimos cinco anos e os demais (58%) publicados entre 1993 e 2010 (18 anos). Com 24 publicações, 2015 apresentou o maior número anual de indexações.

Figura 4 – Panorama da publicação científica sobre o epifitismo vascular no Brasil indexada nas bases de dados eletrônicas SciELO e Web of Science até 2016.



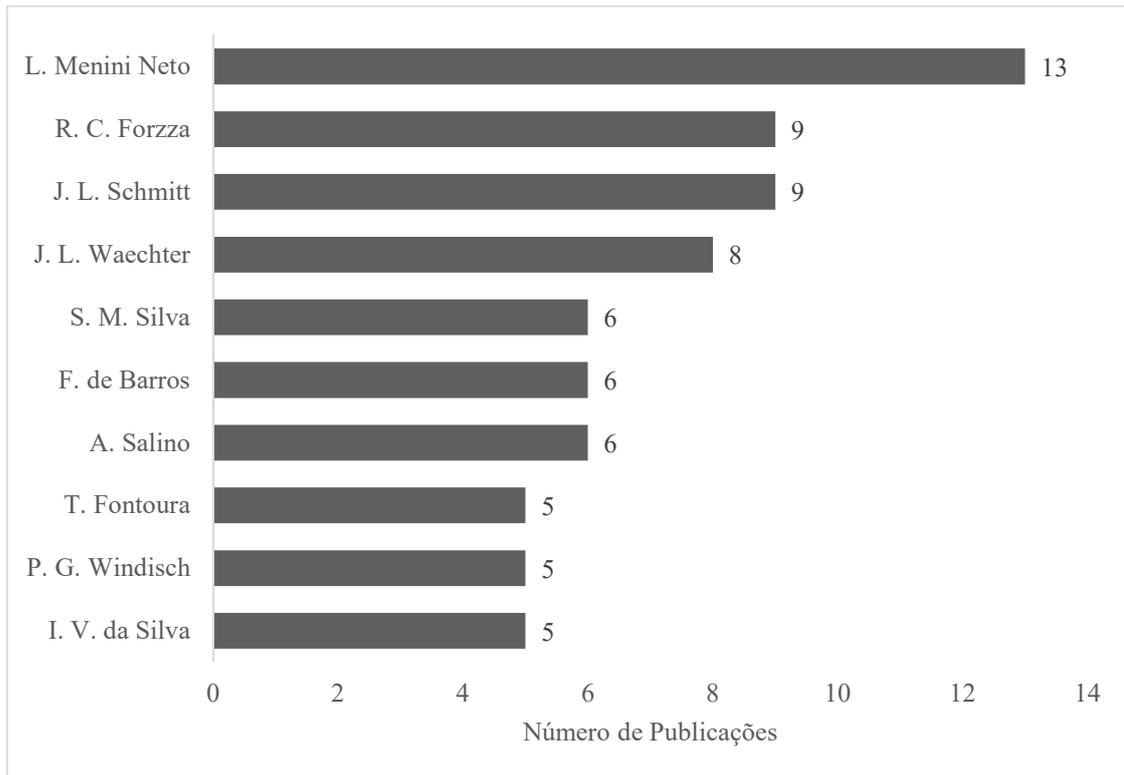
Fonte: Próprio Autor.

Quanto à produtividade dos autores, 643 realizaram estudos sobre epifitismo vascular no Brasil e, destes, dez concentraram aproximadamente 9% dos trabalhos indexados (Figura 5). Do total, 543 autores possuíam apenas uma indexação (85%).

O autor mais produtivo foi Luiz Menini Neto, com 1,6% de publicações, pesquisador da Universidade Federal de Juiz de Fora, do laboratório de Botânica e vem trabalhando com taxonomia de fanerógamas, epifitismo vascular e biogeografia, com enfoque na família Orchidaceae. Na sequência, se destacaram Rafaela C. Forzza, com 1,1% das publicações,

pesquisadora do Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Sua linha de trabalho é sistemática de angiospermas, conservação, epifitismo vascular e estudo evolutivos de Bromeliaceae. Em seguida, aparece Jairo L. Schmitt, pesquisador da Universidade Feevale, do qual os trabalhos possuem enfoque em ecologia, epifitismo vascular e samambaias.

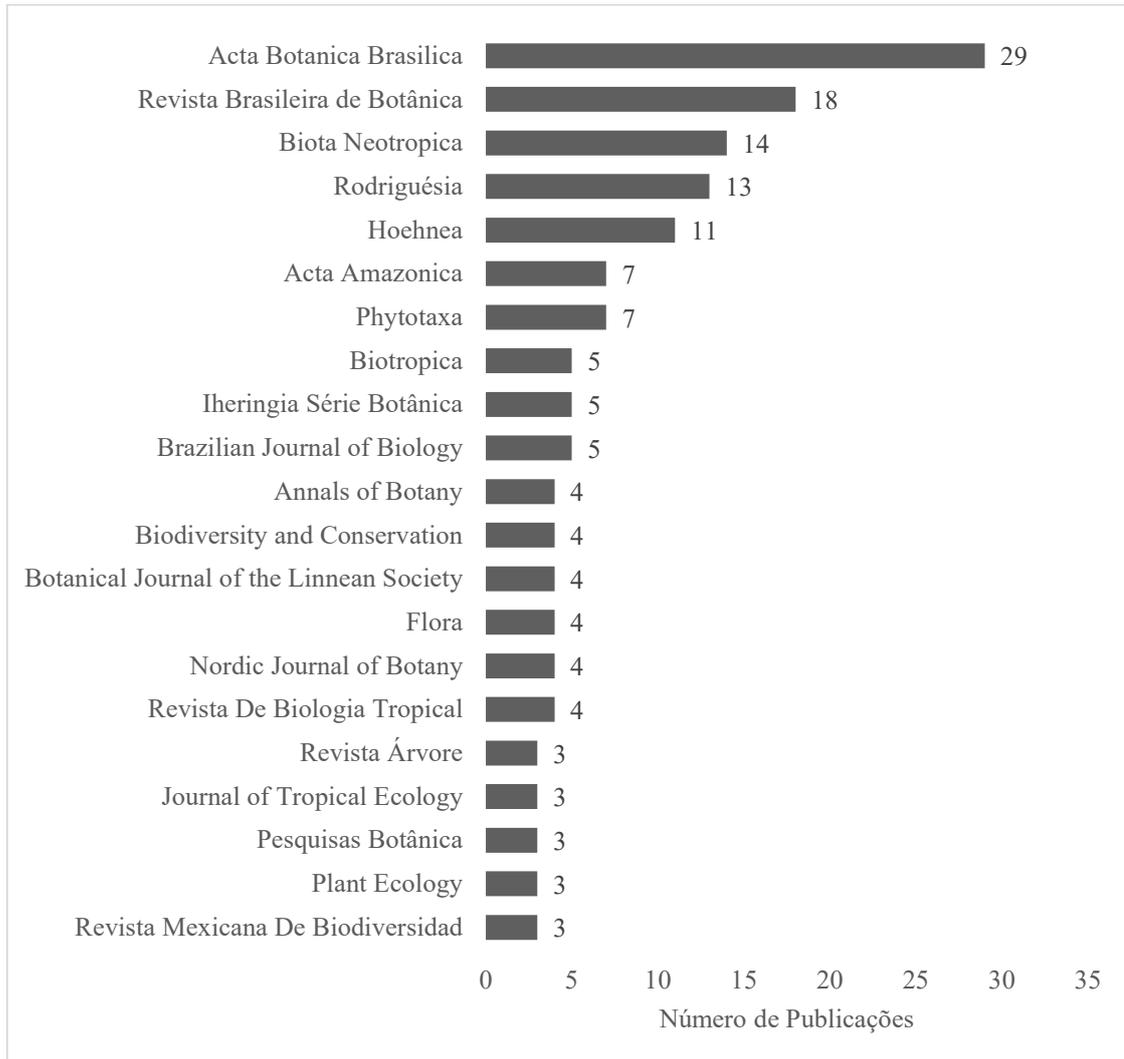
Figura 5 – Autores com maior número de indexações com epífitos vasculares em periódicos científicos até 2016.



Fonte: Próprio Autor.

Os artigos encontrados foram indexados em 91 revistas e, destas, 22 tiveram três ou mais indexações (Figura 6). Dentre estas, as mais frequentes, com 31% das indexações foram *Acta Botanica Brasilica*, *Revista Brasileira de Botânica*, *Biota Neotropica* e *Hoehnea*, todas do Brasil. As revistas internacionais ainda possuem pouca representatividade sobre a temática no Brasil, sendo *Phytotaxa* a revista com o maior número de indexações.

Figura 6 – Periódicos científicos com três ou mais indexações registradas no levantamento bibliométrico sobre epifitismo vascular no Brasil até 2016.



Fonte: Próprio Autor.

Na análise de agrupamento de palavras, destacaram-se os termos “Orchidaceae”, “Bromeliaceae”, “Polypodiaceae”, “Araceae” e “Abundance”, seguidos de “Species richness”, “*Epidendrum*” e “Rainforest” (Figura 7).

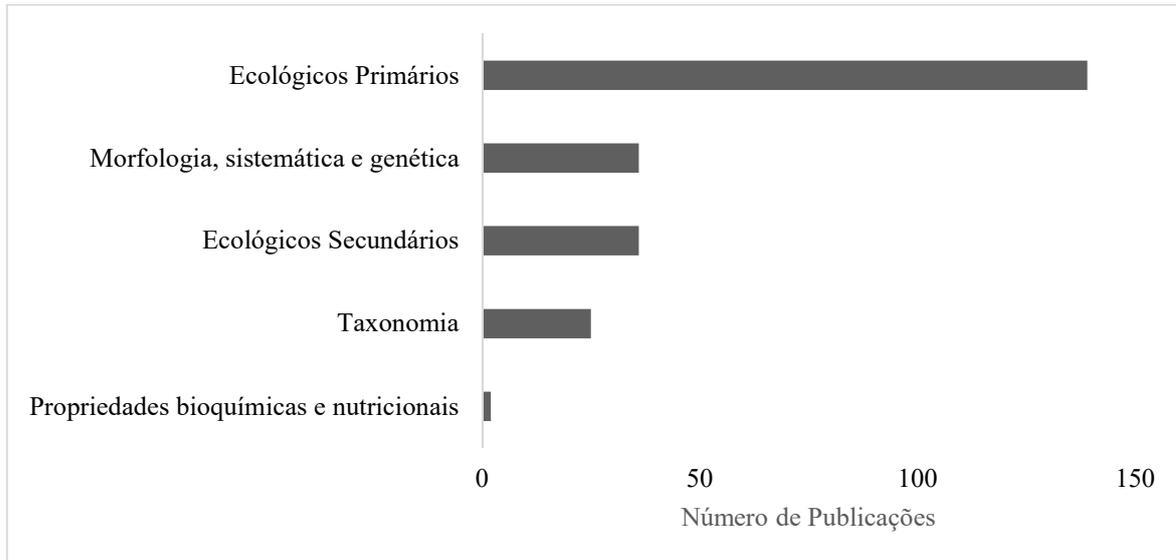
Figura 7 – Agrupamentos de palavras (*Word cloud*), com destaque crescente nos termos mais utilizados nas palavras-chave de publicações sobre epifitismo vascular no Brasil em periódicos científicos até 2016.



Fonte: Próprio Autor.

A classe de estudos com maior número de artigos indexados foi a de ecológicos primários, ou seja, aquela que tem os epífitos vasculares como objeto principal de estudo, com 58% dos trabalhos publicados (Figura 8). Nessa classe encontram-se os artigos com enfoque aos estudos ecológicos do epifitismo vascular. Os artigos que abordam a morfologia, anatomia, histologia, fisiologia e genética, ou aqueles que tiveram os epífitos como objeto secundário de estudo (ecológico secundário) concentraram 15% das publicações cada. As demais classes totalizaram 12% das produções.

Figura 8 – Classes de estudos sobre epífitos vasculares com respectivos números de indexações até 2016.



Fonte: Próprio Autor.

Em relação à distribuição geográfica das produções, Sudeste (37%) e Sul (28%) concentraram o maior número de trabalhos (65%), seguido das regiões Nordeste (15%), Norte (13%) e Centro-Oeste (7%) conforme apresentado na Tabela 2, que mostra também a distribuição por classes de estudo dos trabalhos produzidos nas diferentes regiões do Brasil.

Tabela 2 – Indexações de estudos sobre epífitos vasculares nas regiões do Brasil em suas respectivas Classes de estudo até 2016.

Classes de estudo	Sudeste	Sul	Nordeste	Norte	Centro-Oeste
Taxonomia	13	13	14	15	11
Ecológicos Primários	62	48	23	17	3
Ecológicos Secundários	16	8	4	5	2
Morfologia, sistemática e genética	17	12	3	1	5
Propriedades bioquímicas e/ou nutricionais	1	1	0	0	0
<b>Total de Publicações</b>	<b>109</b>	<b>82</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>21</b>

Fonte: Próprio Autor.

Sudeste e Sul foram as regiões com maior concentração de indexações, o que parece refletir a distribuição dos pesquisadores já que de dez, dos pesquisadores com maior periodicidade de publicações, cinco são do Sudeste e quatro do Sul.

### 3.2 COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITOS VASCULARES

No presente estudo foram registradas 167 espécies epifíticas, distribuídas em 72 gêneros e 22 famílias (Tabela 3). De todas espécies inventariadas, 122 foram amostradas no levantamento fitossociológico realizado e as demais (45) no levantamento florístico. Orchidaceae apresentou a maior riqueza específica, com 57 espécies, seguida de Bromeliaceae com 32, Polypodiaceae com 20, Piperaceae com nove, Cactaceae, Gesneriaceae e Hymenophyllaceae com sete. As demais famílias foram representadas com cinco ou menos espécies. Os gêneros que apresentaram maior diversidade foram *Vriesea*, com 12 espécies, *Peperomia* com nove, *Tillandsia* com sete, *Campyloneurum* e *Epidendrum* com seis, *Acianthera*, *Rhipsalis* e *Stelis* com cinco. Os demais gêneros variaram, de quatro a uma espécie.

A categoria ecológica predominante foi holoepífitos verdadeiros (HLV) com 85%, seguida de holoepífitos facultativos (HLF) com 8,4%, hemiepífitos primários (HMP) com 4,2% e hemiepífitos secundários (HMS) com 2,4%.

Tabela 3 – Lista dos epífitos vasculares, com suas respectivas famílias, onde: categoria ecológica (CE): holoepífito verdadeiro (HLV), holoepífito facultativo (HLF), hemiepífito primário (HMP) e hemiepífito secundário (HMS). Polinização (P): anemofilia (AF), entomofilia (EN) e ornitofilia (OR). Dispersão (D): anemocoria (AN), autocoria (AU), pogonocoria (PO), sem informação (SI), zoocoria (ZO).

Família/Espécie	CE	P	D
<b>Amaryllidaceae</b>			
<i>Hippeastrum aulicum</i> (Ker Gawl.) Herb.	HLV	OR - EN	AN
<b>Araceae</b>			
<i>Anthurium gaudichaudianum</i> Kunth	HLV	EN	ZO
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	HLV	EN	ZO
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadrus & Mayo	HMP	EN	ZO
<i>Philodendron bipinnatifidum</i> Schott	HMP	EN	ZO
<i>Philodendron missionum</i> (Hauman) Hauman	HMS	EN	ZO
<b>Aspleniaceae</b>			
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	HLV	-	AN
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	HLV	-	AN
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	HLV	-	AN
<b>Asteraceae</b>			
<i>Pentacalia desiderabilis</i> (Vell.) Cuatrec.	HMP-	-	AN
<b>Begoniaceae</b>			
<i>Begonia biguassuensis</i> Brade	HMS	EN	SI
<i>Begonia fruticosa</i> (Klotzsch) A.DC.	HMS	EN	AU
<b>Blechnaceae</b>			
<i>Lomaridium binervatum</i> (Poir.) Gasper & V.A.O. Dittrich	HMS	-	AN

Família/Espécie	CE	P	D
<b>Bromeliaceae</b>			
<i>Aechmea calyculata</i> (E.Morren) Baker	HLF	OR	ZO
<i>Aechmea caudata</i> Lindm.	HLV	OR	ZO
<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	HLV	OR	ZO
<i>Aechmea ornata</i> Baker	HLV	OR	ZO
<i>Billbergia distachia</i> (Vell.) Mez	HLV	OR	PO
<i>Billbergia nutans</i> H.H.Wendl. ex Regel	HLV	OR	PO
<i>Billbergia zebrina</i> (Herb.) Lindl.	HLV	OR	PO
<i>Edundoa lindenii</i> (Regel) Leme	HLV	OR - EN	ZO
<i>Nidularium amazonicum</i> (Baker) Linden & E.Morren ex Lindm.	HLF	OR	ZO
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	HLF	OR	ZO
<i>Nidularium jonesianum</i> Leme	HLF	OR	ZO
<i>Nidularium procerum</i> Lindm.	HLF	OR	ZO
<i>Tillandsia aeranthos</i> (Loisel.) L.B.Sm.	HLV	OR	PO
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	HLV	OR - EN	PO
<i>Tillandsia mallemonitii</i> Glaz. ex Mezz	HLV	OR	PO
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	HLV	EN	PO
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	HLV	OR - EN	PO
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	HLV	EN	PO
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	HLV	EN	PO
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	HLV	OR	PO
<i>Vriesea erythrodactylon</i> E.Morren ex Mez	HLV	OR	PO
<i>Vriesea flammea</i> L.B.Sm.	HLV	OR	PO
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	HLV	OR	PO
<i>Vriesea gigantea</i> Gaudich.	HLV	OR - QF	PO
<i>Vriesea guttata</i> Linden & André	HLV	OR	PO
<i>Vriesea incurvata</i> Gaudich.	HLV	OR	PO
<i>Vriesea philippocoburgii</i> Wawra	HLV	OR	PO
<i>Vriesea platynema</i> Gaudich.	HLV	OR	PO
<i>Vriesea psittacina</i> (Hook.) Lindl.	HLV	OR	PO
<i>Vriesea scalaris</i> E.Morren	HLV	OR	PO
<i>Vriesea vagans</i> (L.B.Sm.) L.B.Sm.	HLV	OR	PO
<i>Wittrockia superba</i> Lindm.	HLV	OR	ZO
<b>Cactaceae</b>			
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	HLV	EN	ZO
<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	HLV	EN	ZO
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.	HLV	EN	ZO
<i>Rhipsalis pachyptera</i> Pfeiff.	HLV	EN	ZO
<i>Rhipsalis paradoxa</i> (Salm-Dyck ex Pfeiff.) Salm-Dyck	HLV	EN	ZO
<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	HLV	EN	ZO
<i>Rhipsalis trigona</i> Pfeiff.	HLV	EN	ZO
<b>Clusiaceae</b>			
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	HMP	EN	ZO
<b>Dryopteridaceae</b>			

Família/Espécie	CE	P	D
<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	HLV	-	AN
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C.Presl) Brack.	HLF	-	AN
<b>Gesneriaceae</b>			
<i>Codonanthe cordifolia</i> Chautems	HLV	EN	ZO
<i>Codonanthe devosiana</i> Lem.	HLV	EN	ZO
<i>Codonanthe gracilis</i> (Mart.) Hanst.	HLV	EN	ZO
<i>Nematanthus australis</i> Chautems	HLV	OR	ZO
<i>Nematanthus fissus</i> (Vell.) L.E.Skog	HLV	OR	ZO
<i>Nematanthus tessmannii</i> (Hoehne) Chautems	HLV	OR	ZO
<i>Sinningia douglasii</i> (Lindl.) Chautems	HLV	OR	AN
<b>Hymenophyllaceae</b>			
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	HLV	-	AN
<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.	HLV	-	AN
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart.	HLV	-	AN
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V.Morton	HLV	-	AN
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	HLV	-	AN
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	HLV	-	AN
<i>Trichomanes polypodioides</i> L.	HLV	-	AN
<b>Lycopodiaceae</b>			
<i>Phlegmariurus flexibilis</i> (Fée) B.Øllg.	HLV	-	AN
<i>Phlegmariurus fontinaloides</i> (Spring) B.Øllg.	HLV	-	AN
<i>Phlegmariurus heterocarpon</i> (Fée) B.Øllg.	HLV	-	AN
<i>Phlegmariurus mandiocanus</i> (Raddi) B.Øllg.	HLV	-	AN
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Pleiochiton ebracteatum</i> Triana	HLV	EN	ZO
<i>Pleiochiton</i> sp. Naudin ex A.Gray	HLV	EN	ZO
<b>Moraceae</b>			
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	HMP	EN	ZO
<b>Orchidaceae</b>			
<i>Acianthera cryptantha</i> (Barb.Rodr.) Pridgeon & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Acianthera glanduligera</i> (Lindl.) Luer	HLV	EN	AN
<i>Acianthera saundersiana</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Acianthera saurocephala</i> (Lodd.) Pridgeon & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Acianthera</i> sp. Scheidw.	HLV	EN	AN
<i>Anathallis</i> sp. Barb.Rodr.	HLV	EN	AN
<i>Anathallis linearifolia</i> (Cogn.) Pridgeon & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Bifrenaria harrissoniae</i> (Hook.) Rchb.f.	HLV	EN	AN
<i>Brasiliorchis marginata</i> (Lindl.) R.B.Singer <i>et al.</i>	HLV	EN	AN
<i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R.B.Singer <i>et al.</i>	HLV	EN	AN
<i>Brasiliorchis porphyrostele</i> (Rchb.f.) R.B.Singer <i>et al.</i>	HLV	EN	AN
<i>Brassavola tuberculata</i> Hook.	HLV	EN	AN
<i>Bulbophyllum regnellii</i> Rchb.f.	HLV	EN	AN
<i>Bulbophyllum</i> sp. Thouars	HLV	EN	AN

<b>Família/Espécie</b>	<b>CE</b>	<b>P</b>	<b>D</b>
<i>Campylocentrum aromaticum</i> Barb.Rodr.	HLV	EN	AN
<i>Campylocentrum sellowii</i> (Rchb.f.) Rolfe	HLV	EN	AN
<i>Cattleya intermedia</i> Grah.	HLV	EN	AN
<i>Christensonella</i> cf. <i>subulata</i> (Lindl.) Szlach. et al.	HLV	EN	AN
<i>Christensonella neowiedii</i> (Rchb.f.) S.Koehler	HLV	EN	AN
<i>Cyclopogon elatus</i> (Sw.) Schltr.	HLF	EN	AN
<i>Cyclopogon</i> sp. C.Presl	HLF	EN	AN
<i>Dichaea cogniauxiana</i> Schltr.	HLV	EN	AN
<i>Dichaea pendula</i> (Aubl.) Cogn.	HLV	EN	AN
<i>Dryadella lilliputiana</i> (Cogn.) Luer	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum avicula</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum</i> cf. <i>paniculatum</i> Ruiz & Pav.	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum latilabrum</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	HLV	EN	AN
<i>Epidendrum vesicatum</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Gomesa cornigera</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	HLV	EN	AN
<i>Gomesa flexuosa</i> (Lodd.) M.W.Chase & N.H.Williams	HLV	EN	AN
<i>Gomesa recurva</i> R.Br.	HLV	EN	AN
<i>Gomesa uniflora</i> (Booth ex Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	HLV	EN	AN
<i>Grandiphyllum divaricatum</i> (Lindl.) Docha Neto	HLV	EN	AN
<i>Isabelia pulchella</i> (Kraenzl.) Van den Berg & M.W.Chase	HLV	EN	AN
<i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br.	HLV	EN	AN
<i>Lankesterella caespitosa</i> (Lindl.) Hoehne	HLV	EN	AN
<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Octomeria juncifolia</i> Barb.Rodr.	HLV	EN	AN
<i>Ornithocephalus myrticola</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Pabstiella fusca</i> (Lindl.) Chiron & Xim.Bols.	HLV	EN	AN
<i>Phymatidium delicatulum</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet	HLV	EN	AN
<i>Promenaea</i> cf. <i>rollissonii</i> (Lindl.) Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Prosthechea vespa</i> (Vell.) W.E.Higgins	HLV	EN	AN
<i>Rhetinantha notylioglossa</i> (Rchb.f.) M.A.Blanco	HLV	EN	AN
<i>Specklinia grobyi</i> (Batem. ex Lindl.) F.Barros	HLV	EN	AN
<i>Stelis aprica</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Stelis intermedia</i> Poepp. & Endl.	HLV	EN	AN
<i>Stelis megantha</i> Barb.Rodr.	HLV	EN	AN
<i>Stelis pauciflora</i> Lindl.	HLV	EN	AN
<i>Stelis</i> sp. Sw.	HLV	EN	AN
<i>Trichocentrum pumilum</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	HLV	EN	AN
<i>Zygostates alleniana</i> Kraenzl.	HLV	EN	AN
<b>Piperaceae</b>			
<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	HLV	AF	ZO

<b>Família/Espécie</b>	<b>CE</b>	<b>P</b>	<b>D</b>
<i>Peperomia delicatula</i> Henschen	HLF	AF	ZO
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A.Dietr.	HLF	AF	ZO
<i>Peperomia glazioui</i> C.DC.	HLV	AF	ZO
<i>Peperomia pereskiaefolia</i> (Jacq.) Kunth	HLF	AF	ZO
<i>Peperomia pseudoestrellensis</i> C.DC.	HLV	AF	ZO
<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) Kunth	HLV	AF	ZO
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.	HLV	AF	ZO
<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A.Mey.	HLF	AF	ZO
<b>Polypodiaceae</b>			
<i>Alansmia reclinata</i> (Brack) Moguel & M. Kessler	HLV	-	AN
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	HLF	-	AN
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	HLV	-	AN
<i>Campyloneurum lapathifolium</i> (Poir.) Ching	HLV	-	AN
<i>Campyloneurum minus</i> Fée	HLV	-	AN
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	HLV	-	AN
<i>Campyloneurum rigidum</i> Sm.	HLV	-	AN
<i>Lellingeria depressa</i> (C.Chr.) A.R.Sm. & R.C.Moran	HLV	-	AN
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	HLV	-	AN
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	HLV	-	AN
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	HLV	-	AN
<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	HLV	-	AN
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	HLV	-	AN
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G.Price	HLV	-	AN
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	HLV	-	AN
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	HLV	-	AN
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	HLV	-	AN
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota	HLV	-	AN
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	HLV	-	AN
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	HLV	-	AN
<b>Pteridaceae</b>			
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	HLV	-	AN
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) Kaulf.	HLV	-	AN
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	HMP	EN	AN
<b>Selaginellaceae</b>			
<i>Selaginella</i> sp. P.Beauv.	HLF	-	AN
<b>Solanaceae</b>			
<i>Dyssochroma longipes</i> (Sendtn.) Miers	HMP	QF	ZO

Fonte: Próprio Autor.

No que se refere às estratégias reprodutivas, na polinização houve predomínio de espécies entomófilas com 86 registros (66,2%), seguida de 33 ornitófilas (25,4%), nove anemófilas (6,9%) e duas quiropterófilas (1,5%), salientando que algumas espécies possuem

mais de um agente polinizador. É importante ressaltar que das 167 espécies registradas no estudo, 41 (24,5%) são samambaias e licófitas. Entre as categorias de dispersão, podemos destacar a anemocoria com 100 espécies (56,9%), seguida de zoocoria com 36 (25,1%), poganocoria (tipo particular de anemocoria) com 22 (13,2%), autocoria com sete (4,2%). Uma espécie não foi possível identificar sua estratégia (0,6%) (Tabela 3 e Figura 9).

Figura 9 – Proporção entre estratégias de polinização e dispersão dos epífitos vasculares.



Fonte: Próprio Autor.

Na análise fitossociológica dos epífitos vasculares, sete espécies obtiveram Índice de Valor de Importância Epifítico superior a três, a saber: *Microgramma squamulosa*, *Vriesea flammea*, *Rhopsalis teres*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Serpocaulon catharinae*, *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Peperomia catharinae*. Estas espécies alcançaram aproximadamente 29,5% do VIe, restando 70,5% distribuídos em 115 espécies (Tabela 4).

*Microgramma squamulosa* foi a espécie com maior frequência nos forófitos, com distribuição equilibrada nas zonas ecológicas dos forófitos. *Vriesea flammea* apresentou a segunda maior frequência, sendo seus valores baixos nas zonas ecológicas inferiores (fuste baixo e fuste médio) e maiores nas zonas ecológicas superiores (fuste alto, copa interna e copa externa). Esse padrão de distribuição seguiu para outras espécies com grande frequência, como *Rhopsalis teres*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Serpocaulon catharinae*, *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Peperomia catharinae*. Inverso a esse padrão, *Nidularium innocentii* deteve valores maiores

nas zonas ecológicas inferiores (fuste baixo e fuste médio) e valores menores nas zonas ecológicas superiores (fuste alto, copa interna e copa externa). Pode-se destacar outras espécies que alcançaram valores altos de frequência: *Serpocaulon catharinae*, *Vriesea flammea*, *Rhipsalis teres*, *Vriesea vagans*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Rhipsalis paradoxa*, *Tillandsia usneoides*, *Rhipsalis pachyptera* e *Pleopeltis pleopeltifolia*. Destaca-se ainda no estudo as espécies que foram registradas apenas uma vez nos forófitos estudados, que totalizaram 40 (33%).

Tabela 4 – Espécies epifíticas vasculares amostradas no levantamento fitossociológico, em ordem decrescente de valor de importância. pi = frequência absoluta da espécie i nos forófitos; FBi = frequência absoluta da espécie i no fuste baixo; FMi = frequência absoluta da espécie i no fuste médio; 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; Vie = Valor de importância da espécie epifítica i.

Espécie	pi	FBi	FMi	FAi	Cli	CEi	Vie
<i>Microgramma squamulosa</i>	68,89	13,33	22,22	31,11	53,33	51,11	6,61
<i>Vriesea flammea</i>	64,44	8,89	6,67	24,44	48,89	46,67	4,77
<i>Rhipsalis teres</i>	60,00	4,44	24,44	15,56	44,44	28,89	4,12
<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	55,56	8,89	8,89	20,00	35,56	28,89	3,92
<i>Serpocaulon catharinae</i>	66,67	6,67	6,67	15,56	44,44	26,67	3,43
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	42,22	8,89	11,11	20,00	22,22	15,56	3,41
<i>Peperomia catharinae</i>	33,33	11,11	13,33	11,11	20,00	8,89	3,17
<i>Tillandsia usneoides</i>	48,89	2,22	8,89	8,89	37,78	37,78	2,90
<i>Vriesea vagans</i>	57,78	4,44	6,67	6,67	28,89	35,56	2,75
<i>Rhipsalis pachyptera</i>	44,44	2,22	8,89	15,56	40,00	20,00	2,72
<i>Rhipsalis paradoxa</i>	48,89	0,00	11,11	20,00	24,44	26,67	2,66
<i>Rhipsalis trigona</i>	37,78	4,44	13,33	11,11	26,67	13,33	2,59
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	26,67	4,44	6,67	13,33	20,00	17,78	2,36
<i>Nidularium innocentii</i>	24,44	6,67	20,00	2,22	4,44	0,00	2,02
<i>Philodendron appendiculatum</i>	22,22	8,89	6,67	2,22	11,11	4,44	1,88
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	26,67	4,44	4,44	6,67	22,22	13,33	1,86
<i>Peperomia tetraphylla</i>	17,78	2,22	13,33	11,11	11,11	6,67	1,83
<i>Campyloneurum nitidum</i>	20,00	2,22	11,11	13,33	11,11	6,67	1,82
<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	35,56	0,00	11,11	4,44	31,11	15,56	1,77
<i>Acianthera glanduligera</i>	42,22	0,00	4,44	4,44	28,89	24,44	1,66
<i>Philodendron missionum</i>	28,89	4,44	4,44	8,89	17,78	4,44	1,62
<i>Aechmea caudata</i>	22,22	0,00	11,11	8,89	22,22	8,89	1,61
<i>Anthurium scandens</i>	24,44	2,22	8,89	6,67	17,78	6,67	1,53
<i>Tillandsia stricta</i>	33,33	0,00	4,44	11,11	15,56	15,56	1,45
<i>Tillandsia geminiflora</i>	33,33	0,00	11,11	6,67	17,78	8,89	1,43
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	20,00	2,22	6,67	4,44	15,56	11,11	1,42
<i>Vriesea platynema</i>	28,89	0,00	6,67	8,89	22,22	8,89	1,39
<i>Wittrockia superba</i>	24,44	2,22	4,44	6,67	20,00	6,67	1,35

<b>Espécie</b>	<b>pi</b>	<b>FBi</b>	<b>FMi</b>	<b>FAi</b>	<b>CLi</b>	<b>CEi</b>	<b>ViE</b>
<i>Vriesea gigantea</i>	28,89	2,22	6,67	2,22	13,33	13,33	1,34
<i>Tillandsia mallemontii</i>	20,00	0,00	8,89	6,67	8,89	13,33	1,29
<i>Lepismium houlettianum</i>	26,67	0,00	6,67	6,67	20,00	8,89	1,25
<i>Edundoa lindenii</i>	31,11	0,00	4,44	4,44	20,00	11,11	1,10
<i>Anathalis rubens</i>	11,11	4,44	4,44	2,22	4,44	0,00	0,96
<i>Aechmea calyculata</i>	17,78	0,00	4,44	8,89	11,11	4,44	0,94
<i>Vriesea carinata</i>	22,22	0,00	4,44	6,67	15,56	4,44	0,93
<i>Tillandsia aeranthos</i>	15,56	0,00	2,22	8,89	8,89	8,89	0,92
<i>Epidendrum latilabrum</i>	17,78	2,22	4,44	4,44	6,67	2,22	0,88
<i>Codonanthe devosiana</i>	26,67	0,00	0,00	4,44	20,00	6,67	0,75
<i>Vriesea incurvata</i>	13,33	2,22	4,44	2,22	4,44	2,22	0,75
<i>Stelis intermedia</i>	6,67	2,22	2,22	2,22	6,67	4,44	0,74
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	13,33	2,22	2,22	4,44	6,67	0,00	0,71
<i>Brasiliorchis picta</i>	20,00	0,00	0,00	2,22	15,56	11,11	0,70
<i>Octomeria crassifolia</i>	13,33	2,22	0,00	4,44	8,89	2,22	0,70
<i>Vriesea guttata</i>	11,11	2,22	2,22	0,00	8,89	4,44	0,68
<i>Campyloneurum rigidum</i>	6,67	2,22	4,44	2,22	4,44	0,00	0,68
<i>Lepismium cruciforme</i>	8,89	2,22	2,22	4,44	2,22	0,00	0,63
<i>Acianthera saundersiana</i>	17,78	0,00	2,22	2,22	13,33	4,44	0,58
<i>Epidendrum secundum</i>	6,67	2,22	4,44	0,00	2,22	0,00	0,54
<i>Isochilus linearis</i>	8,89	2,22	2,22	0,00	4,44	2,22	0,54
<i>Vriesea philippocoburgii</i>	15,56	0,00	2,22	0,00	8,89	8,89	0,53
<i>Grandiphyllum divaricatum</i>	11,11	0,00	4,44	2,22	4,44	4,44	0,53
<i>Pecluma sicca</i>	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	0,00	0,53
<i>Asplenium scandicinum</i>	15,56	0,00	4,44	2,22	11,11	0,00	0,52
<i>Gomesa uniflora</i>	8,89	0,00	4,44	2,22	2,22	4,44	0,49
<i>Gomesa flexuosa</i>	8,89	2,22	0,00	2,22	2,22	2,22	0,48
<i>Sinningia douglasii</i>	13,33	0,00	2,22	4,44	8,89	0,00	0,47
<i>Aechmea nudicaulis</i>	20,00	0,00	0,00	2,22	20,00	0,00	0,46
<i>Billbergia nutans</i>	6,67	2,22	2,22	0,00	2,22	0,00	0,43
<i>Peperomia urocarpa</i>	2,22	2,22	0,00	2,22	0,00	0,00	0,38
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	4,44	0,00	0,00	4,44	4,44	2,22	0,34
<i>Niphidium crassifolium</i>	6,67	0,00	2,22	2,22	4,44	0,00	0,29
<i>Acianthera saurocephala</i>	8,89	0,00	2,22	0,00	2,22	4,44	0,28
<i>Billbergia distachia</i>	2,22	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	2,22	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Promenaea cf. rollisonii</i>	2,22	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Aechmea ornata</i>	6,67	0,00	0,00	2,22	2,22	4,44	0,27
<i>Vittaria lineata</i>	6,67	0,00	0,00	2,22	4,44	2,22	0,24
<i>Polystachya concreta</i>	8,89	0,00	2,22	0,00	2,22	2,22	0,22
<i>Vriesea friburgensis</i>	6,67	0,00	0,00	0,00	4,44	4,44	0,21
<i>Campyloneurum minus</i>	2,22	0,00	2,22	2,22	0,00	0,00	0,21
<i>Gomesa cornigera</i>	4,44	0,00	0,00	2,22	2,22	2,22	0,20
<i>Pecluma truncorum</i>	4,44	0,00	2,22	0,00	0,00	2,22	0,18

<b>Espécie</b>	<b>pi</b>	<b>FBi</b>	<b>FMi</b>	<b>FAi</b>	<b>CIi</b>	<b>CEi</b>	<b>VIe</b>
<i>Begonia fruticosa</i>	4,44	0,00	0,00	2,22	4,44	0,00	0,18
<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	6,67	0,00	0,00	2,22	4,44	0,00	0,18
<i>Christensonella</i> cf. <i>subulata</i>	6,67	0,00	0,00	2,22	4,44	0,00	0,18
<i>Dichaea pendula</i>	4,44	0,00	2,22	0,00	2,22	0,00	0,15
<i>Brasiliorchis marginata</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	2,22	0,00	0,14
<i>Epidendrum avicula</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	2,22	0,00	0,14
<i>Acianthera</i> sp.	6,67	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,12
<i>Gomesa recurva</i>	6,67	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,12
<i>Epidendrum vesicatum</i>	2,22	0,00	2,22	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Pentacalia desiderabilis</i>	2,22	0,00	2,22	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Peperomia pseudoestrellensis</i>	2,22	0,00	2,22	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Pleiochiton</i> sp.	2,22	0,00	2,22	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Brasiliorchis porphyrostele</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Bulbophyllum regnellii</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Nematanthus fissus</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Nematanthus tessmanii</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Peperomia glabella</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Rhetinantha notylioglossa</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Stelis</i> sp.	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	2,22	0,11
<i>Acianthera cryptantha</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	0,10
<i>Anathallis linearifolia</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	0,10
<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	0,10
<i>Trichocentrum pumilum</i>	2,22	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	0,10
<i>Dryadella liliputiana</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	0,08
<i>Peperomia rotundifolia</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	0,08
<i>Prosthechea vespa</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	0,08
<i>Stelis aprica</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	0,08
<i>Bulbophyllum</i> sp.	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Campylocentrum aromaticum</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Cattleya intermedia</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Codonanthe cordifolia</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Cyclopogon</i> sp.	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Dichaea cogniauxiana</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Lankesterella caespitosa</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,07
<i>Anathallis</i> sp.	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Billbergia zebrina</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Clusia criuva</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Epidendrum ramosum</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Isabelia pulchella</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Nidularium jonesianum</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Octomeria junicifolia</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Pabstiella fusca</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Peperomia glazioui</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04

<b>Espécie</b>	<b>pi</b>	<b>FBi</b>	<b>FMi</b>	<b>FAi</b>	<b>Cli</b>	<b>CEi</b>	<b>Vi</b>
<i>Phlegmariurus fontinaloides</i>	4,44	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Phlegmariurus mandiocanus</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Polyphlebium angustatum</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Rhipsalis floccosa</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Tillandsia recurvata</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<i>Vriesea erythrodactylon</i>	2,22	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,04
<b>Total Geral</b>	<b>1731,11</b>	<b>160</b>	<b>395,56</b>	<b>455,56</b>	<b>1113,33</b>	<b>682,22</b>	<b>100</b>

Fonte: Próprio Autor.

Pode-se constatar uma alta riqueza florística quando comparada com outros estudos realizados no sul do Brasil (Tabela 5), ficando inferior a apenas dois estudos realizados no Paraná (BLUM, 2011; SCHUTZ-GATTI, 2000), sendo o estudo de Blum (2011) realizado ao longo da Serra da Prata, que variou de 400 a 1.100 m de altitude, englobando dois tipos climáticos (Cfa e Cfb).

Tabela 5 – Número de táxons em estudos realizados na Floresta Atlântica e ecossistemas associados com epífitos vasculares no sul do Brasil, onde: Floresta Estacional Decidual (FES), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Restinga (RES).

<b>Formação</b>	<b>Localidade</b>	<b>UF</b>	<b>Espécies</b>	<b>Gêneros</b>	<b>Famílias</b>	<b>Fonte</b>
FOD	Serra da Prata	PR	277	109	30	Blum (2011)
FOD	Guaraqueçaba	PR	176	79	30	Schutz-Gatti (2000)
<b>FOD</b>	<b>Orleans/Lauro Muller</b>	<b>SC</b>	<b>167</b>	<b>72</b>	<b>22</b>	<b>Este estudo</b>
FOD	Antonina	PR	159	78	22	Petean (2009)
FOD/FOM	Piraquara	PR	140	64	26	Kersten (2006)
FOD	Orleans/Grão Pará	SC	115	59	20	Padilha (2015)
RES	Torres I	RS	115	56	15	Waechter (1986)
FOM	Primeiro Planalto Paranaense	PR	114	52	20	Kersten (2009)
RES	Ilha do Mel	PR	103	49	20	Kersten e Silva (2006)
FOD/FOM	Piraquara	PR	101	54	20	Hertel (1950)
FOD	Marumbi	PR	97	49	16	Petean (2002)
FOM	Curitiba	PR	96	48	21	Borgo e Silva (2003)
RES	Torres II	RS	93	44	15	Waechter (1992)
RES	Ilha do Mel	PR	77	44	17	Kersten e Silva (2001)
RES	Terra de Areia	RS	77	33	10	Gonçalves e Waechter (2003)
FOM	Curitiba	PR	72	41	18	Dittrich <i>et al.</i> (1999)
FES	Marcelino Ramos	RS	70	30	8	Rogalski e Zanin (2003)
FOD	Criciúma	SC	65	39	14	Oliveira <i>et al.</i> (2013)
FOD	Balneário Arroio do Silva	SC	62	34	10	Oliveira <i>et al.</i> (2015)
FES	Eldorado do Sul	RS	57	34	15	Giongo e Waechter (2004)
FES	Foz do Iguaçu	PR	56	38	13	Cervi e Borgo (2007)
FOM	Guarapuava e Pinhão	PR	54	32	13	Kersten <i>et al.</i> (2009)
FOM	Araucária	PR	49	28	12	Kersten e Silva (2002)
FES	Fênix	PR	32	23	10	Borgo <i>et al.</i> (2002)
RES	Taim	RS	24	17	8	Waechter (1992)

Formação	Localidade	UF	Espécies	Gêneros	Famílias	Fonte
FOM	Maximiliano de Almeida	RS	18	12	7	Bataghin <i>et al.</i> (2008)
FES	Montenegro/Triunfo	RS	17	12	4	Aguiar <i>et al.</i> (1981)

Fonte: Próprio autor

O índice de Diversidade de Shannon estimado para o estudo foi de  $H'=4,28$  e a equabilidade de Pielou  $J=0,89$ , destacando principalmente o valor de índice de diversidade, sendo elevado quando comparado a outros estudos realizados no sul do Brasil (Tabela 6).

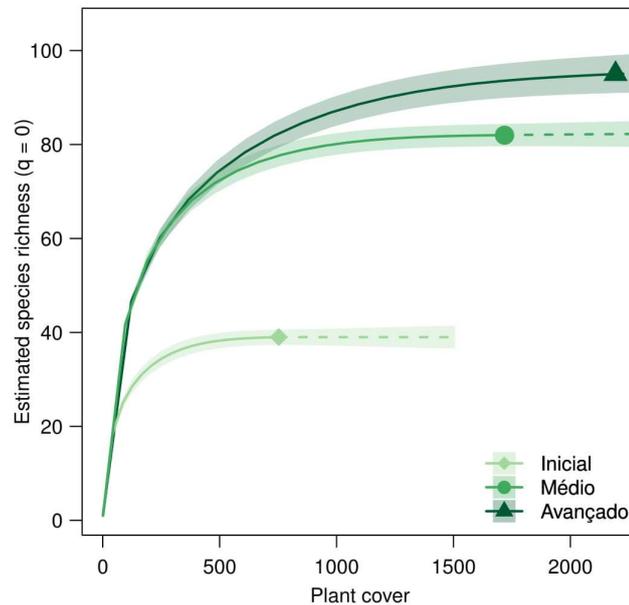
Tabela 6 – Riqueza e diversidade de epífitos vasculares registradas em alguns estudos realizados nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Brasil), onde: (S) número de espécies, ( $H'$ ) índice de diversidade de Shannon e (J) equabilidade de Pielou.

Fonte	Área	S	$H'$	J
<b>Este estudo</b>	<b>Orleans/Lauro Muller (SC)</b>	<b>167</b>	<b>4,28</b>	<b>0,89</b>
Waechter (1992)	Faxinal/Laguneiro, Torres (RS)	93	4,05	0,89
Padilha (2014)	Orleans/Grão Pará (SC)	115	3,81	0,85
Kersten e Silva (2001)	Ilha do Mel (PR)	77	3,61	0,78
Waechter e Giongo (2004)	Eldorado do Sul (RS)	50	3,43	0,87
Oliveira <i>et al.</i> (2013)	Criciúma (SC)	65	3,33	0,86
Souza <i>et al.</i> (2010)	Campo Mourão (PR)	61	3,17	0,86
Waechter (1998)	Emboaba, Osório (RS)	53	2,99	0,87
Waechter (1992)	Taim, Rio Grande (RS)	24	2,89	0,91
Kersten e Silva (2002)	Araucária (PR)	51	2,71	0,77
Dettke <i>et al.</i> (2008)	Maringá (PR)	29	1,11	0,82

Fonte: Próprio autor

As curvas de rarefação demonstraram tendência a atingir a assíntota nos três estágios estudados (Figura 10). Esses resultados indicam que o esforço amostral ( $n=15$ ), por estágio, foi suficiente para detectar a riqueza de espécies. Verificou-se que o estágio avançado apresentou maior riqueza estimada de espécies, seguido do estágio médio e o estágio inicial com valores inferiores (Figura 10). Embora os estágios médio e avançado tenham alcançado valores próximos entre si e quando comparados com o inicial, sugere-se que apresentem riquezas diferentes, visto que não houve sobreposição dos intervalos de confiança.

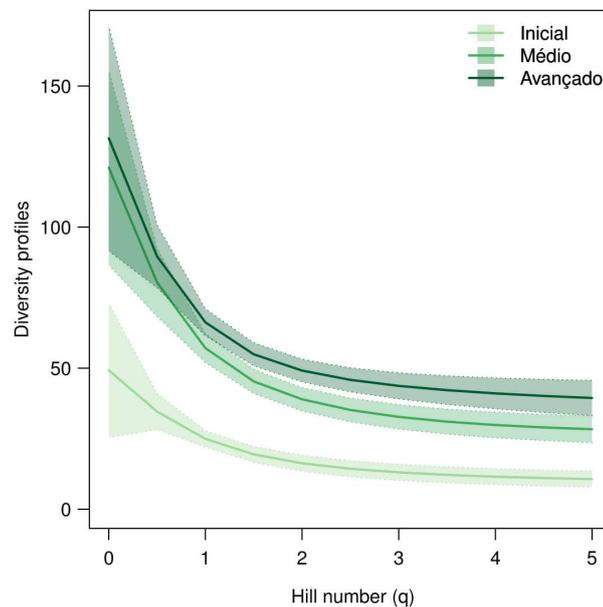
Figura 10 – Curvas de rarefação e extrapolação de riqueza de epífitos vasculares em três estágios de regeneração natural: eixo x: Riqueza Estimada das Espécies (Estimated Species Richness) e Cobertura da Planta (Plant Cover).



Fonte: Próprio Autor.

Os perfis de diversidade indicam o mesmo padrão encontrado para a riqueza (Inicial < Médio < Avançado) (Figura 11). O declínio brusco da curva demonstra que existem mais espécies raras no estágio avançado e no estágio médio (maior dominância). Entretanto, no estágio inicial esse padrão foi pouco pronunciado, indicando maior homogeneidade na distribuição da abundância entre espécies.

Figura 11 – Perfis de diversidade de epífitos vasculares em três estágios de regeneração natural: eixo x = Perfil de Diversidade (Diversity Profiles) e eixo y = número de Hill (Hill Number).



Fonte: Próprio Autor.

A partir da análise de redundância baseada em distância (dbRDA), evidenciou-se que as variáveis estágio sucessional, zona ecológica do forófito, tipo de ritidoma, persistência da casca, área basal média e altura total foram significativos ( $p < 0,05$ ); somente a variável abertura de dossel não foi significativa (Tabela 7). A variável estágio sucessional foi a mais importante para explicar as diferenças na composição de espécies, estando associada ao primeiro eixo de ordenação canônica (eixo horizontal; avançado na esquerda, médio no meio e inicial na direita do gráfico). A variável zona ecológica (micro-habitat) foi a segunda com maior importância, sendo notória a variação no segundo eixo de ordenação (tronco na parte inferior e copa na parte superior) (Figura 12).

Figura 12 – Análise de redundância baseada em distância (dbRDA) realizada para epífitos vasculares e as variáveis: Abertura de Dossel (Canopy Openness), Altura (Height), Área Basal Média (Basal Area), Persistência da casca (Persistent bark), Ritidoma (Bark doughness), estágio sucessional (Successional Stage) e zonas ecológicas (Micro-habitat).

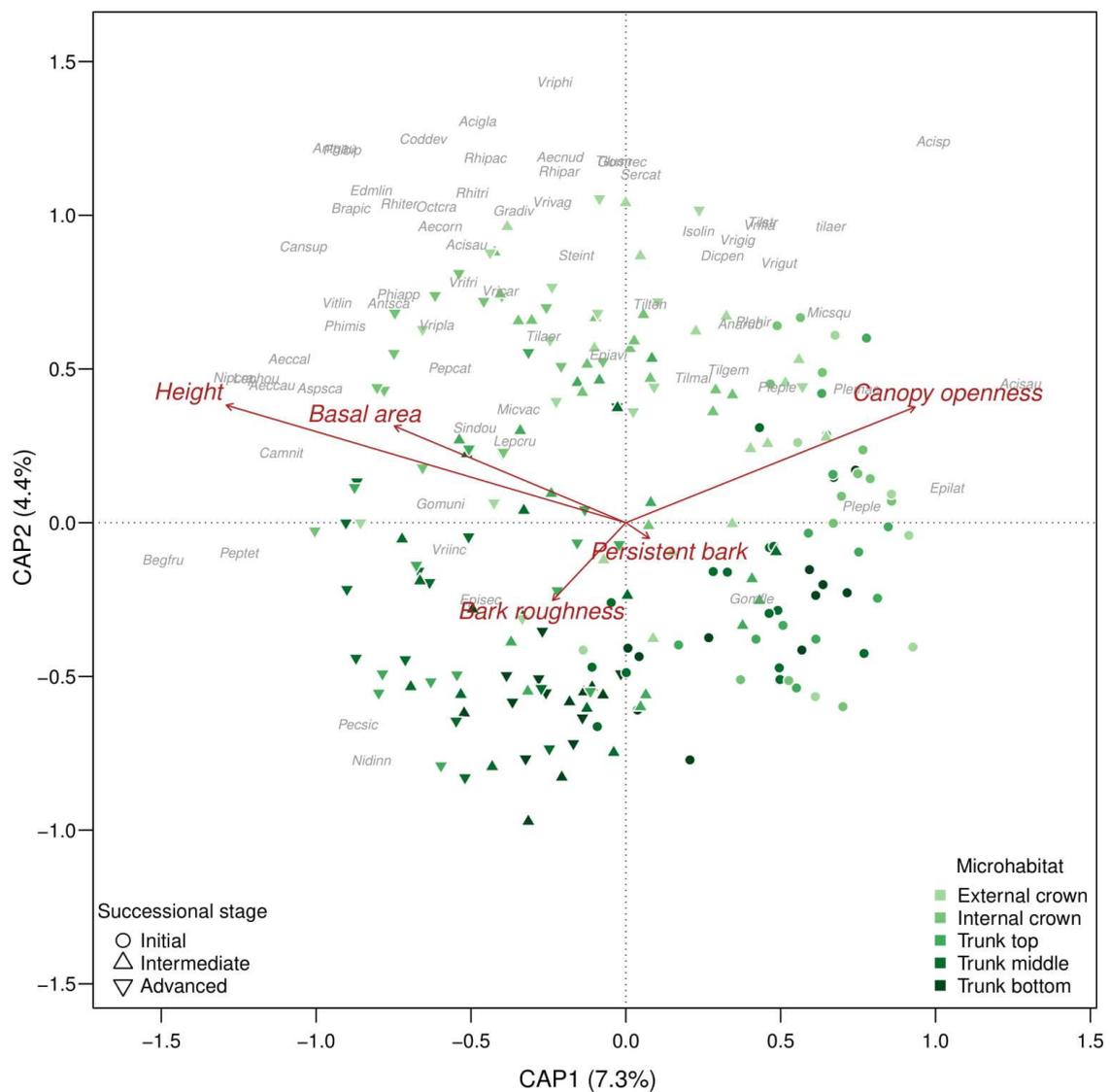


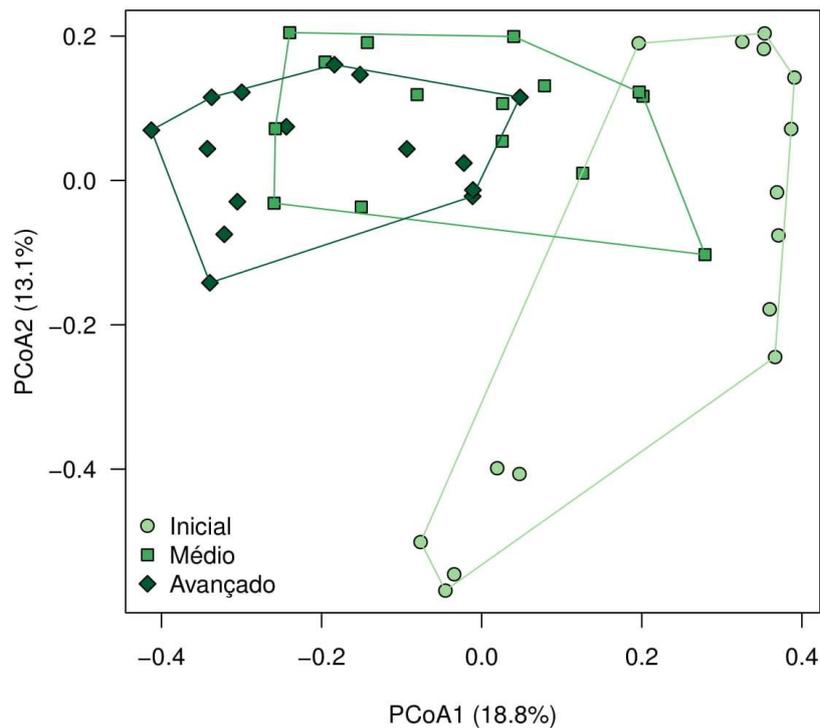
Tabela 7 – Valores encontrados para análise de redundância baseada em distância (dbRDA) realizada para epífitos vasculares e as variáveis: Abertura de Dossel (Canopy Openness), Altura (Height), Área Basal Média (Basal Area), Persistência da Casca (Persistent Bark), Ritidoma (Bark Roughness), Estágio Sucessional (Sucessional Stage) e Zonas Ecológicas (Micro-habitat), Grau de Liberdade (df), valor de F (F) e valor residual (SS).

Variáveis	df	SS	F	P
Estágio Sucessional	2	6,378	9,536	0,001
Micro-habitat	4	4,623	3,456	0,001
Rugosidade da casca	1	0,961	2,875	0,001
Persistência da casca	1	0,806	2,412	0,001
Área Basal	1	0,775	2,317	0,002
Altura	1	0,602	1,799	0,016
Abertura do dossel	1	0,507	1,517	0,058
Varição residual	177	59,185		

Fonte: Próprio Autor.

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA) demonstrou diferença na composição de espécies de acordo com o estágio sucessional ( $F_{2,44} = 4,504$ ,  $p < 0,001$ ), com escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 18,8% e 13,1% respectivamente (total = 31,9%). Na figura 13 é possível visualizar três grupos associados aos estágios sucessionais (Inicial, Médio e Avançado).

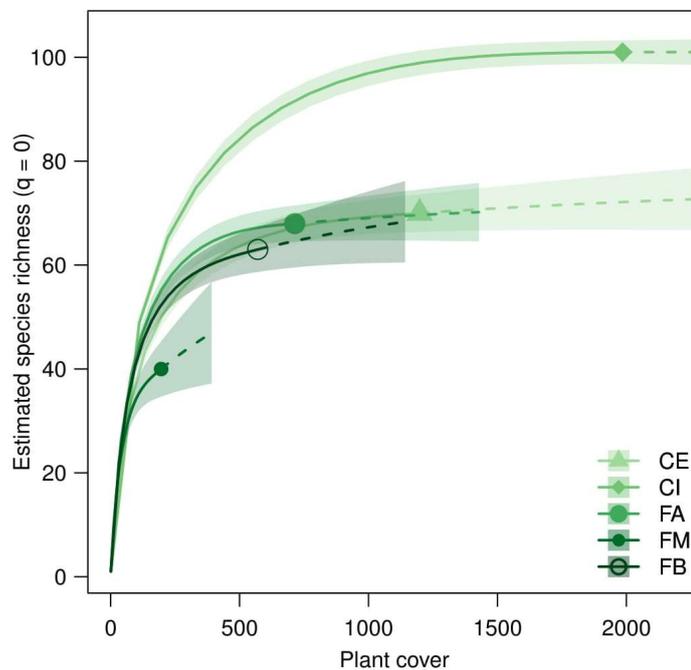
Figura 13 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) evidenciando a relação entre as Unidades Amostrais e os Estágios Sucessionais. Escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 18,8% e 13,1% respectivamente ( $F_{2,44} = 4,504$ ,  $p < 0,001$ ).



Fonte: Próprio Autor.

Para as zonas ecológicas, as curvas de rarefação demonstraram tendência a atingir a assíntota, com exceção do fuste médio, sugerindo que a riqueza não tenha sido suficientemente amostrada nessa porção do forófito (Figura 14). Pode-se perceber que a tendência é de ocorrer aumento na riqueza de espécies no fuste médio, como mostram os dados extrapolados (linhas tracejadas) e o aumento da incerteza (aumento do intervalo de confiança). Verifica-se que a copa interna apresentou maior riqueza, enquanto que o fuste médio demonstrou menor riqueza e as demais zonas ecológicas atingiram valores similares e intermediários.

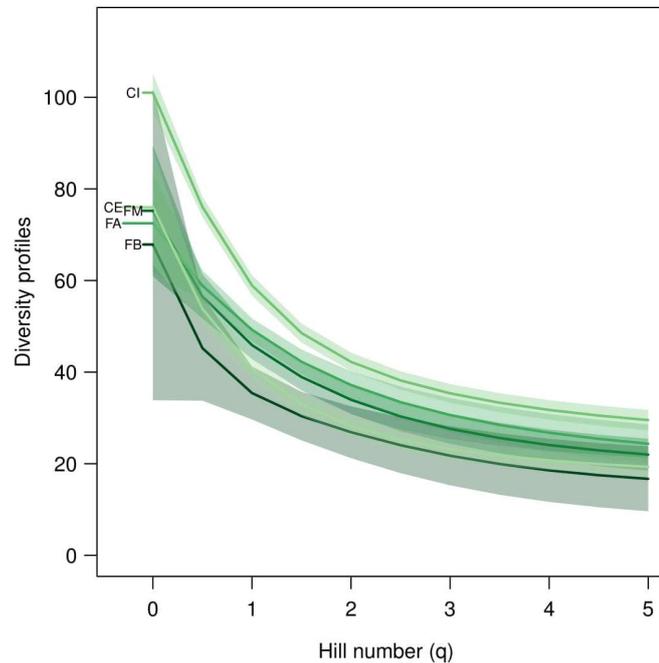
Figura 14 – Curvas de rarefação e extrapolação de riqueza de epífitos vasculares nas cinco zonas ecológicas: Fuste Baixo (FB), Fuste Médio (FM), Fuste Alto (FA), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE).



Fonte: Próprio Autor.

Os perfis de diversidade demonstram maior riqueza na Copa Interna, as demais zonas ecológicas obtiveram valores similares. O Fuste Baixo atingiu menor riqueza de espécies, isso porque esses dados são baseados na diversidade estimada (Figura 15). Em todos os casos parece existir uma distribuição desigual das abundâncias relativas, demonstrada pelo rápido declínio nas curvas à medida que aumenta o valor de  $q$ , portanto dando maior peso às espécies abundantes.

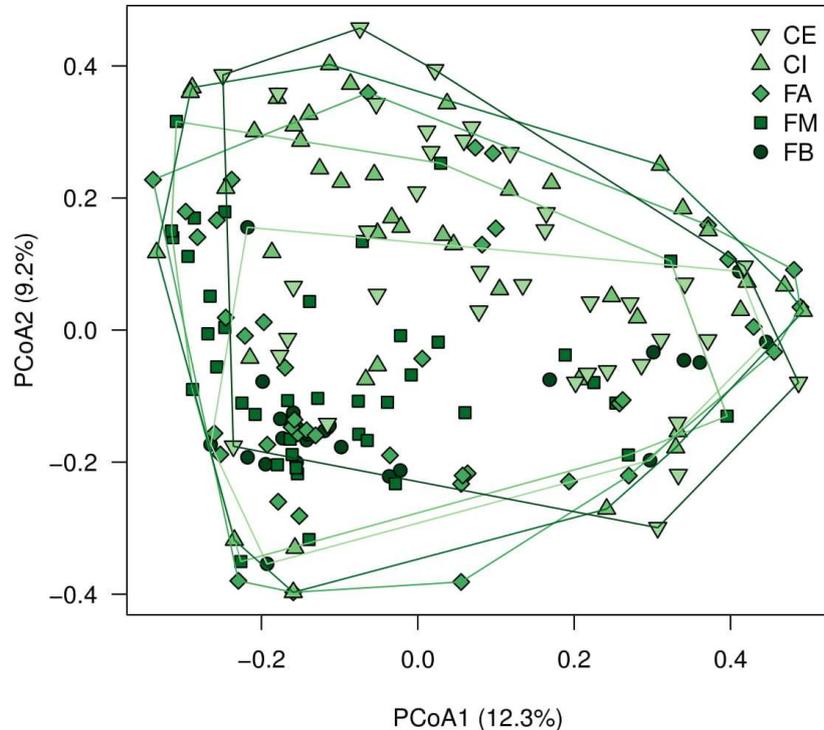
Figura 15 – Perfis de diversidade de epífitos vasculares em cinco zonas ecológicas: Fuste Baixo (FB), Fuste Médio (FM), Fuste Alto (FA), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE).



Fonte: Próprio Autor.

A partir da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) evidenciou-se diferenças na composição de espécies ( $F_{4,190} = 2,827$ ;  $p < 0.001$ ) e na variação ( $F_{4,186} = 22$ ;  $p < 0.001$ ) com escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 12,3% e 9,2% respectivamente (total = 21,5%), ressaltando que a diferença de variação foi maior do que a de composição. Na figura 16 é possível visualizar uma tendência na distribuição, onde Fuste ficou distribuído na parte inferior e mais concentrado, enquanto que a Copa localizada na parte Superior e com os pontos mais distanciados. Além do padrão mencionado, houve maior concentração dos pontos do fuste em uma área menor do gráfico, indicando que a composição foi menos variável nesse habitat.

Figura 16 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) detalhando a correlação entre as zonas ecológicas e Unidades Amostrais. Escore de explicação dos eixos de ordenação 1 e 2 de 12,3% e 9,2% respectivamente, com diferença na composição de espécies ( $F_{4,190} = 2,827$ ,  $p < 0,001$ ) e diferença na variação ( $F_{4,186} = 22$ ;  $p < 0,001$ ).



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3 INDICAÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES PARA RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ALTERADOS

Na análise do Valor Indicador de Espécies (IndVal) para os estágios sucessionais, foi constatado que 23 espécies registraram valores significativos ( $p < 0,05$ ). Destas, duas espécies indicadoras de estágio inicial, três de estágio médio e 18 espécies de estágio avançado. Entre os maiores valores, podemos destacar *Lepismium houlettianum*, *Aechmea caudata*, *Rhipsalis teres*, *Aechmea calyculata*, *Peperomia tetraphylla*, *Edmundoa lindenii*, *Anthurium gaudichaudianum*, *Asplenium scandicinum*, *Philodendron missionum*, *Wittrockia superba* e *Vriesea vagans* para o ambiente avançado, *Serpocaulon catharinae* e *Octomeria crassifolia* para estágio médio, *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Epidendrum latilabrum* para estágio inicial (Tabela 8).

Tabela 8 – Espécies com valor de indicação significativo ( $p < 0,05$ ) para os estágios avançado, médio e inicial de regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa Montana, Santa Catarina, ordenadas por estágio sucessional e valor decrescente de IndVal.

<b>Espécie</b>	<b>Successional stage</b>	<b>IndVal</b>	<b>P</b>
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	Inicial	0,386	0,021
<i>Epidendrum latilabrum</i>	Inicial	0,337	0,009
<i>Serpocaulon catharinae</i>	Médio	0,464	0,008
<i>Tillandsia aeranthos</i>	Médio	0,306	0,022
<i>Octomeria crassifolia</i>	Médio	0,3	0,022
<i>Lepismium houlettianum</i>	Avançado	0,682	< 0,001
<i>Aechmea caudata</i>	Avançado	0,585	< 0,001
<i>Rhipsalis teres</i>	Avançado	0,547	0,001
<i>Aechmea calyculata</i>	Avançado	0,533	< 0,001
<i>Peperomia tetraphylla</i>	Avançado	0,533	< 0,001
<i>Edmundoa lindenii</i>	Avançado	0,512	< 0,001
<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	Avançado	0,468	0,001
<i>Asplenium scandicinum</i>	Avançado	0,467	< 0,001
<i>Philodendron missionum</i>	Avançado	0,462	0,003
<i>Wittrockia superba</i>	Avançado	0,415	0,004
<i>Vriesea vagans</i>	Avançado	0,4	0,034
<i>Campyloneurum nitidum</i>	Avançado	0,389	0,004
<i>Acianthera glanduligera</i>	Avançado	0,382	0,022
<i>Brasiliorchis picta</i>	Avançado	0,373	0,005
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	Avançado	0,3	0,044
<i>Philodendron appendiculatum</i>	Avançado	0,285	0,044
<i>Acianthera saundersiana</i>	Avançado	0,283	0,027
<i>Vriesea incurvata</i>	Avançado	0,267	0,031

Fonte: Próprio Autor.

Para as zonas ecológicas, na análise do Valor de Indicador de Espécies (IndVal) foram registradas 22 espécies com valores significativos ( $p < 0,05$ ), sendo uma espécie indicadora de fuste médio, quatro de copa externa e 17 espécies para copa interna (Tabela 9). As espécies que obtiveram maior valor foram *Tillandsia usneoides* e *Vriesea flammea*.

O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) revelou que 14 espécies possuem maior preferência por estágios sucessionais, obtendo valores significativos, onde *Epidendrum latilabrum* demonstrou preferência no estágio inicial e *Lepismium houlettianum*, *Aechmea calyculata*, *Peperomia tetraphylla*, *Aechmea caudata*, *Asplenium scandicinum*, *Rhipsalis teres*, *Edmundoa lindenii*, *Anthurium gaudichaudianum*, *Philodendron missionum*, *Wittrockia superba*, *Brasiliorchis picta*, *Campyloneurum nitidum* e *Tillandsia aeranthos* com preferência no estágio avançado.

Tabela 9 – Espécies com valor significativo ( $p < 0,05$ ) para as zonas ecológicas Fuste Médio (FM), Copa Interna (CI) e Copa Externa (CE) dos forófitos amostrados na Floresta Ombrófila Densa Montana, Santa Catarina, ordenadas por zonas ecológicas e valor decrescente de IndVal.

<b>Espécie</b>	<b>Micro-habitat</b>	<b>IndVal</b>	<b>P</b>
<i>Nidularium innocentii</i>	FM	0,129	0,003
<i>Rhipsalis pachyptera</i>	CI	0,202	< 0,001
<i>Serpocaulon catharinae</i>	CI	0,184	0,002
<i>Rhipsalis teres</i>	CI	0,178	0,005
<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	CI	0,171	0,001
<i>Aechmea nudicaulis</i>	CI	0,17	< 0,001
<i>Acianthera glanduligera</i>	CI	0,138	0,006
<i>Codonanthe devosiana</i>	CI	0,136	0,002
<i>Vriesea platynema</i>	CI	0,112	0,015
<i>Lepismium houlettianum</i>	CI	0,105	0,022
<i>Aechmea caudata</i>	CI	0,103	0,032
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	CI	0,103	0,037
<i>Canistrum superbum</i>	CI	0,102	0,02
<i>Brasiliorchis picta</i>	CI	0,087	0,03
<i>Acianthera saundersiana</i>	CI	0,079	0,044
<i>Asplenium scandicinum</i>	CI	0,074	0,038
<i>Acianthera</i> sp.	CI	0,07	0,038
<i>Gomesa recurva</i>	CI	0,07	0,042
<i>Tillandsia usneoides</i>	CE	0,238	< 0,001
<i>Vriesea flammea</i>	CE	0,204	0,002
<i>Microgramma squamulosa</i>	CE	0,196	0,007
<i>Vriesea vagans</i>	CE	0,194	0,001

Fonte: Próprio Autor.

É importante ressaltar que embora algumas espécies não tenham obtido associações significativas, muitas alcançaram valores de frequência absoluta superiores a 30% nos forófitos amostrados, onde no estágio inicial foi observado 10 espécies com frequência absoluta entre 33,33% e 66,67, no estágio médio 22 espécies entre 33,33% e 73,33% e no estágio avançado 33 espécies entre 33,33% e 100% (Tabela 10). No entanto, os perfis de diversidade indicaram um padrão recorrente de distribuição desigual da abundância das espécies, com muitas espécies raras que, por um lado, contribuem para a alta riqueza de espécies, mas que por outro lado, dificilmente serão frequentes o suficiente para atingir significância estatística.

Tabela 10 – Frequência absoluta de epífitos vasculares nos diferentes estágios e o valor do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), onde: Frequência Absoluta da espécie no estágio Inicial (Fapi-In), Frequência Absoluta da espécie no estágio Médio (Fapi-Me) e Frequência Absoluta da espécie no estágio Avançado (Fapi-Av). \*espécies com  $p < 0,05$ .

Espécie	Fapi-In	Fapi-Me	Fapi-Av	P ( $\chi^2$ )
<i>Lepismium houlettianum</i>	0,00	6,67	73,33	< 0,001*
<i>Aechmea calyculata</i>	0,00	0,00	53,33	0,002*
<i>Peperomia tetraphylla</i>	0,00	0,00	53,33	0,002*
<i>Aechmea caudata</i>	0,00	6,67	60,00	0,003*
<i>Asplenium scandicinum</i>	0,00	0,00	46,67	0,006*
<i>Rhipsalis teres</i>	6,67	73,33	100,00	0,007*
<i>Edmundoa lindenii</i>	0,00	26,67	66,67	0,013*
<i>Epidendrum latilabrum</i>	46,67	6,67	0,00	0,020*
<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	0,00	40,00	66,67	0,022*
<i>Philodendron missionum</i>	0,00	26,67	60,00	0,025*
<i>Wittrockia superba</i>	0,00	20,00	53,33	0,034*
<i>Brasiliorchis picta</i>	0,00	13,33	46,67	0,044*
<i>Campyloneurum nitidum</i>	0,00	13,33	46,67	0,044*
<i>Tillandsia aeranthos</i>	6,67	40,00	0,00	0,049*
<i>Peperomia catharinae</i>	0,00	46,67	53,33	0,056
<i>Acianthera glanduligera</i>	6,67	53,33	66,67	0,064
<i>Vriesea platynema</i>	0,00	46,67	40,00	0,091
<i>Codonanthe devosiana</i>	0,00	33,33	46,67	0,096
<i>Vriesea incurvata</i>	6,67	0,00	33,33	0,112
<i>Octomeria crassifolia</i>	0,00	33,33	6,67	0,112
<i>Acianthera saundersiana</i>	6,67	6,67	40,00	0,133
<i>Philodendron appendiculatum</i>	0,00	26,67	40,00	0,148
<i>Tillandsia geminiflora</i>	40,00	53,33	6,67	0,153
<i>Vriesea carinata</i>	0,00	33,33	33,33	0,199
<i>Rhipsalis paradoxa</i>	20,00	66,67	60,00	0,243
<i>Aechmea ornata</i>	0,00	0,00	20,00	0,25
<i>Campyloneurum rigidum</i>	0,00	0,00	20,00	0,253
<i>Niphidium crassifolium</i>	0,00	0,00	20,00	0,252
<i>Gomesa recurva</i>	0,00	20,00	0,00	0,252
<i>Tillandsia stricta</i>	33,33	53,33	13,33	0,279
<i>Serpocaulon catharinae</i>	40,00	93,33	66,67	0,290
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	66,67	26,67	33,33	0,329
<i>Nidularium innocentii</i>	6,67	26,67	40,00	0,332
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	13,33	20,00	46,67	0,335
<i>Rhipsalis pachyptera</i>	20,00	60,00	53,33	0,348
<i>Vriesea philippocoburgii</i>	0,00	26,67	20,00	0,361
<i>Aechmea nudicaulis</i>	6,67	33,33	20,00	0,453
<i>Acianthera saurocephala</i>	20,00	6,67	0,00	0,458
<i>Rhipsalis trigona</i>	20,00	53,33	40,00	0,490
<i>Sinningia douglasii</i>	0,00	20,00	20,00	0,503

Espécie	Fapi-In	Fapi-Me	Fapi-Av	P ( $\chi^2$ )
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	6,67	26,67	6,67	0,503
<i>Anthurium scandens</i>	13,33	20,00	40,00	0,523
<i>Grandiphyllum divaricatum</i>	0,00	13,33	20,00	0,535
<i>Vriesea guttata</i>	20,00	13,33	0,00	0,535
<i>Begonia fruticosa</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Dryadella liliputiana</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Nematanthus fissus</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Nematanthus tessmanii</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Phlegmariurus fontinaloides</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Stelis aprica</i>	0,00	0,00	13,33	0,570
<i>Prosthechea vespa</i>	0,00	13,33	0,00	0,570
<i>Vriesea vagans</i>	40,00	60,00	73,33	0,627
<i>Billbergia nutans</i>	0,00	6,67	13,33	0,687
<i>Christensonella cf. subulata</i>	0,00	6,67	13,33	0,687
<i>Vriesea friburgensis</i>	0,00	6,67	13,33	0,687
<i>Stelis intermedia</i>	0,00	13,33	6,67	0,687
<i>Vittaria lineata</i>	0,00	13,33	6,67	0,687
<i>Epidendrum secundum</i>	6,67	6,67	6,67	0,687
<i>Acianthera sp.</i>	13,33	6,67	0,00	0,687
<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	13,33	6,67	0,00	0,687
<i>Tillandsia usneoides</i>	33,33	53,33	60,00	0,723
<i>Gomesa uniflora</i>	0,00	13,33	13,33	0,754
<i>Lepismium cruciforme</i>	0,00	13,33	13,33	0,754
<i>Polystachya concreta</i>	13,33	0,00	13,33	0,754
<i>Vriesea gigantea</i>	26,67	40,00	20,00	0,786
<i>Anathallis rubens</i>	6,67	20,00	6,67	0,798
<i>Anathallis linearifolia</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Anathallis sp.</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Billbergia distachia</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Billbergia zebrina</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Brasiliorchis marginata</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Campylocentrum aromaticum</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Campyloneurum minus</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Codonanthe cordifolia</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Cyclopogon sp.</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Dichaea cogniauxiana</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Isabelia pulchella</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Nidularium jonesianum</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Pabstiella fusca</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Pentacalia desiderabilis</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Peperomia glabella</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Peperomia pseudoestrellensis</i>	0,00	0,00	6,67	0,882

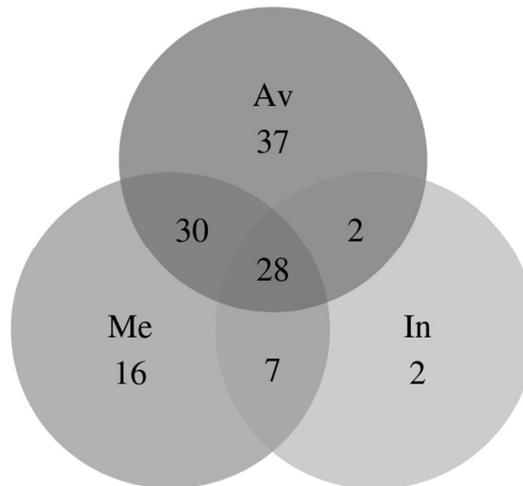
Espécie	Fapi-In	Fapi-Me	Fapi-Av	P ( $\chi^2$ )
<i>Peperomia urocarpa</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Pleiochiton</i> sp.	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Polyphlebium angustatum</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Promenaea</i> cf. <i>rollisonii</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Trichocentrum pumilum</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Vriesea erythrodactylon</i>	0,00	0,00	6,67	0,882
<i>Acianthera cryptantha</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Cattleya intermedia</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Clusia criuva</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Epidendrum avicula</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Epidendrum ramosum</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Epidendrum vesicatum</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Lankesterella caespitosa</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Octomeria junicifolia</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Pecluma sicca</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Peperomia glazioui</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Phlegmariurus mandiocanus</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Rhetinantha notylioglossa</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Rhipsalis floccosa</i>	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Stelis</i> sp.	0,00	6,67	0,00	0,882
<i>Bulbophyllum</i> sp.	6,67	0,00	0,00	0,882
<i>Tillandsia recurvata</i>	6,67	0,00	0,00	0,882
<i>Tillandsia mallemonitii</i>	26,67	13,33	20,00	0,882
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	26,67	20,00	13,33	0,882
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	26,67	26,67	26,67	0,910
<i>Brasiliorchis porphyrostele</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Bulbophyllum regnellii</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Gomesa cornigera</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Pecluma truncorum</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Peperomia rotundifolia</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	0,00	6,67	6,67	0,939
<i>Dichaea pendula</i>	6,67	6,67	0,00	0,939
<i>Isochilus linearis</i>	6,67	6,67	13,33	0,969
<i>Gomesa flexuosa</i>	6,67	13,33	6,67	0,969
<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	53,33	60,00	53,33	0,995
<i>Vriesea flammea</i>	66,67	66,67	60,00	0,996
<i>Microgramma squamulosa</i>	66,67	73,33	66,67	0,996

Fonte: Próprio Autor.

O diagrama de Venn demonstrou maior diferença entre o estágio inicial e os demais estágios (médio e avançado). Entre as espécies, 28 foram consideradas generalistas para os três estágios sucessionais, duas espécies foram comuns entre o estágio inicial e o avançado, sete

espécies entre o estágio inicial e o médio e 30 espécies entre o estágio médio e o avançado. Foram registradas duas espécies exclusivas para o estágio inicial, 16 espécies para o estágio médio e 37 espécies para estágio avançado (Figura 16).

Figura 17 – Diagrama de Venn com a distribuição das espécies nos três estágios sucessionais, onde: Inicial (In), Médio (Me) e Avançado (Av).



Fonte: Próprio Autor.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 BIBLIOMETRIA

Os trabalhos mais antigos sobre epífitos encontrados nas bases de dados eletrônicas foram os de Gottsberger e Morawetz (1993) e Peres (1993) na Savana Amazônica. Gottsberger e Morawetz (1993) estudaram a abundância e distribuição dos epífitos vasculares e não vasculares (líquens e briófitas), enquanto Peres (1993) estudou a dieta e a ecologia alimentar de duas espécies de primatas, relatando o uso de 12 espécies de epífitos vasculares na dieta dos animais.

Entretanto, o crescente número de estudos sobre epifitismo no Brasil parece ter sido impulsionado mais fortemente pelos trabalhos de Benzing (1986; 1987; 1990), Gentry; Dodson (1987) e Luttge (1989), porém não indexados nas bases de dados eletrônicas consultadas. Estes autores estudaram aspectos da biologia e ecologia dos epífitos vasculares e, posteriormente, o avanço se deu com trabalhos de diversos pesquisadores brasileiros que se dedicaram e se dedicam ao estudo do epifitismo, justificando o crescimento das publicações científicas.

Por outro lado, embora não tenha sido indexado nas bases de dados, alguns trabalhos contribuíram fundamentalmente para a produção científica sobre o tema, como Waechter (1980), que analisou a comunidade de orquídeas epifíticas no Rio Grande do Sul e Aguiar *et al.* (1981), que estudaram a florística de epífitos, neste mesmo Estado, sendo precursores da pesquisa com epifitismo no Brasil. Por fim, os trabalhos mais recentes envolvem biogeografia de espécies (MARCUSO; MONTEIRO, 2016; MACHADO; GONZATTI; WINDISCH, 2016; COUTO *et al.*, 2016; DISLICH; MANTOVANI, 2016; PADILHA *et al.*, 2017), conservação (CASTRO; FABRICANTE; SIQUEIRA-FILHO, 2016; COUTO *et al.*, 2016; SAKA; LOMBARDI, 2016) e biologia reprodutiva (AGUILAR-RODRIGUEZ *et al.*, 2016; LONE *et al.*, 2016; CABRAL; PANSARIN, 2016).

O aumento de publicações científicas no Brasil, segundo Scarano (2007), se dá pelo maior interesse científico e pelo fomento de agências federais que financiam e apoiam a Pós-Graduação, e isso segue uma tendência global. Para Dettke *et al.* (2008), estudos sobre epifitismo vascular vêm crescendo nas últimas décadas, com ampliação de seu foco de estudo que, além da composição florística, inclui diversos aspectos ecológicos como distribuição altitudinal, síndromes de polinização e de dispersão.

Embora os estudos sobre epifitismo venham aumentando, ainda há necessidade de maior conhecimento sobre esse grupo de plantas, já que têm sido quase sempre omitidos até em

estudos florísticos, que geralmente focam em espécies arbóreas (PADILHA *et al.*, 2015). Também ficou evidenciado que os trabalhos são atribuídos a poucos autores e com baixa frequência de publicações por autores, refletindo a Lei de Lotka ou Lei do Quadrado Inverso, que propõe que um número restrito de pesquisadores produz muito, enquanto um grande volume de pesquisadores produz pouco (LOTKA, 1926). Tais evidências confirmam os resultados de Voese; Mello (2013) e Ritta; Cittadin; Pereira (2015) em estudos bibliométricos sobre gestão estratégica, que encontraram, respectivamente, 84% e 86% dos autores como responsáveis por apenas um artigo.

Em termos do enfoque geográfico, foi demonstrado grande interesse na Floresta Atlântica, onde Sobral; Stehmann (2009) revelam que, de todas as espécies de angiospermas descritas no Brasil em duas décadas, 42% foram da Floresta Atlântica. Orchidaceae possui 47% de suas espécies nesta ecorregião, Bromeliaceae (62%), Araceae (34%) e Polypodiaceae (50%) (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2017), coincidindo com nossos resultados. Embora representem cerca de 25% das espécies vegetais em muitos países (KERSTEN, 2006), os epífitos ainda são pouco explorados em sua totalidade.

As maiores representações no agrupamento de palavras são as famílias mais representativas de epífitos vasculares do mundo, sendo Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae com maior riqueza de espécies (KERSTEN, 2010; BARBOSA *et al.*, 2015; PADILHA *et al.*, 2015; MARCUSSO; MONTEIRO, 2016).

Como dados ecológicos primários foi a classe com maior indexação, grande parte dos estudos foram fitossociológicos e ecológicos, justificando o termo abundância (abundance) e riqueza de espécies (species richness) com grande frequência nas palavras-chave das publicações (BOELTER; ZARTMAN; FONSECA, 2011; BOELTER *et al.*, 2014; CABRAL *et al.*, 2015; DISLICH; MANTOVANI, 2016). Corroborando esses resultados, a classe de dados ecológicos primários obteve o maior número de indexações (PADILHA *et al.*, 2015; SAKA; LOMBARDI, 2016; MARCUSSO; MONTEIRO, 2016; PADILHA *et al.*, 2017). A classe produção e uso não foi avaliada, pois não foram encontradas produções indexadas nestas temáticas, indicando também que estudos científicos sobre uso de epífitos no paisagismo são escassos (RITTER *et al.*, 2014). No entanto, é importante promover estratégias que permitam o uso racional dos epífitos, apoiando uma renda econômica adicional para as comunidades rurais que utilizam essas plantas e evitando assim a ruptura do ecossistema como um todo (ROMERO *et al.*, 2008). De forma similar, investigações sobre propriedades bioquímicas e nutricionais, são escassas, portanto, pouco se adicionou em informação sobre essa classe. Shanavaskhan *et al.* (2012) relatam que a ocorrência de estudos que abordam usos medicinais

com plantas epifíticas é completamente limitada, sendo ratificada pelo baixo número de trabalhos que foram indexados nessa classe.

Em termos de veículos de divulgação, o maior número de indexações na *Acta Botanica Brasilica* se deve, principalmente, por ser uma revista de responsabilidade da Sociedade Botânica do Brasil (SBB), da qual muitos botânicos e ecólogos são associados, além da gratuidade de submissão e garantia de rápida resposta dos manuscritos. A *Acta Botanica Brasilica* foi a primeira revista brasileira sobre botânica a ser indexada no ISI (*Institute for Scientific Information*), repositório do *Web of Science* (SCARANO *et al.*, 2009).

Segundo Freitas *et al.* (2016), na Floresta Atlântica ocorrem aproximadamente 2.256 espécies de epífitos vasculares, com nossa amostragem alcançando cerca de 7,5% dessas espécies. No estudo de Vibrans *et al.* (2013) em levantamento realizado dos epífitos vasculares nos fragmentos florestais do estado de Santa Catarina, foram encontradas 491 espécies, das quais amostramos 34%. É importante ressaltar que no estudo de Vibrans *et al.* (2013) algumas trepadeiras foram incluídas no levantamento, podendo superestimar a riqueza de espécies do grupo.

A grande representatividade de epífitos vasculares na Floresta Atlântica se deve a sua grande extensão latitudinal e altitudinal, além da variação significativa na precipitação (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000), o que resulta em alta heterogeneidade de habitats e grande diversidade de espécies, níveis elevados de endemismo e de espécies raras (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; SCARANO, 2009; CAIAFA; MARTINS, 2010; BERGAMIN; MULLER; MELLO, 2012), Também é um dos cinco mais importantes *hotspots* do mundo (MYERS, 2000) e um centro de diversidade de epífitos nos Neotrópicos (NIEDER; PROSPERI; MICHALOUD, 2001; STEHMANN *et al.*, 2009).

Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae são as famílias epifíticas com maior riqueza mundial (MADISON, 1977; BENZING, 1990; ZOTZ, 2013). Para a Floresta Atlântica, essa representação de famílias é semelhante ao encontrado no mundo (NEGRELLE, 2002; KERSTEN, 2010; FREITAS *et al.*, 2016). As espécies de Orchidaceae e Bromeliaceae são as mais evidenciadas quando se trata na colonização do dossel e, nesse sentido, Orchidaceae possui cerca de 69% com hábito epifítico, enquanto que Bromeliaceae possui aproximadamente 60% de suas espécies como epífitos e Polypodiaceae é praticamente de hábito epifítico (KERSTEN, 2010; ZOTZ, 2013).

Embora Orchidaceae seja a família com maior riqueza, esse padrão não se observa na abundância de suas espécies, sendo Bromeliaceae e Polypodiaceae as que possuem maior abundância (MORAES, 2009; PADILHA, 2015). Bromeliaceae possui características

adaptativas, como tanques formado pelas folhas que auxiliam no armazenamento de água e sobrevivência quando exposta a ambientes secos e com grande luminosidade, além de seu endemismo neotropical (FREITAS *et al.*, 2016). Polypodiaceae possui adaptações que auxiliam sobrevivência a ambientes com déficit hídrico (DUBUISSON *et al.*, 2009).

A grande representatividade do gênero *Vriesea* pode ser explicada pela sua ocorrência quase exclusiva na América do Sul, se destacando na Floresta Atlântica (WAECHTER, 1986; SCHUTZ-GATTI, 2000; KERSTEN; SILVA, 2001, 2006; MARTINELLI *et al.*, 2008; PADILHA, 2015).

*Peperomia* é considerado um dos gêneros com maior riqueza no Neotrópico (WANKE *et al.*, 2006), sendo comumente encontrado como herbáceas terrícolas e epífitos vasculares, apresentando alta riqueza na Floresta Atlântica (QUEIROZ; GUIMARÃES; BARROS, 2014; MENINI-NETO *et al.*, 2016). É o segundo maior gênero da família Piperaceae (SAMAIN *et al.*, 2009; MATHIEU; 2017), além de ser um dos dez gêneros mais ricos em espécies de angiospermas (FRODIN, 2004).

O gênero *Tillandsia* é o maior da família Bromeliaceae (REITZ, 1983; TARDIVO, 2002), distribuído principalmente na Floresta Atlântica (FLORA DO BRASIL EM CONSTRUÇÃO 2020, 2018). Possui adaptações para ambientes mais secos, como tricomas altamente especializados que absorvem umidade do ar, facilitando a sua nutrição e balanceamento hídrico (BENZING, 1976; STREHL, 1983; GIVNISH *et al.*, 2007).

Segundo León (1993) o gênero *Campyloneurum* é um dos poucos pertencentes à família Polypodiaceae que se restringe ao Neotrópico, podendo ser encontrado como rupícola, terrícola e epífito. Na Floresta Atlântica o gênero possui ampla distribuição, concentrando mais da metade das espécies do Brasil nessa ecorregião (FLORA DO BRASIL EM CONSTRUÇÃO 2020, 2018).

*Epidendrum* ocorre em quase todo continente americano (sul dos Estados Unidos até a Argentina) (RASMUSSEN, 1985; GOVAERTS, 2017), considerado um dos gêneros mais ricos da família Orchidaceae (HAGSÁTER; SOTO-ARENAS, 2005). No Brasil é bastante expressivo e se concentra com superioridade na Floresta Atlântica (BFG, 2015).

Nas categorias ecológicas, diversos estudos ratificam o predomínio de espécies holoepífitas verdadeiras na Floresta Atlântica (WAECHTER, 1986; DITTRICH *et al.*, 1999; KERSTEN; SILVA, 2001; GIONGO; WAECHTER, 2004; KERSTEN; KUNIYOSHI, 2009; MENINI-NETO *et al.*, 2009; BONNET *et al.*, 2011; CAGLIONI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015). De acordo com Benzing (1987; 1990) os holoepífitos

verdadeiros possuem ocorrência mais generalizada porque apresentam adaptações vegetativas mais especializadas e diversificadas.

Quanto às estratégias reprodutivas, agentes bióticos se destacam na polinização (GENTRY; DODSON, 1987), resultando que animais possuem importante relação com os epífitos vasculares (MONDRAGÓN; VARVERDE; HERNÁNDEZ-APOLINAR, 2015). Orchidaceae, Cactaceae e Araceae destacaram-se por suas espécies entomófilas e Bromeliaceae pelas espécies ornitófilas, assim como demonstrado em outros estudos (MADISON, 1977; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015).

Como encontrado no nosso estudo, a anemocoria é a principal síndrome de dispersão entre as espécies epifíticas (BENZING, 1987; DETTKE *et al.*, 2008; PADILHA *et al.*, 2015) e a zoocoria é a segunda estratégia de dispersão mais difundida (BREIER, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015). Esses dados vêm ao encontro da distribuição de espécies encontradas, visto que Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae são tipicamente dispersas pelo vento. A dispersão anemocórica é influenciada pela intensidade e direção do vento, além do tamanho dos propágulos, por suas sementes mais leves ou com estruturas como sementes aladas ou plumosas facilitarem o deslocamento para grandes distâncias, favorecendo a propagação das espécies anemocóricas, enquanto que sementes maiores e mais pesadas colaboram para que essas espécies se estabeleçam próximas à fonte de sementes (NIEDER, 1996; HERNANDES-ROSAS, 2001).

Nos vegetais, Howe; Smallwood (1982) identificaram três vantagens potenciais da dispersão de sementes a longa distância: (1) pode permitir que as plântulas escapem de adensamentos intraespecíficos e, portanto, diminuam a mortalidade dependente da densidade próxima da planta-mãe; (2) promove a possibilidade de colonização de novos fragmentos de habitat que podem ser transitórios e/ou livres de competição; e (3) as sementes podem ser dispersas diretamente em sítios altamente específicos, onde as probabilidades de estabelecimento são maiores. Em geral, acredita-se que a competição não é um processo importante entre os epífitos (BENZING, 1990), contudo, as forças independentes de densidade (isto é, seca e ventos fortes) parecem desempenhar um papel importante como fatores de sobrevivência (BENZING, 1990; HIETZ, 1997; MONDRAGON; VALVERDE; HERNANDEZ-APOLINAR, 2015). Portanto, no caso dos epífitos, as vantagens mais prováveis da dispersão de sementes são (2) e (3), dado seu habitat caracteristicamente descontínuo, heterogêneo e frágil (BENZING, 1990).

#### 4.2 FITOSSOCIOLOGIA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E EQUABILIDADE

Vários estudos indicam *Microgramma squamulosa* como a espécie de maior valor de importância para a Floresta Atlântica (KERSTEN; KUNIYOSHI, 2009; GERALDINO *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2015), apresentando ampla distribuição na América do Sul e está presente em várias comunidades de epífitos vasculares (ALMEIDA, 2014). Essa espécie foi descrita como pioneira e generalista (KERSTEN; SILVA, 2001; GERALDINO, 2010; ALMEIDA, 2014; DISLICH; MANTOVANI, 2016). Sendo assim, a alta adaptividade da espécie pode ser facilitador para colonização em condições adversas da floresta. Reitz (1970) indicou *M. squamulosa* como epífito mais frequente em toda Floresta de Santa Catarina, podendo cobrir troncos e galhos dos forófitos.

*Vriesea flammea* é uma espécie heliófita ou de luz difusa, com alta frequência nos fragmentos, geralmente naqueles situados próximos das encostas (REITZ, 1970; AZEREDO; CITADINI-ZANETTE, 2012), corroborando o estudo de Padilha *et al.* (2015) em uma área de encosta no sul do Brasil.

Estudos demonstraram altos valores de importância para *Rhipsalis teres* (GONÇALVES; WAECHTER, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015), pertencente a um gênero com grande representatividade na fisionomia epifítica da região sul do Brasil (WAECHTER, 1992). Reitz (1970) observou grande abundância nas florestas estudadas, tratando como uma das espécies mais frequentes do gênero *Rhipsalis* para Santa Catarina. Padilha *et al.* (2015) demonstraram que a espécie é generalista quanto a preferência do tipo de forófito, o que favorece o desenvolvimento da espécie nas mais diversas situações.

Orchidaceae apresentou maior número de espécies “raras” na área (espécies com apenas um registro), assim como encontrado no estudo de Bataghin *et al.* (2017), mostrando maior seletividade da família e contribuindo para raridade dessas espécies.

A diversidade florística foi considerada alta, obtendo o maior índice quando comparado com outros estudos realizados no sul do Brasil. Segundo Margalef (1972) os valores de diversidade geralmente ficam entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassam o valor 4, nesse caso, valores de índice elevados são produzidos quando há número elevado de espécies na amostra, como ocorreu no nosso estudo. No sul do Brasil, os valores de índice de diversidade e equabilidade geralmente são semelhantes, demonstrando uma uniformidade na participação de cada espécie para compor a comunidade epifítica. Entretanto, é importante ressaltar que outros aspectos podem influir na diversidade florística, como tamanho da amostra, número de réplicas e tipo de florestas (GERALDINO, CAXAMBÚ; SOUZA, 2010).

Quando comparado a outros estudos no sul do Brasil, pode-se observar o alto valor de equabilidade, o que sugere maior uniformidade da comunidade epifítica, assim como o valor de diversidade, inferindo maior diversidade florística da população de epífitos vasculares (WAECHTER, 1992; 1998; KERSTEN; SILVA, 2001; WAECHTER; GIONGO, 2004; DETTKE *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2015).

#### 4.3 DISTRIBUIÇÃO POR ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

A diversidade de espécies está relacionada ao grau de conservação das florestas, visto que áreas mais preservadas detêm maior diversidade de epífitos vasculares (BARTHLOTT *et al.*, 2001; WOODS; DEWALT, 2013). Áreas em estágios mais avançados detiveram maior riqueza de espécies epifíticas neste estudo. No outro extremo, áreas em estágio iniciais apresentaram menor riqueza. Isso pode ser uma consequência de que árvores pioneiras que crescem e morrem rapidamente não permitam o estabelecimento de espécies epifíticas (CASCANTE-MARIN, *et al.*, 2006; DISLICH; MANTOVANI, 2016). Ao longo do tempo, o substrato está disponível para colonização, sendo um fator determinante para estabilização de epífitos vasculares, visto que forófitos maiores (altura e diâmetro) proporcionam maior superfície, além de maior tempo disponível para estabelecimento dos espécimes (BENZING, 1990; PADILHA *et al.*, 2015), principalmente em estágios mais avançados (KÖSTER; NIEDER; BARTHLOTT, 2011; DISLICH; MANTOVANI, 2016).

Dentre todos epífitos vasculares, Orchidaceae é considerada a família com maior sensibilidade a distúrbios de habitat e isolamento, estando propensa a extinção local (DISLICH; MANTOVANI, 2016). Desta forma, é comum apresentar maior riqueza em áreas mais avançadas.

Houve diferença na composição de espécies entre estágios sucessionais. Isso se deve principalmente pela relação entre epífitos vasculares e forófitos, altura, diâmetro, extensão da copa, tipo e peculiaridades físicas da casca, capacidade de acúmulo de húmus e retenção de água (BURNS; ZOTZ, 2010; CHOMBA *et al.*, 2011). Além disso, a ocupação dos epífitos vasculares nos forófitos está relacionada a fatores abióticos como luz, umidade, qualidade do substrato (FONTOURA, 2001; LEIMBECK; BALSLEV, 2001; DING, 2016) e, conseqüentemente, ao estágio sucessional dos fragmentos florestais (TRIANA-MORENO *et al.*, 2003; KERSTEN; KUNIYOSHI, 2009). A influência do estágio sucessional ocorre em diversos aspectos, uma vez que afeta diretamente no ciclo hidrológico local, na cobertura do dossel, na

composição, porte e distribuição das espécies de árvores colonizadas pelos epífitos (TRIANA-MORENO *et al.*, 2003).

#### 4.4 DISTRIBUIÇÃO POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS

A metodologia utilizada para as zonas ecológicas foi considerada suficiente. Desse modo, a curva de rarefação apresentou maior riqueza na região da copa, principalmente na parte interna, corroborando outros estudos (PADILHA *et al.*, 2015; BATAGHIN *et al.*, 2017).

A menor riqueza na base dos troncos pode ser explicada pela menor disponibilidade de área nessa região e pela alta verticalidade dos troncos, não favorecendo o estabelecimento de propágulos provenientes dos epífitos vasculares, além da baixa incidência de luz (TER STEEGE; CORNELISSEN, 1989; CHOMBA *et al.*, 2011).

Ao longo do gradiente vertical, complementando o escrito acima, os estratos inferiores possuem menor incidência luminosa e menor disponibilidade de água no substrato, porém nessa região ocorre maior umidade atmosférica e, dessa forma, espécies sensíveis à dessecação são mais abundantes neste estrato (TER STEEGE; CORNELISSEN, 1989; NIEDER *et al.*, 2000).

As zonas ecológicas constituem vários micro-habitats nos forófitos e a colonização das espécies no dossel é determinante para espécies adaptadas a esse ambiente, como aquelas que possuem tricomas foliares para a absorção da umidade do ar ou pela disposição de folhas em forma de tanque (Bromeliaceae), folhas suculentas, velame nas raízes e estruturas que armazenam água (Orchidaceae) (SMITH *et al.*, 1985; SMITH, 1986; BENZING, 1990; GIVNISH *et al.*, 2011; ZOTZ; WINKLER, 2013). Para Polypodiaceae, destaca-se o gênero *Microgramma* cujas espécies apresentam peculiaridades que concedem vantagens em ambientes com fortes variações microclimáticas, como acontece nas zonas ecológicas. Já as espécies do gênero *Pleopeltis*, em ambientes mais secos, perdem a coloração verde e adquirem aspecto retorcido, porém, com aumento da umidade suas espécies retornam à forma original (DUBUISSON; SCHNEIDER; HENNEQUIN, 2009).

Piperaceae teve preferência nas zonas inferiores do forófito, por serem adaptadas a ambientes sombreados (REITZ, 1983), além de possuírem maior preferência por ambientes com menor luminosidade, próximos ao solo, e maior disponibilidade hídrica (BATAGHIN *et al.*, 2012).

No estudo de Bataghin *et al.* (2017), Polypodiaceae, Cactaceae e Orchidaceae foram as famílias mais abundantes nas zonas intermediárias do forófito. Piperaceae dominou a região mais próxima do solo e espécies do gênero *Tillandsia* tiveram predomínio na região mais alta

do dossel. Nosso estudo apresentou resultado semelhante, porém, Polypodiaceae, Cactaceae e Orchidaceae também foram abundantes na copa externa, podendo ser explicado pelo fato de que no estudo de Bataghin *et al.* (2017), os epífitos foram distribuídos em seis zonas ecológicas (Fuste Baixo, Fuste Médio, Fuste Alto, Base da Copa, Copa Interna e Copa Externa), enquanto que em nosso estudo a copa ficou dividida somente em interna e externa, agregando espécies encontradas na parte intermediária e externa da copa. É importante ressaltar que a riqueza de espécies encontradas no estudo acima citado (25) foi inferior ao encontrado no nosso estudo (122) e que também a pluviosidade média anual foi superior, ocasionando maior disponibilidade hídrica, além de poder contribuir para o maior estabelecimento dessas espécies no dossel.

Houve maior diferença na variação do que na composição de espécies de epífitos, o que se deve ao fato de que o fuste constitui um filtro de habitat muito mais forte, com menos luz e menor variação da posição do substrato, embora com maior umidade (NIEDER *et al.*, 2000). Desse modo, como um número menor de espécies epifíticas podem ocorrer nesse micro-habitat, menor será a variação.

#### 4.5 ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA – DISTRIBUIÇÃO POR ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS

Diâmetro do tronco, persistência e rugosidade do ritidoma dos forófitos podem facilitar a colonização e o estabelecimento dos epífitos. O diâmetro dos forófitos interferem na distribuição dos epífitos vasculares, uma vez que árvores maiores estão disponíveis como hospedeiro por longo período de tempo e possuem área de superfície maior do que árvores menores (FLORES-PALACIOS; GARCÍA-FRANCO, 2006; LAUBE; ZOTZ, 2006; HIRATA; KAMIJO; SAITO, 2009; PADILHA *et al.*, 2015). Quanto a persistência da casca, estudos demonstram que forófitos descamantes são desfavoráveis para a estabilização de epífitos vasculares (FLORES-PALACIOS; GARCÍA-FRANCO, 2006; WYSE; BURNS, 2011). Essa característica pode influenciar a riqueza e abundância das espécies (CALLAWAY *et al.*, 2002), pois epífitos vasculares acabam caindo juntamente com as placas descamantes dos forófitos, ao contrário dos forófitos persistentes que asseguram a fixação e o estabelecimento dos epífitos, proporcionando micro-habitats favoráveis para o seu desenvolvimento (BENZING, 1990; LAUBE; ZOTZ, 2006; TEWARI *et al.*, 2009; CHOMBA *et al.*, 2011).

Por fim, forófitos com ritidoma mais rugoso favorecem a fixação e o crescimento de epífitos devido à maior capacidade de retenção de água (CALLAWAY *et al.*, 2001, 2002; ZOTZ; VOLLRATH, 2003; HIETZ, 2005; HIRATA; KAMIJO; SAITO, 2009; ADHIKARI;

FISCHER; FISCHER, 2012; PADILHA *et al.*, 2015). Isso porque forófitos com maior capacidade de retenção de água tendem a abrigar maior abundância de líquens e briófitas, que são facilitadores para o desenvolvimento e sobrevivência dos epífitos vasculares (BENZING, 1990; CALLAWAY *et al.*, 2001; CASCANTE-MARÍN *et al.*, 2008). Desse modo, a composição dos forófitos pode influenciar diretamente na estrutura da comunidade epifítica (FLORES-PALACIOS; GARCÍA-FRANCO, 2008; BENAVIDES *et al.*, 2011).

Temperatura e precipitação são as variáveis ambientais que mais influenciam a distribuição dos epífitos vasculares na Floresta Atlântica, com maior diferenciação da flora ao longo do eixo norte-sul (LEITMAN *et al.*, 2015). Dessa forma, sugere-se que fatores como temperatura podem variar de acordo com estágio sucessional, influenciadas pela estrutura da vegetação arbórea, gerando efeitos da temperatura em escala local.

Embora os resultados não apresentem uma resposta tão significativa com relação à abertura de dossel (luz) e distribuição vertical de espécies, outros gradientes microclimáticos não avaliados (temperatura e umidade) podem ter resposta mais expressiva ao longo da estratificação vertical do forófito (FREIBERG, 1997; WAGNER; BOGUSCH; ZOTZ, 2013), sendo relatados em outros estudos a falta de correlação entre distribuição de espécies e gradiente de luz (ZOTZ, 1997; ZOTZ; VOLLRATH, 2002; ADHIKARI; FISCHER; FISCHER, 2012).

Outro fator que pode estar fortemente relacionado aos epífitos vasculares é o grau de inclinação da copa do forófito, que pode facilitar a estabilização de espécies epifíticas, já que ramos horizontais facilitam a deposição e fixação de matéria orgânica, melhorando a capacidade de retenção de água, proporcionando um fornecimento de umidade mais contínuo aos epífitos do que a atmosfera de uma casca nua ou vertical, dessa forma, auxiliando a sobrevivência dos epífitos vasculares (BENZING, 1981; NADKARNI; MATELSON, 1991; KRÖMER *et al.*, 2007). Seguindo essa mesma lógica, um ramo com maior inclinação ou vertical recebe menos chuvas e menor acúmulo de água pelo escoamento mais rápido quando comparado a ramos menos inclinados ou horizontais. Dessa forma, o grau de inclinação pode influenciar diretamente, promovendo menor abundância de epífitos em ramos mais verticais, além do escoamento poder interferir na estabilização de propágulos, podendo afetar a fixação dos epífitos pelo deslocamento das sementes (CHOMBA *et al.*, 2011).

Nossos resultados ratificam estas expectativas, uma vez que a Copa Interna abrigou maior riqueza e diversidade de epífitos vasculares (KRÖMER; KRESSLER; GRADSTEIN, 2006; CHOMBA *et al.*, 2011). É nessa região do forófito que iniciam as ramificações, onde se encontra os ramos com maior diâmetro e menos inclinados sustentando a copa da árvore. Além disso, a base dessas ramificações forma um micro-habitat que favorece o desenvolvimento de

epífitos, pois proporciona acúmulo de matéria orgânica e água, oferecendo boa sustentação na copa (SILLET; VAN PELT, 2007; CHOMBA *et al.*, 2011).

As espécies com maior IndVal pertencem às Orchidaceae e Bromeliaceae, ratificando os resultados de Leitman *et al.* (2015), em consonância com as famílias de maior riqueza, sugerindo que a grande diversidade dessas espécies também pode inferir como indicadoras de estágios sucessionais e zonas ecológicas, além de apresentarem várias adaptações fisiológicas que as permitem lidar com déficit hídrico (BEINZING, 1990).

A lista de espécies indicadoras para os estágios sucessionais foi mais extensa do que o encontrado nas zonas ecológicas. A exigência de espécies em situações distintas nos estágios pode ser uma resposta para essa diferença, visto que nas zonas ecológicas a distribuição pode ser próxima e as espécies que ocorrem em mais de um estrato do forófito acabam não alcançando valores significativos para indicadores, já que o grau de fidelidade na frequência dessas espécies é o principal fator para valores altos.

Florestas em estágio médio e avançado apresentam maior probabilidade de diversificar o ritidoma das árvores, oferecendo ambientes distintos que podem abrigar maior riqueza de espécies epífitas (FLORES-PALACIOS; GARCIA-FRANCO, 2006; WAGNER; MENDIETA-LEIVA; ZOTZ, 2015). Entretanto, ritidomas com maior rugosidade tendem a ter influência forte na colonização de espécies epífitas (CALLAWAY *et al.*, 2002). Reforçando as informações citadas, a vantagem de florestas em estágios médios e avançados se dá, principalmente, por abrigarem árvores maiores e estas, por sua vez, oferecerem condições microclimáticas mais diversificadas, potencializando a colonização por uma maior diversidade de epífitos vasculares (FLORES-PALACIOS; GARCÍA-FRANCO, 2006).

As espécies especialistas não encontram condições adequadas em árvores menores (WAGNER; MENDIETA-LEIVA; ZOTZ, 2015), ao passo que as florestas em estágio mais avançados apresentam maior probabilidade de germinação do que em florestas em estágios iniciais, possivelmente devido a presença de briófitas e líquens, que facilitam o desenvolvimento de epífitos (BEINZING, 1990; CASCANTE-MARÍN *et al.*, 2008). Entretanto, a taxa de sobrevivência em florestas mais jovens ocorre inversamente, provavelmente por serem mais abertas, os epífitos podem desenvolver um sistema radicular de ancoragem mais rápido e, conseqüentemente, apresentam maior facilidade para fixação nos forófitos, sendo o sucesso do estabelecimento dos epífitos vasculares significativamente influenciado pelo estágio sucessional da floresta (CASCANTE-MARÍN *et al.*, 2008).

#### 4.6 INDICAÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES PARA RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ALTERADOS

De acordo com Everhart *et al.* (2009) e Ranius *et al.* (2009) forófitos com ritidoma mais liso tendem a abrigar mais bromélias atmosféricas no tronco, enquanto que forófitos com ritidoma mais rugoso e fissurado abrigam mais bromélias atmosféricas nos galhos. Portanto, em áreas iniciais e médias os ritidomas tendem a ter casca áspera e lisa, reforçando o uso das espécies do gênero *Tillandsia* nesses ambientes, principalmente no tronco, que é a região mais baixa do forófito. Embora ritidomas mais ásperos tendam a abrigar mais espécies, isso não parece ocorrer com bromélias atmosféricas, pois essas espécies são capazes de colonizar até fios elétricos (CHAVES; DYONISIO; ROSSATTO, 2016).

Embora muitas espécies tenham preferência por zonas ecológicas, é comum encontrar espécies de habitat generalistas (entre 50 e 80%), que são ecologicamente flexíveis e podem ocorrer em todas as zonas ecológicas (KRÖMER; KRESSLER; GRANDSTEIN, 2007), isto é, podem ocorrer em toda extensão do forófito, mas com abundância diferente entre as zonas ecológicas. Contudo, alguns estudos apontam que espécies epifíticas realocadas possuem maior preferência em galhos (copas) do que em troncos (fustes) (ANDRADE; NOBEL, 1997; SILLET; VAN PELT, 2007; CHOMBA *et al.*, 2011).

Espécies epifíticas de Bromeliaceae se destacam pela grande amplitude ecológica, podendo abrigar uma diversidade de espécies de fauna, sendo facilitadora na recuperação de áreas, atraindo dispersores (PADILHA *et al.*, 2017). As bromélias fornecem cavidades de nidificação e recursos alimentares para vários grupos taxonômicos que as habitam ou ocorrem em torno delas (BENZING, 1990; PAOLETTI *et al.*, 1991; ARMBRUSTER *et al.*, 2002; HOLWERDA *et al.*, 2010; DA ROCHA *et al.*, 2015; BARRANCOS; REID; ARONSON, 2017). Por outro lado, é constatada a influência da umidade como resistência estrutural das áreas em estágios iniciais, evidenciado pela baixa riqueza e frequência de Orchidaceae, Hymenophyllaceae, Dryopteridaceae e Araceae (PADILHA *et al.*, 2017).

Em um estudo de transplante de *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, os resultados da taxa de sobrevivência das espécies transplantadas foram de 76% e de brotação foi de 79%, valores considerados altos visando o uso dessa espécie para enriquecimento de florestas em processo de restauração. Além disso, não houve preferência dos epífitos pelos forófitos, o que pode ser ocasionado pela não seletividade da espécie, não havendo preferências ou restrições a forófitos, o que favoreceu o desenvolvimento nos mais diversos forófitos (DUARTE; GANDOLFI, 2013, 2017). Estes resultados estão próximos aos de Barrancos; Reid; Aronson

(2017) que estudaram a sobrevivência de bromélias-tanque, onde demonstraram sobrevivência entre 65-95%, com média de 75%, indicando a família Bromeliaceae como enriquecedora de áreas em processo de restauração.

Jasper *et al.* (2005) avaliou a sobrevivência de três famílias de epífitos vasculares (Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae), constatando que Orchidaceae apresenta a capacidade de se adaptar ao novo ambiente, formando raízes que auxiliam na fixação às plantas hospedeiras em curto período de tempo, sendo *Capanemia superflua* (100%), *Phymatidium delicatulum* (100%), *Anathallis pabstii* (100%), *Zygostates alleniana* (100%), *Acianthera saundersiana* (88%), *Maxillaria picta* (80%), *Trichocentrum pumilum* (80%) e *Gomesa flexuosa* (79%) as espécies com maior taxa de sobrevivência. Bromeliaceae possui alta taxa de sobrevivência, principalmente pelo formato de suas folhas que facilitam armazenamento de água ou absorção da umidade do ar, com destaque para *Tillandsia usneoides* (500%), *Billbergia nutans* (98,2%), *Aechmea calyculata* (80%), *A. recurvata* (75%) e *T. stricta* (60%). Já Cactaceae, apenas *Lepismium houlettianum* obteve baixa taxa de sobrevivência (33,3%), as demais espécies atingiram valores acima de 73%, destacando *Lepismium cruciforme* (172%), *L. lumbricoides* (150%), *Rhipsalis floccosa* (85,2%), *L. warmingianum* (82%), e *R. teres* (73,3%).

Estudos demonstram que o desenvolvimento natural de epífitos vasculares em áreas em processo de recuperação é extremamente lento. Garcia *et al.* (2016) relataram que mesmo após 23 anos, essas áreas podem não conter nenhuma espécie epifítica e outras áreas com mais de 35 anos também não registraram espécies (WOODS; DeWALT, 2013). No estudo de Duarte; Gandolfi (2017) foram utilizadas seis espécies epifíticas para enriquecer duas áreas em processo de restauração, sendo 30 indivíduos de cada. As espécies utilizadas foram *Aechmea bromeliifolia*, *Tillandsia pohliana* (Bromeliaceae), *Lepismium cruciforme*, *Rhipsalis floccosa* (Cactaceae), *Catasetum fimbriatum* e *Rodriguezia decora* (Orchidaceae). Um ano após o transplante das espécies, as taxas de sobrevivência variaram entre 55,2 a 89,7% entre espécies em uma das áreas e entre 63,3 a 100% em outra. Deste modo, há indícios da possibilidade de epífitos vasculares estabelecerem suas populações a longo prazo.

O desenvolvimento pode sofrer variação entre espécies. Estudos que visem a analisar a sobrevivência de mais espécies são necessários para avaliar a efetividade do enriquecimento nas áreas em processo de restauração (CASTANTE-MARIN *et al.*, 2009; DUARTE; GANDOLFI, 2017), visto que o crescimento pode variar muito ao longo do tempo (ZOTZ, 2005) e em diferentes espécies (WINKLER *et al.*, 2007). Portanto, estudos que promovam o uso de epífitos em áreas que estão em processo de restauração ainda são escassos (JASPER *et al.*, 2005; BARRANCOS; REID; ARONSON, 2017; DUARTE; GANDOLFI, 2017),

sugerindo, conseqüentemente, pesquisas que avaliem a sobrevivência de espécies epifíticas, preferencialmente com maior Índice de Valor de Importância.

Indivíduos mais jovens que foram transplantados apresentaram maiores chances de sobrevivência, entretanto, é importante a presença de indivíduos maiores e adultos para as áreas em restauração, pois, quando transplantados, há maior probabilidade desses indivíduos entrarem na fase reprodutiva em menor espaço de tempo, proporcionando diásporos para a floresta (JASPER *et al.*, 2005).

É importante levar em consideração o período de realocação dos epífitos vasculares, uma vez que o pico de fixação aos forófitos ocorre nos períodos chuvosos, pois epífitos dependem da precipitação e da deposição de nutrientes, sendo observado uma diferença considerável entre as estações seca e chuvosa (BENZING, 2004; DENG *et al.*, 2008).

Em um estudo sobre risco de extinção de angiospermas da Floresta Atlântica brasileira, os epífitos vasculares foram o grupo mais predisposto à extinção, tendo como preditores mais significativos a extensão de ocorrência das espécies e a área de ocupação (LEÃO *et al.*, 2014). Na floresta tropical em Cingapura, os epífitos vasculares foram a forma de vida mais susceptível à extinção por distúrbios florestais, podendo ter sua população reduzida em áreas fragmentadas (SAUNDERS *et al.*, 1991; TURNER *et al.*, 1994; SODHI, 2008). Portanto, a fragmentação das florestas tropicais pode apresentar um efeito ainda maior sobre a diversidade de epífitos vasculares, uma vez que essas áreas abrigariam maior número de espécies epifíticas suscetíveis (TURNER *et al.*, 1994), além de que fatores como perda de forófitos preferidos (árvores grandes), mudanças microclimáticas causadas pela fragmentação e superexploração comercial podem contribuir para a extinção de epífitos vasculares (SODHI *et al.*, 2008).

Áreas em processo de restauração podem sofrer com a ausência de colonização de epífitos vasculares, uma vez que essas áreas podem estar distantes de fonte de propágulos, dificultando a presença de espécies e enriquecer essas áreas com epífitos é um meio eficaz para superar a limitação da dispersão epifítica (MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; CASCANTE-MARÍN *et al.*, 2009; REID *et al.*, 2016).

O uso de epífitos vasculares proporciona enriquecimento de florestas em restauração, podendo ser considerado um investimento de curto prazo, porém os resultados podem ser a longo prazo (DUARTE; GANDOLFI, 2017), além de ser relativamente de baixo custo e com impacto mínimo nas populações de origem, caso plantas caídas sejam usadas (REID *et al.*, 2016). A presença de epífitos vasculares pode proporcionar micro-habitats, alimento e água, atraindo a fauna dispersora, podendo acelerar o processo de restauração (CESTARI, 2009; PADILHA *et al.*, 2015) duplicando a abundância e riqueza de artrópodes em áreas com

realocação de epífitos (nesse caso Bromeliaceae), chegando a registrar 23 vezes mais abundância do que em áreas sem a presença de epífitos vasculares (ANGELINI; SILLIMAN, 2014; BARRANCOS; REID; ARONSON, 2017).

Áreas que serão suprimidas podem oferecer grande abundância de epífitos vasculares que, por sua vez, poderiam ser realocados para áreas em processo de restauração, podendo amenizar os impactos ambientais, oportunizando a recolonização de epífitos vasculares em outras áreas (TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008; BARRANCOS; REID; ARONSON, 2017; DUARTE; GANDOLFI, 2017). Dessa forma, é sugerido nesse estudo que o aproveitamento de epífitos vasculares seja utilizado como medida mitigadora, a fim de minimizar a degradação ambiental, proporcionando enriquecimento das florestas em processo de restauração.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente número de publicações sobre o epifitismo vascular no Brasil demonstra um crescimento do interesse científico e do aporte de recursos para subsidiar as pesquisas sobre o tema. Pela análise realizada constatou-se que as investigações relacionadas à ecologia do epifitismo vascular, como principal objeto de estudo, foram as mais enfatizadas e que muitos autores produzem pouco, demonstrando que existem poucos autores que tratam epifitismo vascular como tema recorrente em seus grupos de pesquisa. As regiões Sudeste e Sul acumularam a maior parte das publicações, o que demonstra progressiva preocupação com a conservação da Floresta Atlântica. Além disso, estudos que tratem de “Produção e uso” e “Propriedades bioquímicas e nutricionais” são escassos, podendo ser mais bem explorados em trabalhos futuros sobre epifitismo vascular. Portanto, embora haja crescimento no número de publicações sobre epifitismo vascular, as informações existentes são enviesadas regionalmente, por grupos de pesquisa e por assuntos, de forma que há muito o que descobrir sobre esse grupo de plantas.

A riqueza específica registrada no levantamento florístico de epífitos (167 spp.), com 73% destas também amostradas no levantamento fitossociológico, aponta para uma grande representatividade de espécies não-arbóreas na diversidade de comunidades vegetais da região. Porém, esta representatividade ainda não se reflete em estudos recorrentes sobre epífitos na Floresta Atlântica, apontando para uma importante lacuna de conhecimento.

Ademais, a riqueza de espécies encontrada foi alta em relação a outros estudos florísticos realizados com o grupo no sul do Brasil, assim como os valores de índice de diversidade e de equabilidade. O valor do índice de diversidade foi o maior registrado no sul do Brasil.

Entre as categorias ecológicas, a maioria das espécies foram categorizadas como holoepífitos verdadeiros, que é caracterizado pelo grupo mais comum encontrado em estudos no Brasil e em quase todo mundo. As espécies entomófilas ocorrem com maior frequência, estando Orchidaceae, Piperaceae e Araceae entre as famílias que contribuíram com maior número de espécies polinizadas por insetos, enquanto que Bromeliaceae foi a família que mais contribuiu para Ornitofilia, que foi a segunda mais frequente. No que se refere à dispersão, o vento é o principal agente dispersor, uma vez que diásporos plumosos são dispersos naturalmente, enquanto que espécies zoocóricas são mais sensíveis e vulneráveis, necessitando de condições favoráveis para atrair animais dispersores.

As sete espécies com maiores valores de importância epifítica (VIe) acumularam juntas aproximadamente 30% desses valores, sendo 70% distribuídas para as demais espécies (115). A espécie com maior VIe foi *Microgramma squamulosa*, caracterizada pela elevada amplitude ecológica, proporcionando a capacidade de sobreviver em uma variedade de condições ambientes. Bromeliaceae foi a família que apresentou maior sucesso, principalmente pela sua amplitude ecológica que torna um grupo contendo muitas espécies-chave pela associação com uma grande diversidade de fauna, especialmente dispersores, além de possuírem várias adaptações fisiológicas que as permitem lidar com déficit hídrico.

De modo geral, a composição de espécies variou conforme o estágio sucessional da floresta e com relação aos micro-habitats determinados pela estrutura vertical dos forófitos. A estrutura horizontal (estágios sucessionais) resultou em diferença na composição de espécies, que deve estar relacionada principalmente com variação em fatores abióticos (luz, umidade, temperatura e qualidade do substrato) associada com os diferentes estágios. Além disso, o menor tempo para a colonização e menor proximidade de fragmentos-fonte de propágulos podem ter contribuído para um menor número de espécies nos estágios iniciais de sucessão. Sendo assim, a diversidade de espécies está fortemente relacionada ao grau de conservação das florestas, visto que áreas mais conservadas detêm maior diversidade de epífitos vasculares.

A estrutura vertical (micro-habitats) demonstrou forte relação na distribuição das espécies ao longo do gradiente de estratificação do forófito. Outro fator que pode estar fortemente relacionado com a distribuição dos epífitos vasculares é a arquitetura da copa do forófito, que pode facilitar ou dificultar a estabilização de epífitos, uma vez que ramos mais horizontais facilitam o desenvolvimento do epifitismo. A composição de espécies nos diferentes micro-habitats demonstrou maior preferência das espécies pela copa interna, visto que nessa região os galhos são menos inclinados e com maior diâmetro, favorecendo a colonização dos epífitos vasculares. A variação de espécies foi maior, principalmente pelo filtro de habitat que ocorreu no fuste, com menos luz e menor variação da posição do substrato, abrigando menor número de espécies. Outros gradientes microclimáticos como temperatura e umidade podem ainda estar relacionados a essa diferenciação vertical de composição, mas não foram avaliados.

Por fim, o uso de espécies epifíticas em áreas que se encontram em processos de restauração é uma forma de acelerar a sucessão, principalmente pelo enriquecimento das florestas e pela sobrevivência de espécies epifíticas realocadas.

Sugere-se o aproveitamento de epífitos vasculares provenientes de áreas que serão suprimidas, podendo ser realocadas para áreas em processo de restauração, amenizando os

impactos ambientais e oportunizando a sobrevivência das espécies e minimizando a degradação ambiental.

Pesquisas futuras podem incluir estudos que supram a escassez de conhecimento na relação entre epífitos vasculares e florestas em processo de restauração, principalmente em relação à sobrevivência a longo prazo e às áreas em diferentes estágios sucessionais, fortalecendo o conhecimento sobre o enriquecimento epifítico.

Nossos dados demonstraram que existem questões subjacentes que geram uma relação previsível entre os resultados encontrados para riqueza de espécies (curvas), diferenças de composição de espécies (dbRDA) e associação das espécies com estágios (IndVal). Sugere-se que o tempo de colonização pode explicar tanto a maior riqueza de espécies, quanto associações espécies-ambiente. No estágio inicial, houve menor tempo para colonização, resultando em menor riqueza, e a ausência de espécies com maior capacidade de dispersão ou crescimento mais lento. Pode-se pensar o mesmo para mudanças ambientais que atuam como um filtro: se áreas iniciais são menos úmidas, isso pode restringir a riqueza e gerar uma pressão seletiva para que nessas haja espécies diferentes do que em áreas mais úmidas. Dessa forma, podemos concluir que boa parte dos mecanismos que explicam diferenças de riqueza, explicam também diferenças de composição ou, de forma mais teórica, que os estágios de sucessão afetam tanto a diversidade alfa quanto a diversidade beta das comunidades de epífitos.

A ecologia dos epífitos vasculares é uma complexidade de fatores abióticos e bióticos envolvidos e que fazem o estudo do epifitismo ser um grupo admirável para ser estudado. Desse modo, a presente tese poderá contribuir para o conhecimento sobre esse grupo de plantas no sul de Santa Catarina. Espera-se que esse estudo contribua para conservação de seus habitats naturais, a fim de manter a biodiversidade, visto o grande número de espécies com baixa frequência em áreas avançadas.

## REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, Y. P.; FISCHER, H. S.; FISCHER, A. Host tree utilization by epiphytic orchids in different land-use intensities in Kathmandu Valley, Nepal. **Plant Ecology**, v. 213, p. 1393-1412, 2012.
- ANDRADE, J. L.; NOBEL, P. S. Micro-habitats and water relations of epiphytic cacti and ferns in a lowland neotropical forest. **Biotropica**, v. 29, p. 261–270, 1997.
- ANGELINI, C.; SILLIMAN, B. R. Secondary foundation species as drivers of trophic and functional diversity: evidence from a tree–epiphyte system. **Ecology**, v. 95, p.185–196, 2014.
- AGUIAR, L.W. *et al.* Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, série Botânica, v.28, p.55-93, 1981.
- AGUILAR-RODRIGUEZ, P. A. *et al.* From dusk till dawn: nocturnal and diurnal pollination in the epiphyte *Tillandsia heterophylla* (Bromeliaceae). **Plant Ecology**, v. 28, n. 1, p. 37-45, 2016.
- ALMEIDA, T. E. **Estudos sistemáticos e filogenéticos no gênero *Microgramma* C.Presl (Polypodiaceae-Polypodiopsida), Belo Horizonte, MG.** 2014. 175 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- APG, IV (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20, 2016.
- ARCHAMBAULT, E. *et al.* Comparing Bibliometric Statistics Obtained From the Web of Science and Scopus. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 60, n. 7, p. 1320-1326, 2009.
- ARMBRUSTER, P.; HUTCHINSON, R. A.; COTGRAVE, P. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. **Oikos**, v. 96, p. 225–234, 2002.
- AZEREDO, T. E. V.; CITADINI-ZANETTE, V. Aspectos florísticos, taxonômicos e ecológicos de bromélias da Mata Atlântica do sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 4, p. 20-43, 2012.
- BACK, A. J. Caracterização Climática. *In*: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar.** Curitiba: Juruá, 2009. p. 17-33.
- BARBOSA, M. D. *et al.* Vascular epiphytes of the Atlantic Forest in the Sinos River basin, state of Rio Grande do Sul, Brazil: richness, floristic composition and community structure, **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 2, p. 25-35, 2015.

BARBOSA, L. M. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo**. São Paulo: IMESP, 2017. 344 p.

BARRANCOS, E. P. F.; REID, J. L.; ARONSON, J. Tank bromeliad transplants as an enrichment strategy in southern Costa Rica. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 569-576, 2017.

BARTHLOTT, W. *et al.* Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant Ecology**, v. 152, p.145-156, 2001.

BATAGHIN, F. A. *et al.* Riqueza e estratificação vertical de epífitas vasculares na Estação Ecológica de Jataí: área de Cerrado no Sudeste do Brasil. **Hoehnea**, v. 39, p. 615-626, 2012.

BATAGHIN, F. A. *et al.* Epífitas vasculares da Estação Ecológica Barreiro Rico, Anhembi, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 44, n. 2, p. 172-183, 2017.

BAUER, D.; WAECHTER, J. L. Sinopse taxonômica de Cactaceae epífitas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 225-239, 2006.

BELLOTTO, A. *et al.* Inserção de outras formas de vida no processo de restauração. *In*: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 55-61.

BENZING, D. H. Bromeliad trichomes: structure, function and ecological significance. **Selbyana**, v. 1, p. 331-349, 1976.

BENZING, D. H. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. **Selbyana**, v. 16, p. 159-168, 1995.

BENZING, D. H. **Vascular Epiphytes**. New York: Cambridge University Press, 1990. 354 p.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae**: profile of an adaptative radiation. New York: Cambridge University Press, 1990. 675 p.

BENZING, D. H. The vegetative basis of vascular epiphytism. **Selbyana**, v. 9, p. 23-43, 1986.

BENZING, D.H. Vascular epiphytism: Taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 182-204, 1987.

BENZING, D.H. 2004. Vascular epiphytes. *In*: LOWMAN, M., RINKER, B. (Ed.). **Forest Canopies**. 2. ed. Boston: Elsevier, 2004. p. 175-211.

BERGAMIN, R. S.; MULLER, S.; MELLO, R. S. P. Indicator species and floristic patterns in different forest formations in southern Atlantic rainforest of Brasil. **Community Ecology**, v. 13, p. 162-170, 2012.

BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

- BIANCHI, J. S.; KERSTEN, R. A. Edge effect on vascular epiphytes in a subtropical Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 120-126, 2014.
- BOELTER, C. R. *et al.* A tangled web in tropical tree-tops: effects of edaphic variation, neighbourhood phorophyte composition and bark characteristics on epiphytes in a central Amazonian forest. **Journal Vegetation Science**, v. 25, n. 4, p. 1090-1099, 2014.
- BOELTER, C. R.; ZARTMAN, C. E.; FONSECA, C. R. Exotic tree monocultures play a limited role in the conservation of Atlantic Forest epiphytes. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 6, p. 1255-1272, 2011.
- BONNELL, B. Trends in research and collaboration in the Canadian Model Forest Network, 1993–2010. **The Forestry Chronicle**, v. 88, n. 3, p. 274-282, 2012.
- BONNET, A. *et al.* Flora epifítica vascular em três unidades vegetacionais do Rio Tigabi, Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 3, p. 491-498, 2011.
- BORGO, M.; SILVA, S. M. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 26, p. 391-401, 2003.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3. ed. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods deciduous for general ecology**. 2. ed. Iowa: WCB Publishers, 1977. 226 p.
- BULLOCK, R.; LAWLER, J. Community forestry research in Canada: A bibliometric perspective. **Forest Policy and Economics**, v. 59, p. 47-55, 2015.
- BURNS, K. C.; ZOTZ, G. A hierarchical framework for investigating epiphyte assemblages: networks, meta-communities, and scale. **Ecology**, v. 91, n. 2, p. 377-385, 2010.
- BUZATTO, C. R.; AIMI SEVERO, B. M.; WAECHTER, J. L. Floristic composition and ecological distribution of vascular epiphytes in the National Forest of Passo Fundo, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 231-239, 2008.
- CABRAL, J. S. *et al.* Branchfall as a Demographic Filter for Epiphyte Communities: Lessons from Forest Floor-Based Sampling. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 1-19, 2015.
- CABRAL, P. R. M.; PANSARIN, E. R. Biologia reprodutiva de *Campylocentrum micranthum* (Orchidaceae, Angraecinae). **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 379-386, 2016.
- CAIAFA, A.; MARTINS, F. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 2597-2618, 2010.
- CAGLIONI, E. *et al.* Epífitos vasculares predominantes em zonas ecológicas de forófitos, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 28-42, 2012.
- CAIN, M. L.; MILLIGAN, B. G.; STRAND, A. E. Longdistance seed dispersal in plant populations. **American Journal of Botany**, n. 87, p. 1217-1227, 2000.

- CALLAWAY, R. M. *et al.* Effects of epiphytic lichens on host preference of the vascular epiphyte *Tillandsia usneoides*. **Oikos**, v. 34, p. 433-441, 2001.
- CALLAWAY, R. M. *et al.* Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. **Oecologia**, v. 132, p. 221-230, 2002.
- CASCANTE-MARÍN, A. *et al.* Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. **Basic and Applied Ecology**, v. 7, p. 520-532, 2006.
- CASCANTE-MARÍN, A. *et al.* Establishment of Epiphytic Bromeliads in Successional Tropical Premontane Forests in Costa Rica. **Biotropica**, v. 40, n. 4, p. 441-448, 2008.
- CASCANTE-MARÍN, A. *et al.* Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, p. 63-73, 2009.
- CASTRO, R. A.; FABRICANTE, J. R.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. The importance of the palm *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. for the conservation of species richness and diversity of vascular epiphytes in the caatinga. **Revista Árvore**, v. 40, n. 1, p. 1-12, 2016.
- CERVI, A. C.; BORGO, M. Epífitos vasculares no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Brasil). Levantamento preliminar. **Fontqueria**, v. 55, n. 51, p. 415-422, 2007.
- CESTARI, C. Epiphyte plants use by birds in Brazil. **Oecologia Australis**, v. 13, p. 689-712, 2009.
- CHAO, A. *et al.* Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, v. 84, n. 1, p. 45-67, 2014.
- CHAVES, C. J. N.; DYONISIO, J. C.; ROSSATTO, D. R. Host trait combinations drive abundance and canopy distribution of atmospheric bromeliad assemblages. **Journal of Plant Sciences**, v. 8, p. 1-13, 2016.
- CHOMBA, C. *et al.* The influence of host tree morphology and stem size on epiphyte biomass distribution in Lusenga Plains National Park, Zambia. **Journal of Ecology and Natural Environment**, v. 3, n. 12, p. 370-380, 2011.
- CLARK, D. B. Abolishing virginity. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 5, p. 735-739, 1996.
- COUTO, D. R. *et al.* Vascular epiphytes on *Pseudobombax* (Malvaceae) in rocky outcrops (inselbergs) in Brazilian Atlantic Rainforest: Basis for conservation of a threatened ecosystem. **Rodriguésia**, v. 67, n. 3, p. 582-601, 2016.
- COUTO, D. R. *et al.* Vascular epiphytes in seasonal semideciduous forest in the state of Espírito Santo and the similarity with other seasonal forests in Eastern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 38, n. 2, p. 169-177, 2016.
- DAROCHA, W. D. *et al.* How does bromeliad distribution structure the arboreal ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) on a single tree in a Brazilian Atlantic forest agroecosystem? **Myrmecological News**, v. 21, p. 83-92, 2015.

- DENG, F.; ZANG, R.; CHEN, B. Identification of functional groups in an oldgrowth tropical montane rain forest on Hainan Island, China. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 1820-1830, 2008.
- DETTKE, G. A.; ORFRINI, A. C.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 859-872, 2008.
- DING, Y. *et al.* Distribution of vascular epiphytes along a tropical elevational gradient: disentangling abiotic and biotic determinants. **Scientific Reports**, v. 6, p. 1-11, 2016.
- DISLICH, R.; MANTOVANI, W. Vascular epiphyte assemblages in a Brazilian Atlantic Forest fragment: investigating the effect of host tree features. **Plant Ecology**, v. 217, p. 1-12, 2016.
- DISLICH, R. **Florística e estrutura do componente epifítico vascular na mata da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”**, São Paulo, SP. 1996. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- DITTRICH, V. A. O.; KOZERA, C.; SILVA, S. M. Levantamento Florístico dos epífitos vasculares do Parque Barigui, Curitiba, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, n. 54, p. 11-21, 1999.
- DITTRICH, V. A. O.; WAECHTER, J. L.; SALINO, A. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 519-525, 2005.
- DUARTE, M. M.; GANDOLFI, S. Enriquecimento de florestas em processo de restauração: aspectos de epífitas e forófitos que podem ser considerados. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 507-514, 2013.
- DUARTE, M.; GANDOLFI, S. Diversifying growth forms in tropical forest restoration: Enrichment with vascular epiphytes. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 89-98, 2017.
- DUBUISSON, J. Y.; SCHNEIDER, H.; HENNEQUIN, S. Epiphytism in ferns: diversity and history. **Comptes Rendus Biologies**, v. 332, p. 120-128, 2009.
- DURIGAN, G. *et al.* Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, p.471-485, 2010.
- ELIAS, G. A. *et al.* Arecaceae: Análise bibliométrica das espécies nativas do Estado de Santa Catarina. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 85-92, 2015.
- EPAGRI; CIRAM. Empresa de Pesquisas Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura; Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Dados e informações bibliográficas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense – UPR 8**. Florianópolis: EPAGRI, 2001.

- EVERHART, S. E.; ELY, J. S.; KELLER, H. W. Evaluation of tree canopy epiphytes and bark characteristics associated with the presence of corticolous myxomycetes. **Botany**, v. 87, p. 509-517, 2009
- FAO. Guidelines for the management of tropical forests. **FAO Forestry Paper**, 1998. 307 p.
- FERREIRA, G. E.; CHAUTEMS, A.; WAECHTER, J. L. Taxonomy of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) in Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 29, n. 3, p. 310-326, 2015.
- FISCHER, E. A.; ARAÚJO, A. C. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic Rainforest, southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 550-567, 1995.
- FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 21 nov. 2018.
- FLORES-PALACIOS, A.; GARCÍA-FRANCO, J. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, p. 191-207, 2006.
- FONTOURA, T. Bromeliaceae e outras epífitas – estratificação e recursos disponíveis para animais da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. **Bromélia**, v. 6, p. 33-39, 2001.
- FRAZER, G. W., CANHAM, C. D., LERTZMAN, K. P. **Gap Light Analyzer (GLA)**: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Burnaby: Simon Fraser University/ Institute of Ecosystem Studies, 1999. 40 p.
- FREITAS, L. *et al.* A comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. **PhytoKeys**, v. 58, p. 65-79, 2016.
- FREIBERG, M. Spatial and temporal pattern of temperature and humidity of a tropical premontane rain forest tree in Costa Rica. **Selbyana**, v. 18, p. 77-84, 1997.
- FRODIN, D. G. History and concepts of big plant genera. **Taxon**, v. 53, n. 3, p. 753-776, 2004.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica 2014-2015**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- FURTADO, S. G.; MENINI-NETO, L. Vascular epiphytic flora of a high montane environment of brazilian atlantic forest: Composition and floristic relationships with other ombrophilous forests. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 3, p. 422-436, 2016.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. *In*: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Conservação Internacional, 2005. p. 3-12.

- GARCIA, L. C. *et al.* Changes in vegetation along restoration time: Influence of composition and diversity of planted trees on natural regeneration. *In: WHISENANT, S. 4th World Conference on Ecological Restoration*, Mérida, 2011. p. 81-82.
- GARCIA, L. C. *et al.* Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in high-diversity forests? *Applied Vegetation Science*, v. 19, p. 655-666, 2016.
- GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Saint Louis, v. 74, p. 205-233, 1987.
- GERALDINO, H. C. L.; CAXAMBÚ, M. G.; SOUZA, D. C. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, n. 2, p. 469-482, 2010.
- GIVNISH, T. J. *et al.* Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American Journal of Botany*, v. 98, n. 5, p. 1-24, 2011.
- GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. Floristic composition and community structure of vascular epiphytes in a gallery forest of the Central Depression of Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 27, n. 3, 563-572, 2004.
- GIVNISH, T. J. *et al.* Phylogeny, adaptive radiations, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from ndhF sequence data. *A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*, v. 23, n. 1, p. 3-26, 2007.
- GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 89-100, 2003.
- GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p. 429-441, 2002.
- GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ, W. Development and distribution of the epiphytic flora in an Amazonian savanna in Brazil. *Flora*, v. 188, p. 145-151, 1993.
- GOVAERTS, R. *et al.* **World checklist of Orchidaceae**. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. 2017. Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/>. Acesso em: 23 set. 2017.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. **PAST**: Paleontological statistics, versão 3.14, 2016.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.
- HAGSÁTER, E.; SOTO-ARENAS, M. A. Epidendrum L. *In: PRIDGEON, A. M. et al. Genera Orchidacearum*. Oxford: Oxford University Press, v.4, 2005. 672 p.
- HAINES, A. **The families Huperziaceae and Lycopodiaceae in New England**. Bowdoin: V. F. THOMAS, 2003. 100 p.

- HEFLER, S. M.; FAUSTIONI, P. Levantamento florístico de epífitos vasculares do Bosque São Cristóvão, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Estudos de Biologia**, v. 26, n. 54, p. 11-19, 2004.
- HERNÁNDEZ-ROSAS, J.I. Ocupación de los portadores por epifitas vasculares en un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Edo, Amazonas, Venezuela. **Acta Científica Venezolana**, v. 52, p. 292-303, 2001.
- HIETZ, P. Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 767-775, 1997.
- HIETZ, P. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. **Pure and Applied Chemistry**, v. 70, n. 11, 1999.
- HIETZ, P. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. **Conservation Biology**, v. 19, p. 391-399, 2005.
- HIRATA, A.; KAMIJO, T.; SAITO, S. Host trait preferences and distribution of vascular epiphytes in a warm-temperate forest. **Plant Ecology**, v. 201, p. 247-254, 2009.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.
- HOLWERDA, F. *et al.* Rainfall and cloud water interception in mature and secondary lower montane cloud forests of central Veracruz, Mexico. **Journal of Hydrology**, v. 384, p. 84-96, 2010.
- IESB. Instituto de Estudos Sócioambientais do Sul da Bahia. Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília: **IESB** (Relatório final), 2007. 84 p.
- JASPER, A. *et al.* Metodologia de salvamento de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae na pequena central hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta, São José do Herval/Putinga/RS, Brasil. **Pesquisas Botânica**, v. 56, p. 265-284, 2005.
- KERSTEN, R. A. **Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. 2006. 231 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- KERSTEN, R. A. Epífitas vasculares: Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 9-38, 2010.
- KERSTEN, R. A.; KUNIYOSHI, Y. S. Conservação das florestas na Bacia do alto Iguaçu, Paraná: Avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. **Revista Floresta**, v. 39, n. 1, p. 51-66, 2009.
- KERSTEN, R. A.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. Vascular epiphytes of two nearby riverside forests, Iguacu River Basin, Parana. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 33-43, 2009.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 213-226, 2001.

- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 259-267, 2002.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 54, n. 3, p. 935-942, 2006.
- KERSTEN, R. A.; WAECHTER, J. L. Métodos quantitativos no estudo de comunidades epifíticas. In: FELFILI-FAGG, J. M. *et al.* (Ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 231-254.
- KÖSTER, N.; NIEDER, J. BARTHLOTT, W. Effect of host tree traits on epiphyte diversity in natural and anthropogenic habitats in Ecuador. **Biotropica**, v. 43, n. 6, p. 685-994, 2011.
- KRÖMER, T.; KESSLER, M.; GRADSTEIN, S. R. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. **Plant Ecology**, v. 189, p. 261-278, 2007.
- LAUBE, S.; ZOTZ, G. Neither host-specific nor random: vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian lowland forest. **Annals of Botany**, v. 97, p. 1103-1114, 2006.
- LAWANI, S. M. Bibliometrics: its theoretical foundations, methods, and applications. **Libri**, v. 31, n. 4, p. 294-315, 1981.
- LEÃO, T. C. C. *et al.* Predicting extinction risk of Brazilian Atlantic Forest angiosperms. **Conservation Biology**, v. 28, n. 5, p. 1349-1359, 2014.
- LEIMBECK, R. M.; BALSLEV, H. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 1579-1593, 2001.
- LEITMAN, P. *et al.* Floristic patterns of epiphytes in the Brazilian Atlantic Forest, a biodiversity hotspot. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 587-601, 2015.
- LEGENDRE, P.; ANDERSON, M. J. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. **Ecological Monographs**, v. 69, p. 1-24, 1999.
- LEÓN, B. **A taxonomic revision of the fern Genus *Campyloneurum* (Polypodiaceae)**. 1993. 118 f. Tese (Doutrado em Botânica Sistemática) - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 1993.
- LONE, A. B. *et al.* Physical characterization of *Rhipsalis* (Cactaceae) fruits and seeds germination in different temperatures and light regimes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 2, p. 367-373, 2016.
- LOTKA, A. J. The frequency distribution of scientific productivity. **Journal of the Washington, Academy of Sciences**, v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926.
- LÜTTGE, U. Vascular epiphytes: Setting the scene. In: LÜTTGE, U. (Ed.). **Vascular plants as epiphytes: Evolution and Ecophysiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. p. 1-12.

- MACHADO, L. S.; GONZATTI, F.; WINDISCH, P. G. Epiphytic ferns in swamp forest remnants of the coastal plain of southern Brazil: latitudinal effects on the plant community. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 4, p. 644-657, 2016.
- MADISON, M. Vascular epiphytes: The systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v. 2, p. 1-13, 1977.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 256 p.
- MALLMANN, I. T.; SCHMITT, J. L. Richness and floristic composition of the fern community in Riparian Forest of The River 'Cadeia', in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 97-109, 2014.
- MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. *In*: RIBEIRO, W. C. (Ed.). **Patrimônio ambiental brasileiro**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2003. p. 367-439.
- MARCUSSO, G. M.; MONTEIRO, R. Floristic composition of vascular epiphytes in two phytogeographical regions in Botucatu, São Paulo, Brazil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 3, p. 553-569, 2016.
- MARTINELLI, G. C. M. *et al.* Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: Lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59, p. 209-258, 2008.
- MCARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, v. 82, p. 290-297, 2001.
- MELLO, M. P.; PETERNELLI, L. A. **Conhecendo o R: uma visão mais que estatística**. Viçosa: UFV; 2013. 222 p.
- MENINI-NETO, L. *et al.* Biogeography of epiphytic Angiosperms in the Brazilian Atlantic Forest, a world biodiversity hotspot. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, p. 261-273, 2016.
- MÉNDEZ, J. L. A. *et al.* Aportes al conocimiento de las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae) en dos tipos de vegetación del Municipio de Pánuco, Veracruz, México. **Revista UDO Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 160-174, 2007.
- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological applications**, v. 10, p. 1147-1161, 2000.
- MONDRAGON, D.; CALVO-IRABIEN, L. M. Seed dispersal and germination of the epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in a tropical dry forest, Mexico. **The Southwestern Naturalist**, v. 51, p. 462-470, 2006.
- MONDRAGÓN, D.; VALVERDE, T.; HERNÁNDEZ-APOLINAR, M. Population ecology of epiphytes angiosperms: A review. **Tropical Ecology**, v. 56, n. 1, p. 1-39, 2015.
- MORAES, C. P. *et al.* Desenvolvimento In Vitro de *Cattleya tigrina* A. Richard (Orchidaceae) utilizando fertilizantes comerciais. **Ensaio e Ciência**, v. 13, n. 2, 2009.

MUDAPPA, D.; RAMAN, T. R. S. Rainforest Restoration: A Guide to Principles and Practice. **Nature Conservation Foundation**, Mysore, 2010. 52 p.

MUELLER-DOMBOIS, D; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. 2. ed. New Jersey: The Blackburn press, 2002. 547 p.

MUGNAINI, R. **Caminhos para adequação da avaliação da produção científica brasileira: impacto nacional versus internacional**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NADKARNI, N. M. Canopy Root: convergent evolution in rainforest nutrient cycle. **Science**, v. 214, p. 1023-1024, 1981

NADKARNI, N. M. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. **Biotropica**, v. 16, p. 249-256, 1984.

NADKARNI, N. M.; MATELSON, T. J. Fine litter dynamics within the tree canopy of a tropical cloud forest. **Ecology**, v. 72, p. 2071–2082, 1991.

NEGRELLE, R. R. B. The Atlantic Forest in the Volta Velha Reserve: a tropical rain forest site outside the tropics. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p. 887-919, 2002.

NIEDER, J., IBISCH, P. L.; BARTHLOTT, W. Biodiversidad de epifitas: una cuestion de escala. **Revista del Jardín Botánico Nacional**, v. 17, n. 18, p. 12-13, 1996.

NIEDER, J. *et al.* Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. **Biotropica**, v. 32, p. 385-396, 2000.

NIEDER, J.; PROSPERÍ, J.; MICHALOUD, G. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. **Plant Ecology**, v. 153, p. 51-63, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brasil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4. p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA, C. P. L. O arborismo como apoio aos estudos da flora epifítica no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina–IFFSC: Etapa Floresta Ombrófila Densa. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 89-103, 2012.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Componente epifítico vascular de um Fragmento Florestal Urbano, município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 33-44, 2013.

OLLGAARD, B. Nomenclatural changes in Brazilian Lycopodiaceae. *Rodriguésia*, v. 63, n. 2, p. 479-482, 2012.

- ORIHUELA, R. L. L.; WAECHTER, J. L. Host size and abundance of hemiepiphytes in a subtropical stand of Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, p. 119-122, 2010.
- PADILHA, P. T. *et al.* Comunidade epifítica vascular do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 64-78, 2015.
- PADILHA, P. T. *et al.* Vascular epiphytes respond to successional stages and micro-habitat variations in a subtropical forest in southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 3, p. 1-9, 2017.
- PAOLETTI, M. G. *et al.* Diversity of soil fauna in the canopy and forest floor of a Venezuelan cloud forest. **J. Trop. Ecol.**, v. 7, p. 373-383, 1991.
- PERES, C. A. Diet and feeding ecology of saddle-back (*Saguinus fuscicollis*) and moustached (*Saguinus mystax*) tamarins in an amazonian terra firme forest. **Journal Zoology**, v. 230, p. 567-592, 1993.
- PINTO, L. P. *et al.* Mata Atlântica Brasileira: Os desafios para conservação da Biodiversidade de um *Hotspot* mundial. In: ROCHA, C. F. D. *et al.* **Biologia da Conservação: Essências**. 2. ed. São Paulo: RIMA, 2006. p. 71-96.
- QUEIROZ, G. A.; GUIMARÃOS, E. F.; BARROS, A. A. M. The genus *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) na Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 1, n. 2, p. 5-14, 2014.
- PERRY, D. R. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. **Biotropica**, v. 10, p. 155-157, 1978.
- R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- RANIUS, T.; NIKLANSSON, M.; BERG, N. A comparison of methods for estimating the age of hollow oaks. **Ecoscience**, v. 16, p. 167-174, 2009.
- RASMUSSEN, F. N. Orchids. In: DAHLGREN, R. M. T.; CLIFORD, H. T.; YEO, P. F. (Ed.). **The families of the Monocotyledons**. Berlin: Springer-Verlag, 1985. p. 249-274.
- REID, J. L. *et al.* Tropical forest restoration enriches vascular epiphyte recovery. **Applied Vegetation Science**, v. 19, p. 508-517, 2016.
- REZENDE, C. L. *et al.* From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, p. 208-214, 2018.
- ROMERO, J. C. *et al.* Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. **Ciencias**, Distrito Federal, v. 91, p. 35-41, 2008.
- SAMAIN, M. S. *et al.* Is morphology telling the truth about the evolution of the species rich genus *Peperomia* (Piperaceae)? **Plant Systematics and Evolution**, v. 278, n. 1, p. 1-21, 2009.

- SANTOS, C. G. M. **Distribuição espacial, fenologia e polinização de Bromeliaceae na Mata Atlântica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP.** 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32, 1991.
- SCARANO, F. R. Perspectives on biodiversity science in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64, p. 439-447, 2007.
- SCHIMPER, A. F. W. **Die epiphytische Vegetation Amerikas.** Jena: Verlag von Gustav Fischer, 1888. 162 p.
- SCARANO, F. R. Perspectives on biodiversity science in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64, p. 439-447, 2007
- SCARANO, F. R.; TONI, K. D.; AMARANTE, C. V. G. A profile of the impact of Acta Botanica Brasilica: reflections on how to improve visibility and recognition of a scientific journal. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 606-611, 2009.
- SCARANO, F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rainforest rare species bias and its risk for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1201-1208, 2009.
- SCHÜTZ-GATTI, A. L. **O componente epifítico vascular na Reserva Salto Morato Guaraqueçaba, PR.** 2000. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- SHANAVASKHAN, A. E. *et al.* Ethnomedicinal aspects of angiospermic epiphytes and parasites of Kerala, India. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, New Delhi, v. 11, n. 2, p. 250-258, 2012.
- SILVA, M.R.; HAYASHI, C.R.M.; HAYASHI, M.C.P.I. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID, Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 2, n. 1, p. 1 10-129, 2011.
- SIMBERLOFF, D. Use of rarefaction and related methods in ecology. *In*: DICKSON K.L., CAIRNS J. J.; LIVINGSTON R. J. (Ed.). **Biological Data in Water Pollution Assessment: Quantitative and Statistical Analyses.** Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1978. p. 150-165.
- SMITH, J. A. C. *et al.* Day-night changes in the leaf water relations of epiphytic bromeliads in the rain forests of Trinidad. **Oecologia**, v. 67, p. 475-485, 1985.
- SMITH, J. A. C. Comparative ecophysiology of CAM and C<sub>3</sub> bromeliads. 4. Plant water relations. **Plant, Cell and Environment**, v. 9, p. 395-410, 1986.
- SMITH, A. R. *et al.* Classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, p. 705-731, 2006.
- SODHI, N. N. S. *et al.* Correlates of extinction proneness in tropical angiosperms. **Diversity and Distributions**, v. 14, p. 1-10, 2008.

- STEHMANN, J. R. *et al.* Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica. *In:* STEHMANN, J. R. *et al.* (Ed.). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.
- STEPHENSON, N. L. *et al.* Causes and implications of the correlation between forest productivity and tree mortality rates. **Ecological Monographs**, v. 81, n. 4, p. 527-555, 2011.
- STRHEL, T. Forma, distribuição e flexibilidade dos tricomas foliares usados na filogenia de bromélias. **Iheringia**, v. 54, p. 19-44, 1983.
- TABARELLI, M. *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.
- TER STEEGE, H.; CORNELISSEN, J. H. C. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. **Biotropica**, v. 21, n. 4, p. 331-339, 1989.
- TEWARI, L. M. *et al.* Bark factors affecting the distribution of epiphytic fern communities. **Nature and Science**, v. 7, n. 5, p. 76-81, 2009.
- TOLEDO-ACEVES, T.; WOLF, J. H. D. Germination and establishment of *Tillandsia eizii* (Bromeliaceae) in the canopy of an oak forest in Chiapas, Mexico. **Biotropica**, v. 40, p. 246-250, 2008.
- TRIANA-MORENO, L. A. *et al.* Epífitas vasculares como indicadores de regeneración em bosques intervenidos de la Amazonia colombiana. **Acta Biológica Colombiana**, v. 8, n. 2, p. 31-42, 2003.
- TURNER, I. M. *et al.* study of plant species extinction in Singapore: Lessons for the conservation of tropical biodiversity. **Conservation Biology**, v. 8, n. 3, p. 705-712. 1994.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- VIBRANS, A. C. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC): diversidade e conservação dos remanescentes florestais**. Blumenau: Edifurb, 2013. 344 p.
- VIBRANS, A. C. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC): Epífitos vasculares da floresta ombrófila densa**. Blumenau: Edifurb, 2013. 336 p.
- WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, série Botânica, v. 34, p. 39-49, 1986.
- WAECHTER, J. L. Diversidade de epífitos vasculares na Floresta Atlântica brasileira. *In:* LOIOLA, M.I.B.; BASEIA, I.G.; LICHSTON, J.E. (Org.). **Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil**. Natal: Sociedade Botânica do Brasil, 2008. p. 310-312.
- WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 1992. 163 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

WAECHTER, J. L. **Estudo fitossociológico das orquídeas epifíticas da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul.** 1980. 104f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

WAECHTER, J. L.; BAPTISTA, L. R. M. Abundância e distribuição de orquídeas epifíticas em uma floresta turfosa do Brasil Meridional. p. 135-145. *In*: BARROS, F.; KERBAUY, G. B. (Ed.). **Orquideologia sul-americana**: uma compilação científica. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2004.

WAGNER, K.; BOGUSCH, W.; ZOTZ, G. The role of the regeneration niche for the vertical stratification of vascular epiphytes. **Journal of Tropical Ecology**, v. 29, n. 4, p. 277-290, 2013.

WAGNER, K.; MENDIETA-LEIVA, G.; ZOTZ, G. Host specificity in vascular epiphytes: a review of methodology, empirical evidence and potential mechanisms. **AoB Plants**, v. 7, p. 1-25, 2015.

WANKE, S. *et al.* Phylogeny of the genus *Peperomia* (Piperaceae) inferred from the trnk/matk region (cpDNA). **Plant Biology**, v. 8, p. 93-102, 2006.

WINKLER, M.; HÜLBER, K.; HIETZ, P. Population dynamics of epiphytic bromeliads: Life strategies and the role of host branches. **Basic and Applied Ecology**, v. 8, p. 183-196, 2007.

WOODS, C. L.; DEWALT, S. J. The conservation value of secondary forests for vascular epiphytes in Central Panama. **Biotropica**, v. 45, p. 119-127, 2013.

WYSE, S. V.; BURNS, B. R. Do host bark traits influence trunk epiphyte communities? **Journal Ecology**, v. 35, n. 3, p. 296-301, 2011.

ZOTZ, G. Substrate use of three epiphytic bromeliads. **Ecography**, v. 20, p. 264-270, 1997.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: An experimental approach. **Acta Oecologica**, v. 23, p. 99-102, 2002.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza*, correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. **Journal Tropical Ecology**, v. 19, p. 81-90, 2003.

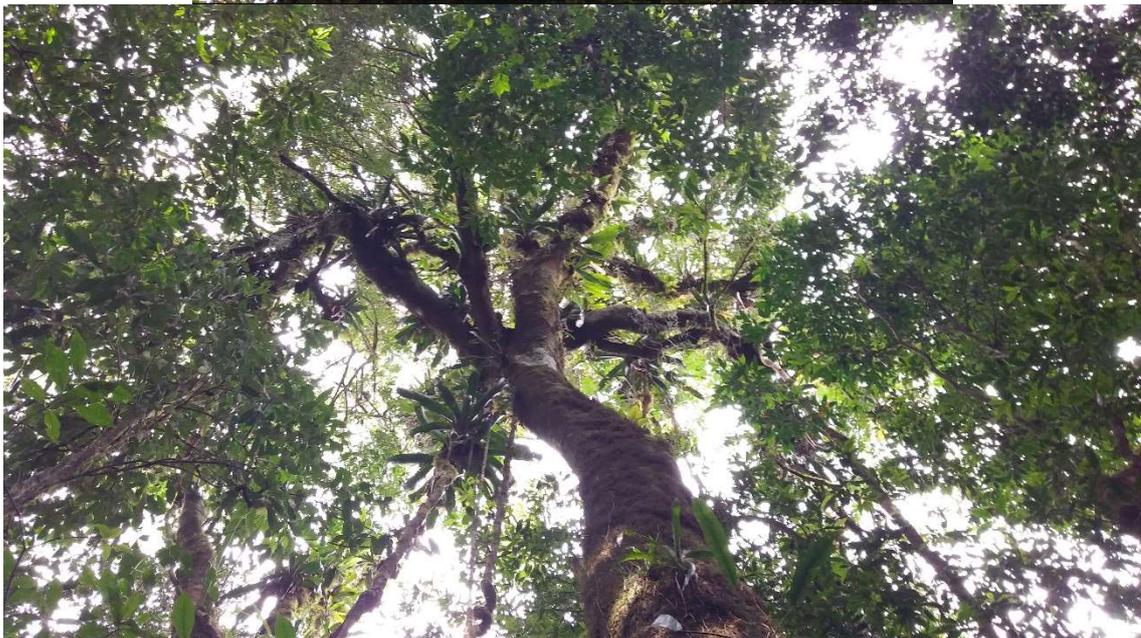
ZOTZ, G.; LAUBE, S.; SCHMIDT, G. Long-term population dynamics of the epiphytic bromeliad, *Werauhia sanguinolenta*. **Ecography**, v. 28, p. 806-814, 2005

ZOTZ, G.; WINKLER, U. Aerial roots of epiphytic orchids: the velamen radicum and its role in water and nutrient uptake. **Oecology**, v. 171, p. 733-741, 2013.

ZOTZ, G. The systematic distribution of vascular epiphytes – A critical update. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 171, p. 453-481, 2013.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Forófitos saudáveis e que possuam maiores diâmetro à altura do peito.



Fonte: Fotos do autor (2018).

APÊNDICE B – Técnica de escalada utilizada para identificação dos epífitos vasculares.



Fonte: Fotos do autor (2018).