

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Transplante de epífitas entre Florestas Estacionais Semidecíduais
para enriquecimento de florestas em processo de restauração**

Marina Melo Duarte

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestra em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Conservação de
Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2013**

Marina Melo Duarte
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas

**Transplante de epífitas entre Florestas Estacionais Semidecíduais para
enriquecimento de florestas em processo de restauração**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **SERGIUS GANDOLFI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Conservação de
Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP

Duarte, Marina Melo

Transplante de epífitas entre Florestas Estacionais Semidecíduais para enriquecimento de florestas em processo de restauração / Marina Melo Duarte. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
108 p: il.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Florestas Estacionais Semidecíduais 2. Mata Atlântica - Conservação 3. Plantas epífitas 4. Restauração ecológica I. Título

CDD 634.90981
D812t

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -- O autor"

Aos meus pais, Betinha e Élio:

Muito mais que meu exemplo acadêmico, são meu exemplo de vida

Dedico

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela bolsa e auxílios concedidos a este projeto de mestrado, pelo processo 2010/04370-9.

Ao CNPQ, pelos recursos destinados a todo nosso laboratório pelo projeto temático 561897/2010-7.

Ao Sergius Gandolfi, que sempre foi um verdadeiro orientador, muito além de interessado nos resultados que seus alunos poderiam obter, mas muito mais em sua formação como pessoas e profissionais. Um grande professor, de didática exemplar e um grande pesquisador. Enfim, um educador.

Aos professores e pesquisadores Flávio Gandara, Flaviana Maluf de Souza, Pedro Brancalion e Ricardo Rodrigues por todas as opiniões valiosas, pela ajuda em identificação e informações da biologia de espécies de epífitas e pelo auxílio em minha formação como um todo. À Giovana Oliveira, ao professor Mário Tomazello Filho e a todos os demais funcionários do LCF por sempre terem resolvido as questões relativas ao departamento de forma extremamente eficiente.

Aos colegas da CETESB (Marina, Lucas, Guilherme, Irene, Fábio e tantos outros) pela incessante procura por áreas de coleta, pelos dados sobre supressão vegetal no estado e por todas as divertidas manhãs. A todos os colegas da Vivarium, que me ensinaram muito sobre biologia de bromélias e orquídeas. Em especial aos queridos amigos que fiz: Nalva, Nilvânia, Marta, Marli, Alessandro e Fernando.

Ao Chico (Francisco Carlos Antonioli) por tanta ajuda em campo. À Mônica Tortelli e a vários funcionários do DAE de Santa Bárbara D'Oeste, que viabilizaram a coleta de grande número das epífitas usadas neste projeto.

Ao Renato Rodrigues Silva, Prof. Tadeu Siqueira, Maria Marta Pastina, Luciano Silva, Eric Görgens e Mathias Pires por terem sido verdadeiros professores de estatística, ajudando desde ao indicar leituras, explicar conceitos e sugerir análises até a ajustar modelos, ajudar a rodar e a conferir análises.

À Rafa Naves por toda a caminhada que tivemos juntas, desde que entramos no mestrado (a qual ficou bem mais fácil porque a dividimos) – uma amiga de verdade, presente em todos os momentos, acadêmicos ou não. Ao Matheus pela ajuda em campo, em análises e, principalmente, pela amizade. Ao Gerson e Gabriel Gari pela ajuda na identificação de plantas no herbário e por tornarem aquele lugar frio mais divertido. À Viliña por ter nos apresentado o R, mostrando tanta paixão por ele. À Julia pelo “tudo passa” na hora certa. À Cris, Mari e Noni pela enorme organização e empenho com o projeto temático do laboratório (suas desenroladas!). À Letícia Garcia pela ajuda com o densiômetro e por muitas outras dicas. A tantos outros colegas do LERF – Débora, Marina Carboni, Milene, Ariadne, Allan, Bel, Marta, Cláudia, Gabi, Tiago, Michel, Nino, Pinus, Fabiano, Fausto, Carina, Simone, Ariadina, Diana, Isa, Nat, Andréia, Vanessa, Jonas, Lucas, Lívian, Lara, Jonathan, Bruna, Alci, José Guedes, Mônica, Vandi (Vanderlei A. A. de Miranda), Val e Ana Paula - por toda a ajuda, em sala ou em campo e, acima de tudo, por proporcionarem um ambiente especial, e que torna todos os dias tão agradáveis. A todos os outros tão queridos amigos que tive a felicidade de conhecer na ESALQ.

À Maria Marta, Joze e Bruna, pela ótima convivência cotidiana em Piracicaba (que sorte foi ter encontrado essa casa por um anúncio!).

À Laurinha (com a Helena junto!), Nane, Lusco, Iza, Tê, Paulinha, Pedro, Camila, Rafa, Serjão, Li, Maitê, Niel, Joyce, Adelina e Mollina, os melhores amigos que poderiam ter aparecido no decorrer da vida (sou muito grata por ter um dia encontrado vocês!). Mesmo a maioria não tendo participado diretamente de meu mestrado, sempre estiveram presentes nos momentos de dificuldade, mas, na maior parte das vezes, em momentos ótimos! A cada um dos colegas da BioUnicamp 04D, que se mantiveram tão unidos mesmo depois da graduação, e sempre foram um ponto de referência e segurança para mim, morando tão longe de casa.

Às tias Elma, Leza e Afra, por terem participado de minha formação básica e terem continuado tão presentes à medida que fui crescendo (e de uma presença infinitamente importante para mim). À tia Jô pelo exemplo de trabalho conciliado ao bom humor, pelas aulas de crochê e, claro, pelos lanches deliciosos! À Cida e ao Ivo, por toda a inspiração e filosofia (principalmente filosofia de vida!). A todos esses e também aos tios Dito, Sílvio e Airam, por terem sempre me acolhido em casa como se fosse uma filha. A todo o resto da família, que é tão grande e seria impossível colocar nomes de todos aqui, mas cada um é muito importante para mim.

Aos avôs e avós que, quem sabe, de algum lugar estão olhando...

Ao Vi por toda a paciência e serenidade, por sempre ver e me ensinar a enxergar o lado bom de tudo, pela motivação aos estudos que me passou desde pequena e por me ter feito rir muito mesmo, sempre. À Ju por ser uma verdadeira companheira, por levar muito a sério minha alegria, por ter me explicado muita coisa que eu ainda não entendia (como uma pessoa pode ser tão sensata e tão doida ao mesmo tempo eu não sei, mas esse paradoxo faz parte da pessoa tão especial que ela é). Ao Lu pela alegria e inquietude, por ter me deixado esperta (de tanto me irritar!) e pelas manhãs e tardes de domingo de alta velocidade. A todos os irmãos por tanta coisa que nem sei como explicar, só sei que minha vida estaria muito longe de ser tão feliz se fosse filha única.

Às cunhadas Elisa e Tâmara e ao cunhado Antônio, por terem aumentado a família de forma tão especial.

A todos os irmãos e cunhados novamente, pelos sobrinhos lindos!

Aos meus sobrinhos, Gustavo, Ravi, Eloá e Murilo, que vêm crescendo (e nascendo!) junto com o desenvolvimento desse mestrado, por sempre nos surpreenderem, nos fazerem rir, nos encherem de orgulho e alegria. Ao Iuri, que ainda não conhecemos (mas que logo vai chegar), por nos surpreender novamente (5!!!) e mostrar como a vida flui e se renova.

Aos meus pais, Élio e Betinha, acima de tudo. Pela forma exemplar como criaram todos os filhos, por sempre terem respeitado a minha (muitas vezes difícil) natureza, pelo apoio, por nunca terem tentado impor nada, mas terem priorizado o diálogo. Pela minha vida toda. Por todo, todo o amor. Pela família tão especial que formaram e nos deram como o melhor presente que uma pessoa poderia um dia ganhar.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
Referências.....	17
2 DESMATAMENTO LEGAL COMO FONTE DE MATERIAL PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	19
RESUMO	19
Abstract.....	19
2.1 Introdução	20
2.2 Desmatamento legal no estado de São Paulo como fonte de material para a restauração ecológica.....	22
Referências.....	26
3 TRANSPLANTE DE EPÍFITAS PARA ENRIQUECIMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE 23 ANOS	29
Resumo.....	29
Abstract.....	30
3.1 Introdução	30
3.2 Material e métodos.....	36
3.3 Resultados	45
3.4 Discussão.....	55
Referências.....	66
4 TRANSPLANTE DE EPÍFITAS PARA ENRIQUECIMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE 13 ANOS	73
Resumo.....	73
Abstract.....	73
4.1 Introdução	74
4.2 Material e métodos.....	75
4.3 Resultados	80
4.4 Discussão.....	89
Referências.....	97

5 GUIA DE PROCEDIMENTOS PARA TRANSPLANTES DE EPÍFITAS COM A FINALIDADE DE ENRIQUECIMENTO, NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	101
Resumo	101
Abstract	101
5.1 Introdução.....	101
5.2 Escolha da floresta que receberá as epífitas.....	102
5.3 Época de transplante.....	103
5.4 Escolha de forófitos	103
5.5 Método de transplante.....	104
5.6 Características das epífitas a serem utilizadas.....	105
5.7 Considerações finais	107

RESUMO

Transplante de epífitas entre Florestas Estacionais Semidecíduais para enriquecimento de florestas em processo de restauração

O enriquecimento com diferentes formas de vida, como com epífitas, é fundamental para o desenvolvimento de florestas em restauração, em paisagens fragmentadas, onde a dispersão natural é limitada. Epífitas são plantas que crescem sobre outras (forófitos). Têm papel ecológico importante, realizando ciclagem de nutrientes e oferecendo microambientes e alimentos a outras formas de vida. Características de forófitos, clima e microclima influenciam populações locais de epífitas. Para aumentar o sucesso do enriquecimento em florestas em restauração, é importante determinar quais filtros podem atuar no processo. Fizemos o censo de áreas que receberam autorização para supressão vegetal e obtivemos que, a cada ano, cerca de 500 ha de Florestas Estacional Semidecidual e Ombrófila Densa, em diferentes estágios de regeneração, são desmatados, apenas no estado de São Paulo. Elas podem fornecer material que pode ser recuperado e empregado na restauração de outras florestas. Neste trabalho, damos enfoque às epífitas que podem ser disponibilizadas a partir desse desmatamento. Transferimos 360 indivíduos de seis espécies delas, entre Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* e *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* e *Rodriguezia decora*) e Cactaceae (*Lepismium cruciforme* e *Rhipsalis floccosa*) para duas Florestas Estacionais Semidecíduais em processo de restauração, uma com 13 anos e outra com 23. As médias anuais de cobertura de dossel, entre os forófitos escolhidos, variaram entre 62,2 e 85,0% na floresta de 13 anos e entre 79,3 e 92,9% na floresta de 23 anos. Taxas de sobrevivência das diferentes espécies de epífitas foram superiores em floresta mais jovem, variando de 63,33 a 100%, enquanto em floresta mais madura variaram entre 55,17 e 89,66%. Transplantes usando fibra de palmeiras, capaz de reter água, e realizados no início de estação chuvosa podem ter explicado o maior sucesso em floresta mais nova. Taxas de sobrevivência, fixação, ramificação, floração e frutificação não estiveram relacionadas à espécie de forófito, à rugosidade de casca ou à posição de transplante. Por outro lado, elas estiveram relacionadas às espécies das próprias epífitas. Apenas em algumas situações e para determinadas espécies, taxas de fixação, ramificação e reprodução sexuada estiveram relacionadas aos valores de cobertura de dossel. Animais podem ter importantes papéis como polinizadores e dispersores de epífitas, o que mostra que sua presença na floresta é fundamental para a permanência dessas plantas em longo prazo. Ao final, separamos as principais conclusões tiradas deste trabalho e fizemos um guia de procedimentos práticos a serem adotados no enriquecimento de florestas em restauração usando epífitas provenientes de florestas a serem suprimidas.

Palavras-chave: Restauração Ecológica; Ecologia de Restauração; Manejo adaptativo; Supressão vegetal; Forófito; Deciduidade; Rugosidade de tronco; Forquilha, Idade da floresta; Facilitação

ABSTRACT

Enrichment of forests in process of restoration through epiphytes transplantation, in Semideciduous Seasonal Forest

Enrichment using non-arboreal life forms, such as epiphytes, is critical to the development of forests under restoration, in fragmented landscapes, where natural dispersal is scarce. Epiphytes are plants that grow on top of other plants (phorophytes). They play very important ecological role, performing nutrient cycling and providing microenvironments and food to other life forms. Features of phorophytes, climate, and microclimate influence local diversity of epiphytes. In order to improve success of enrichment in areas under restoration, it is important to determine what filters may play a role in this process. We censused areas that received authorization for vegetation removal and found out that, every year, about 500 ha of Semideciduous Seasonal Forests and Rainforests, in different regeneration stages, are legally cut down, only in the state of Sao Paulo. They can provide material that can be recovered and used to restore other forests. In this work, we focused on the epiphytes that may become available from deforestation. We transferred 360 individuals of six species of this life form among Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* and *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* and *Rodriguezia decora*) and Cactaceae (*Lepismium cruciforme* and *Rhipsalis floccosa*) to two different Semideciduous Seasonal Forests in process of restoration, one of them was 13 years old and the other, 23 years old. Annual canopy cover averages provided by different phorophytes ranged from 62.2 to 85.0% in 13-year-old forest and from 79.3 to 92.9% in 23-year-old forest. Survival rates of epiphytes species were higher in the younger forest, from 63.33 to 100%, compared to the ones obtained in the more mature forest, from 55.17 to 89.66%. Transplants performance using palm tree fiber, which enables higher water retention, and at the beginning of rainy season may have been responsible for higher survival rates in the young forest. Survival, rooting, sprouting, flowering and fruiting rates were not related to phorophyte species, to their bark roughness nor to the position of transplantation. On the other hand, they were always related to epiphyte species. Only in some cases and for determined species, rooting, sprouting, flowering and fruiting were related to canopy cover. Animals can play important roles as pollinators and dispersers of epiphytes, which shows that their presence in forests is fundamental for the long-term persistence of these plants. In the end, we gathered the main results taken from this work and organized a guide of practical procedures to be adopted in enrichment of areas using epiphytes from forests about to be suppressed.

Keywords: Ecological Restoration; Restoration Ecology; Adaptive management; Vegetation removal; Phorophyte; Deciduousness; Bark roughness; Forest age; Facilitation

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Semidecidual é um dos tipos de formação vegetal que compõem a Mata Atlântica. É marcada por alternância entre períodos frio/seco e quente/úmido. Na região tropical, conta com dois períodos pluviométricos muito distintos: chuvoso e seco, sendo as temperaturas médias anuais ao redor de 21°C. Na região subtropical, o período de seca é curto, e com ele ocorre queda de temperatura, com médias mensais inferiores a 15 °C. Como consequência de tal estacionalidade, as árvores sofrem repouso fisiológico, havendo cerca de 20 a 50% delas decíduas (MORELLATO, 1991, OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

Na Mata Atlântica, com suas várias fisionomias, está contida grande parte da diversidade de espécies brasileiras, sendo muitas delas endêmicas, e muitas ainda não descritas (MORELLATO; HADDAD, 2000). Além disso, a floresta tem fundamental importância na conservação de recursos hídricos, na proteção da estrutura geológica de encostas, na sobrevivência de populações tradicionais e no ecoturismo (PINTO et al., 2009). Contudo, desde o descobrimento do Brasil, a Mata Atlântica vem sofrendo degradação, o que levou à fragmentação e extinção de várias espécies (RODRIGUES et al., 2009). As causas disso foram exploração de recursos naturais como madeira, conversão de floresta em pastagens, em áreas agrícolas e em áreas urbanas (PINTO et al., 2009). A destruição, fragmentação, degradação de habitat e superexploração de espécies para uso humano estão inclusas entre as principais causas de extinção de espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Estudo atual estima que restam hoje cerca de 11,4% a 16% da cobertura vegetal original da Mata Atlântica (contabilizando inclusive florestas secundárias e fragmentos pequenos), o que equivale a cerca de 16 milhões de hectares de floresta. Dessa cobertura vegetal ainda existente, 83,4% dos fragmentos (correspondentes a 20,2% da área remanescente da Mata Atlântica) apresentam tamanho inferior a 50 ha; 97% dos fragmentos (42% da área da floresta) apresentam tamanho inferior a 250 ha; e apenas 0,03 dos fragmentos (que somam área de quase 4 milhões de hectares) apresentam mais de 10.000 ha (RIBEIRO et al., 2009).

Nesse contexto de degradação e fragmentação, devido à grande importância do bioma, são urgentes medidas de conservação da porção que restou da Mata Atlântica, e de restauração das áreas que foram indevidamente desmatadas (PINTO

et al., 2009). Atualmente, a restauração ecológica visa a restabelecer processos ecológicos que possibilitam a reconstituição da floresta e sua permanência autossustentável ao longo do tempo (BELLOTTO et al., 2009). As florestas resultantes de restauração ecológica não se tornam idênticas às originais, quanto à composição de espécies, apesar de que se sabe que não há duas áreas florestais de composição idêntica, pois o grau de semelhança florística varia mesmo entre áreas preservadas de uma mesma formação. Com a restauração, contudo, podem ser retomados muitos serviços ambientais e serem recuperados vários componentes da biodiversidade original (CHAZDON, 2008). A restauração ecológica pode ainda atuar na formação de corredores e ter um papel fundamental na conservação ao proporcionar a conexão de fragmentos (RIBEIRO et al., 2009).

A Mata Atlântica conta com enorme diversidade funcional, o que torna o processo de restauração ecológica bastante complexo. Seus princípios são reconstruir comunidade funcional com alta riqueza de espécies, capaz de evoluir por si só; estimular qualquer forma de o sistema se recuperar por si mesmo, pela própria resiliência; planejar a restauração tomando como perspectiva toda a paisagem. Dentro desses princípios, os principais objetivos da restauração florestal atualmente são: remover ou minimizar a interferência deletéria da ação humana; criar ou proteger estrutura florestal capaz de fornecer sombra permanente; manter ou aumentar o número de espécies lenhosas e favorecer a colonização por outras formas de vida; oferecer abrigo e alimento para manter a fauna local; monitorar e controlar espécies exóticas invasoras (RODRIGUES et al., 2009).

Antes de se iniciar o processo de restauração florestal, vários aspectos da área a ser restaurada são avaliados, entre os quais a capacidade de ela ser colonizada por espécies presentes em fragmentos próximos (RODRIGUES et al., 2009). A dispersão de frutos e sementes é importante forma de populações trocarem material genético e colonizarem áreas. A sua movimentação a longa distância é de fundamental importância para tal processo. Contudo, com a fragmentação da vegetação nativa, populações de plantas ficam isoladas umas das outras, geralmente distanciadas em centenas de metros ou mais, dificultando a colonização (CAIN; MILLIGAN; STRAND, 2000). Estudos mostram que, de fato, florestas resultantes de restauração, mesmo aquelas mais antigas, de mais de 50 anos, puderam recuperar apenas metade da riqueza de espécies não arbóreas presentes em ecossistemas de referência. Isso pode ser atribuído ao fato de a maioria dos

projetos de restauração fazerem apenas o plantio de espécies arbóreas, aliado ao fato de ser, em geral, pequena a chegada de propágulos, ao longo dos anos que se seguem após o início do plantio, consequência da fragmentação da paisagem (GARCIA et al., 2011).

A diversidade de formas de vida, além da arbórea, é de grande importância para a dinâmica de uma floresta, pois está diretamente relacionada à restauração dos processos ecológicos que a mantêm e a permitem evoluir. Nas florestas tropicais, formas de vida não lenhosas podem constituir mais da metade das espécies vegetais, e só as epífitas podem representar um terço delas. Considera-se hoje fundamental que em florestas em restauração haja essa diversidade de formas de vida, para que elas possam vir a adquirir fisionomias e processos ecológicos semelhantes aos de florestas nativas (BELLOTTO et al., 2009). Isso mostra a importância de que se implementem projetos de enriquecimento de áreas em processo de restauração, principalmente relativos ao incremento no número de espécies de epífitas e lianas (GARCIA et al., 2011).

Epífitas são plantas que durante toda sua vida crescem apoiadas sobre outras plantas, que são os forófitos. São de vida livre, não parasitas. A interação com o forófito pode se dar em vários graus, sendo desde incidental até uma relação fisiologicamente íntima (BENZING, 1987). Estima-se que entre 8 e 10% das plantas vasculares se comportem como epífitas ao menos em alguma parte de suas vidas (BENZING, 2004). A denominação “holoepífitos” pode ser usada para denominar indivíduos que durante toda a vida não mantêm contato com o solo (FONT QUER, 1953). As epífitas têm papel de fundamental importância na ciclagem dos nutrientes, que é um processo que contribui para a exuberância das florestas tropicais em detrimento de seu solo pobre. Elas, não tendo contato com o banco de nutrientes do solo, possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem sua sobrevivência se apoiando sobre árvores, sendo, por conta disso, algumas vezes chamadas de espécies “atmosféricas”. Assim, a deposição de material decíduo de epífitas se torna uma fonte de entrada de água e nutrientes ao ecossistema florestal (OLIVEIRA, 2004). Epífitas estabelecem diversas relações ecológicas no ambiente onde se inserem, podendo fornecer água (especialmente as bromélias, com sua estrutura de tanque) e nutrientes, criando um microhabitat que favorece a presença de invertebrados e pequenos vertebrados. Também fornecem néctar e frutos como

alimento para aves e outros animais, o que favorece sua polinização e dispersão de sementes. Atuam ainda na regulação do microclima, fornecendo ambiente propício para abrigo de animais e para nidificação (CESTARI, 2009). Daí a importância da presença delas para o restabelecimento de processos ecológicos em áreas restauradas, apoiando a necessidade de se pensar em como incluir tal forma de vida dentro da restauração ecológica.

Epífitas podem ser coletadas de áreas a serem desmatadas e incorporadas a áreas que estão sendo restauradas, para enriquecimento. Nesse caso, o método usual consiste em amarrá-las a troncos de árvores. Em poucos meses apresentarão crescimento e formação de raízes (BELLOTTO et al., 2009).

Dentro desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi de desenvolver métodos de transplante de epífitas para forófitos de florestas em processo de restauração, como forma de enriquecê-las. Pretende-se propor medidas que, ao mesmo tempo, permitam destinar adequadamente epífitas provenientes de áreas que irão sofrer supressão vegetal, e promover um efetivo enriquecimento de florestas sob restauração. Dessa forma, o capítulo 2 objetiva mostrar como a vegetação que recebe autorização para ser legalmente desmatada pode fornecer material a ser destinado à restauração ecológica de outras áreas, como epífitas, lianas, plântulas banco de sementes e estacas. O capítulo 3 descreve experimento de transplante de epífitas para uma Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 23 anos, com a finalidade de enriquecimento, realizado no fim do período de chuvas. O capítulo 4 também descreve experimento de transplante de epífitas, porém a uma Floresta Estacional Semidecidual em restauração há 13 anos, realizado no início da estação chuvosa e com algumas mudanças nos métodos. O capítulo 5 consiste em um resumo de procedimentos que podem orientar futuros transplantes de epífitas com finalidade de enriquecimento de florestas, embasado nas principais conclusões tiradas durante todo este trabalho.

Referências

- BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. 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, cap. 1: fase 6, p. 55-61.
- BENZING, D.H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 74, n. 2, p. 183-204, 1987.
- BENZING, D.H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M.; RINKER, B. (Ed.). **Forest canopies**. 2nd Ed. Boston: Elsevier, 2004. chap. 9, p. 175-211.
- CAIN, M.L.; MILLIGAN, B.G.; STRAND, A.E. Long-distance seed dispersal in plant populations. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 87, n. 9, p. 1217-1227, Sept. 2000.
- CESTARI, C. Epiphyte plants use by birds in Brazil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 689-712, Dec. 2009.
- CHAZDON, R.L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, Washington, v. 320, n. 5882, p.1458-1460, Jun. 2008.
- FONT QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Editorial Labor, 1953. 1244p.
- GARCIA, L.C.; HOBBS, R.J.; RIBEIRO, D.B.; TAMASHIRO, J.Y.; SANTOS, F.A.M.; RODRIGUES, R.R. Changes in vegetation along restoration time: Influence of composition and diversity of planted trees on natural regeneration. In: WORLD CONFERENCE ON ECOLOGICAL RESTORATION, 4., 2011, Mérida. **Book of abstracts**... Mérida: Society for Ecological Restoration, 2011. 320p.
- MORELLATO, L.P.C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176p. Tese (Doutorado em Biologia - Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 786-792, Dec. 2000.
- OLIVEIRA, R.R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta botânica brasílica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 793-799, Oct./Dec. 2004.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in south-eastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Washington, v. 32 n. 4b, p. 792-810, Dec. 2000.

PINTO, L.P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R. R.; ROCHA, R. Introdução. 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. 6-8.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, June 2009.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantica Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, p. 1242-1251, Jan. 2009.

2 DESMATAMENTO LEGAL COMO FONTE DE MATERIAL PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Resumo

Apesar de tentativas para que o desmatamento seja diminuído em todo o mundo, ele tende a persistir. No Brasil, há mecanismos que o permitem ocorrer de forma legal, para obras de infraestrutura, de expansão urbana, entre outras. Nosso objetivo aqui é o de quantificar as supressões vegetais legais no estado de São Paulo, e sugerir formas de recuperar material proveniente dessas áreas desmatadas para que seja empregado na restauração ecológica. Nos anos de 2009 e 2010, no estado de São Paulo, 987,3 ha de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, em diferentes estágios de regeneração, receberam autorização para serem derrubadas, uma taxa de 500 ha/ano. A partir de mudas retiradas dessas áreas, estimamos que cerca de 4.700 ha de novas florestas possam ser restaurados por ano, pelo método de plantio total. Além de mudas de espécies arbóreas e arbustivas, poderiam ser aproveitados banco de sementes, estacas, epífitas, lianas e plântulas de espécies herbáceas de sub-bosque. Alguns estudos vêm sendo feitos para que isso ocorra, todavia há ainda muito a se acrescentar ao conhecimento nessa área. Uma das grandes questões a serem resolvidas é gerar políticas públicas para que essa destinação de material para florestas em processo de restauração seja garantida.

Palavras-chave: Supressão vegetal; Mudas; Epífitas; Lianas; Banco de sementes; Estacas

Abstract

Despite efforts to decrease deforestation throughout the world, it still tends to occur. In Brazil, for example, there are legal mechanisms that permit it, especially due to infrastructure improvements, urban expansion and for other several reasons. Our goal is to quantify legal vegetation removal in the State of Sao Paulo and to suggest manners to save material from suppressed areas and provide it to restore forests. In 2009 and 2010, in Sao Paulo, 987.3 ha of Rainforest and Semideciduous Seasonal Forest were authorized to be cut down, a rate of 500 ha/year. We estimate that wildlings collected from these areas could be applied to plant 4,700 ha of new forests. Besides those seedlings, other material, as seedbank, cuttings, epiphytes, lianas and understory herbaceous saplings could be used as well. Increasing number of studies have been done in order to support this material destination. Nevertheless, there is still much to do. One of the biggest issues concerning the subject is the need for laws and government regulations aiming to guarantee collection and spreading of this biological material to areas in process of restoration.

Keywords: Vegetation removal; Seedlings; Epiphytes; Lianas; Seedbank; Cuttings

2.1 Introdução

A taxa de desmatamento em todo o mundo, apesar de decrescente, mantém-se elevada, tendo sido de 16 milhões de hectares por ano na década de 1990 e 13 milhões de hectares anuais na década de 2000. A restauração e expansão natural de florestas atenuou a perda líquida de área florestal, que foi de 8,3 milhões de hectares por ano na década de 1990 e de 5,2 milhões de hectares por ano na década de 2000 (FAO, 2011). Essa perda de florestas mostrou-se relacionada principalmente à produção agrícola e à urbanização (DeFRIES et al., 2010; FAO, 2011).

Em 2010, o Brasil possuía 13% dos cerca de 4 bilhões de hectares área florestada de todo o mundo (FAO, 2011). Dentro do país, estima-se que a área compreendida pela mata atlântica tenha perdido cerca de 83,3% de sua cobertura original, restando a ela 16 milhões de hectares (RIBEIRO et al., 2009).

Apesar de tentativas para diminuí-lo, o desmatamento tende a continuar ocorrendo, mesmo que, hipoteticamente, sua realização ilegal cesse. Há mecanismos que permitem que ele ocorra de forma legal, já que ele é necessário para a realização de obras de infraestrutura, expansão urbana etc.. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, delimita áreas de preservação permanente (APPs), que deverão ser mantidas dentro de uma propriedade. Permite, porém, que intervenções e supressões ocorram nelas, nos casos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental. A mesma lei também restringe a supressão vegetal fora de áreas de APP, determinando a existência de reservas florestais em área rural, denominadas Reservas Legais, de extensão proporcional ao tamanho da propriedade e variando de acordo com a formação vegetal que apresentam. A exploração da Reserva Legal pode ser realizada, mediante aprovação de plano de manejo. Além das APPs e da Reserva Legal, o bioma Mata Atlântica, em toda sua extensão, conta com restrições à supressão vegetal, de acordo com a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. A legislação do estado de São Paulo ainda é mais restritiva neste quesito, quando comparada à do resto do país. Ela determina que, em zona urbana, obrigatoriamente um mínimo de 20% da área de uma propriedade deve ser poupada de supressão. Além disso, fragmentos de vegetação em diferentes estágios de regeneração deverão ter distintas frações de suas áreas poupadas de supressão, a saber: 30% para estágio inicial, 50% para estágio médio

e 70% para estágio avançado de regeneração, de acordo com a Resolução SMA-31, de 19 de maio de 2009.

Os estágios de regeneração da vegetação – pioneiro, inicial, médio e avançado – são caracterizados pela Resolução CONAMA nº 001 de 31 de janeiro de 1994. As áreas em estágio sucessional pioneiro contam com cobertura principalmente herbácea, podendo haver estrato arbustivo. O estágio inicial de regeneração é caracterizado por fisionomia savânica a florestal baixa, com baixa diversidade, tendo em torno de dez espécies arbóreas e/ou arbustivas dominantes. Seus estratos lenhosos variam de abertos a fechados, com árvores de 1,5 a 8 m de altura e diâmetro a altura do peito (DAP) de até 10 cm. Pode haver epífitas, mas elas não são abundantes. Já o estágio médio de regeneração é caracterizado por fisionomia florestal, com árvores de várias alturas e diversidade biológica significativa. Estratos lenhosos variam de abertos a fechados horizontalmente, podendo haver árvores emergentes. As alturas de árvores variam entre 4 e 12 m e o DAP é de até 20 cm. Epífitas são mais abundantes e diversas que as encontradas no estágio inicial, bem como as plantas de sub-bosque. Por fim, o estágio avançado caracteriza-se por fisionomia florestal com dossel contínuo, podendo haver árvores emergentes, sendo as alturas máximas superiores a 10 m e o DAP das árvores superior a 20 cm. Ocorre grande número de diferentes estratos contendo árvores, arbustos, ervas, epífitas e lianas, cujas diversidades podem variar de acordo com condições locais. Epífitas ocorrem em alta abundância e riqueza.

Podemos ver que, excetuando-se as APPs, Reservas Legais e outras áreas protegidas específicas de cada localidade, como foi citado para o estado de São Paulo, as demais áreas de florestas são passíveis de supressão legal, mediante autorização. Além disso, podemos observar que as florestas que sofrem corte autorizado podem se encontrar em diferentes estágios de regeneração, logo apresentando espécies de grupos sucessionais e formas de vida diversos. Nesse contexto, podemos inferir que há disponibilidade e variabilidade de material biológico, que pode ser retirado e aproveitado de áreas a serem legalmente desmatadas. Esse material pode apresentar potencial para ser usado na recuperação de outras áreas degradadas.

O objetivo deste capítulo é quantificar o desmatamento autorizado no estado de São Paulo nos últimos anos, sugerir formas de aproveitamento de material

proveniente dessas áreas que sofrem supressão vegetal e de emprego dele na restauração ecológica.

2.2 Desmatamento legal no estado de São Paulo como fonte de material para a restauração ecológica

Foram coletados dados sobre todas as autorizações para supressão vegetal em Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa emitidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, nos anos de 2009 e 2010 (Figura 2.1). O gráfico mostra a área total de cada uma das duas formações vegetais em diferentes estágios sucessionais que recebeu autorização para supressão em cada ano, bem como o número de autorizações emitidas.

Nos anos de 2009 e 2010, foi autorizada supressão de um total de 987,3 ha de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual no estado de São Paulo, uma taxa de quase 500 ha/ano. Como fonte de material para a restauração ecológica, a supressão de vegetação em estágio pioneiro não será aqui considerada. Isso porque ela conta com cobertura principalmente herbácea, com apenas alguns arbustos, apresentando pouco material que poderia ser aproveitado para a recuperação de florestas.

Podemos observar que, mesmo que a supressão de estágios de sucessão mais avançados seja dificultada pela legislação e ocorra em menor grau (Resolução SMA-31, de 19 de maio de 2009), ainda assim são emitidas autorizações de supressão vegetal de diferentes níveis de conservação. Logo, podemos esperar que uma grande variedade e quantidade de materiais possa ser fornecida para ser usada na restauração ecológica. De fato, segundo Viani, Nave e Rodrigues (2007), podem ser encontradas plântulas de espécies pertencentes a diferentes estágios sucessionais regenerando sob dosséis com diferentes graus de abertura, havendo mais pioneiras sob dossel mais aberto e não-pioneiras sob dossel mais fechado.

Outro fator que pode influenciar as espécies de plântulas encontradas em uma área a ser suprimida é a época do ano. Entre as plântulas, há uma grande variabilidade das espécies disponíveis ao longo do tempo, devido à fenologia diferencial de cada uma delas, permitindo que sua reprodução ocorra em períodos diferentes (VIANI; NAVE; RODRIGUES, 2007; METZ et al., 2008).

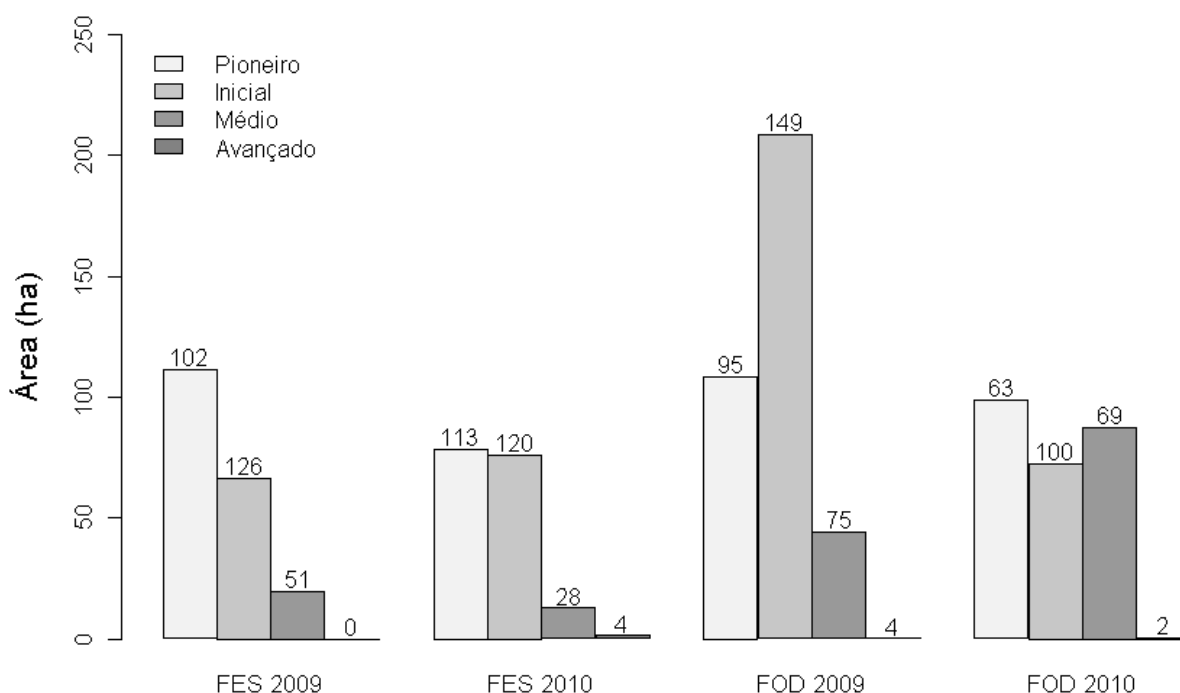


Figura 2.1 - Autorizações para supressão vegetal em Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Ombrófila Densa (FOD) em estágios inicial, médio e avançado de regeneração, emitidas pela CETESB em 2009 e 2010, para o estado de São Paulo. Os números sobre as barras correspondem ao número de autorizações emitidas para cada formação florestal nos seus diferentes estágios de regeneração, em 2009 e 2010. São Paulo, 2009 e 2010.

Metz et al. (2008), analisando observações anuais em quatro diferentes florestas tropicais, por período variando entre 2 e 10 anos nas diferentes áreas, obtiveram densidades que variavam de 89.000 a 122.000 plântulas de espécies lenhosas por hectare. Viani, Nave e Rodrigues (2007), analisando apenas indivíduos arbustivos e arbóreos, em remanescentes em diferentes estágios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e no sub-bosque de plantios comerciais de madeira, encontraram densidade de plântulas variando entre 38.700 ind.ha⁻¹ durante o inverno e 37.900 ind.ha⁻¹ durante o verão. A taxa média de sobrevivência das mudas obtidas por eles, após passarem período entre seis e nove meses em viveiro, foi de 69%, mostrando-se mais elevada para algumas espécies e mais baixa para outras, e inferior também quando medida durante o inverno. Considerando que anualmente, em média, são suprimidos cerca de 295 ha de Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Densa em estágios inicial médio e avançado de regeneração, no estado de São Paulo (Figura 2.1), e considerando que cada hectare suprimido contém em média 38.300 plântulas (VIANI; NAVE; RODRIGUES, 2007), que manteriam sobrevivência de 69% quando transferidas a viveiro, a cada ano teríamos

7.797.286 mudas provenientes da supressão vegetal. Esse material poderia ser usado para restaurar quase 4.700 ha de florestas por plantio total em espaçamento 3 X 2 m (RODRIGUES et al., 2009).

Mesmo mostrando-se em grande abundância, as mudas fornecidas por fragmentos podem apresentar riqueza inferior àquela encontrada em plantios de alta diversidade para restauração florestal – a qual é de cerca de 80 a 90 espécies (RODRIGUES et al., 2009). No trabalho de Viani, Nave e Rodrigues (2007), foram coletadas 69 espécies de plântulas arbustivas e arbóreas. Doze dessas espécies, contudo, não foram encontradas em qualquer viveiro da região. Logo, o uso dessas espécies provenientes de fragmentos pode se mostrar interessante, já que o monitoramento de área em processo de restauração tem mostrado baixa riqueza e geralmente as mesmas espécies sendo usadas em todo o estado, uma consequência principalmente da baixa variedade de mudas em viveiros. O uso de plântulas coletadas em fragmentos a serem suprimidos pode contribuir para o incremento da riqueza de florestas em restauração, com a vantagem de implementar diversidade genética regional (VIANI; NAVE; RODRIGUES, 2007).

Além das espécies arbustivas e arbóreas, devemos ressaltar que áreas autorizadas para supressão podem ser importantes fornecedoras de espécimes de outras formas de vida. Em Floresta Ombrófila Densa, perto de metade das espécies coletadas em estudo foram de árvores, hemiepífitas primárias, palmeiras de grande porte e fetos arborescentes. As demais espécies, mais de metade das encontradas no local, pertenciam a outras formas de vida, não arbóreas (IVANAUSKAS; MONTEIRO; RODRIGUES, 2001).

Uma forma de vida que se pode obter de áreas a serem desmatadas são as epífitas. Sua diversidade se mostra muito variável na mata atlântica, em alguns trabalhos se mostrando mais elevada em áreas mais perturbadas (18 espécies amostradas em Floresta Estacional Semidecidual por Bataghin, Barros e Pires, 2010) e em outros estudos sendo mais elevada em florestas mais conservadas, com a média de diâmetros das árvores mais alta (58 espécies amostradas em área com maior riqueza, de 2 ha de Floresta Ombrófila Mista, por Bonnet et al., 2010). Logo, há fragmentos perturbados e mesmo árvores isoladas dos quais podem ser retiradas epífitas e destinadas à restauração ecológica. Há também tendência de se encontrar maior riqueza de epífitas em formações vegetais mais úmidas (KERSTEN; KUNIYOSHI, 2009; BATAGHIN; BARROS; PIRES, 2010; BONNET et al., 2010).

No estado de São Paulo, para a construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas, foram desmatados 157 ha, cobertos por remanescentes em estágios médio e avançado de mata atlântica, incluindo regões de várzeas, e por áreas bastante impactadas pela ação antrópica. Nievola e Tamaki (2009) fizeram estudo e retirada de plantas de espécies nativas da área, sendo a maioria delas de epífitas e arbustivas, e apenas algumas plântulas de espécies arbóreas de interesse paisagístico. No total, foram recolhidos pelo menos 44.350 indivíduos, uma média de cerca de 282 indivíduos por hectare desmatado. Entre eles, 22.000 foram transplantados para áreas adjacentes à obra, especialmente para unidades de conservação. Em outro estudo em área bem conservada de transição entre Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, que seria suprimida para a construção de uma pequena central hidrelétrica, foram coletados 143.472 indivíduos de 47 espécies de Orchidaceae, 14 de Bromeliaceae e 11 espécies de Cactaceae, numa área de 0,36 ha. Deles, 142.868 indivíduos foram transplantados para área de preservação permanente (JASPER et al., 2005).

Além das plântulas e epífitas já citadas, podem ser retirados outros diversos tipos de materiais de áreas a serem desmatadas, como o banco de sementes, estacas e lianas. Eles podem ser usados para plantio total ou enriquecimento de áreas em processo de restauração ecológica.

Estudos já vêm sendo realizados para aperfeiçoar formas de se utilizar plântulas (VIANI; NAVE; RODRIGUES, 2007; METZ et al., 2008), espécies de sub-bosque (SANTOS, 2011) e o banco de sementes e epífitas (BELLOTTO et al., 2009) no processo de enriquecimento. Todavia, muito conhecimento ainda deve ser gerado para se aprimorar o uso desses materiais. Além da necessidade de embasamento teórico, uma das dificuldades práticas que se pode ter no processo de aproveitamento do material proveniente de supressões é a designação de quem irá retirá-lo, como ele será transportado e empregado e a definição das áreas a que eles devem ser destinados. É fundamental que sejam criadas políticas públicas, aliadas ao conhecimento teórico, para efetivamente empregar esse material, que não poderia ser desperdiçado, já que se mostra tão rico e útil no processo de recuperação de áreas degradadas.

Referências

- BATAGHIN, F.A.; BARROS, F.; PIRES, J.S.R. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 501-512, jul.-set. 2010.
- BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. 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, cap. 1: fase 6, p. 55-61.
- BONNET, A.; CURCIO, G.R.; LAVORANTI, O.J.; GALVÃO, F. Relações de epífitos vasculares com fatores ambientais nas florestas do Rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 37-47, set. 2010.
- BRASIL. Lei n. 11428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 26 dez. 2006. Seção 1, p. 1-14.
- _____. Lei n. 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1-16.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 001, de 31 de janeiro de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo. **Diário Oficial**, Brasília, 03 fev. 1994. Seção 1, p. 1684-1685.
- DeFRIES, R.S.; RUDEL, T.; URIARTE, M.; HANSEN, M. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, London, v. 3, p. 178-181, Mar. 2010.
- FAO. **State of the world's forests**. Roma, 2011. 164p.
- IVANAUSKAS, N.M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R.R. Levantamento florístico de trecho de Floresta Atlântica em Pariquera-Açu, SP. **Naturalia**, Rio Claro, v. 25, p. 97-129, 2001.
- JASPER, A.; FREITAS, E. M.; MUSSKOPF, E.L.; BRUXEL, J. Metodologia de salvamento de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae na pequena central hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta – São José do Herval/Putinga-RS-Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 56, p. 265-284, 2005.

KERSTEN, R. de A.; KUNIYOSHI, Y.S. Conservação das florestas na bacia do Alto Iguaçu, Paraná: Avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 51-66, jan.-mar. 2009.

METZ, M.R.; COMITA, L.S.; CHEN, Y.; NORDEN, N.; CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; SUN, I.; NOOR, N.S.B.M.; WRIGHT, J. Temporal and spatial variability in seedling dynamics: a cross-site comparison in four lowland tropical forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, vol. 24, p. 9-18, Jan. 2008.

NIEVOLA, C.C.; TAMAKI, V. 2009. O resgate de plantas no trecho sul do Rodoanel Mário Covas. In: III SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 55-60.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, June 2009.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantica Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, p. 1242-1251, Jan. 2009.

SANTOS, M.B. Enriquecimento de uma floresta em restauração através da transferência de plântulas da regeneração natural e da introdução de plântulas e mudas. 2011. 115p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais, Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SÃO PAULO. Resolução SMA-31, de 19 de maio de 2009. Dispõe sobre os procedimentos para análise dos pedidos de supressão de vegetação nativa para parcelamento do solo ou qualquer edificação em área urbana. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 04 jun. 2009. Seção 1, p. 40.

VIANI, R.A.G.; NAVE, A.G.; RODRIGUES, R.R. Transference of seedlings and aloctone young individuals as ecological restoration methodology. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2007, chap. 3.2, p. 145-170.

3 TRANSPLANTE DE EPÍFITAS PARA ENRIQUECIMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE 23 ANOS

Resumo

Florestas em processo de restauração não vêm recuperando a diversidade de formas de vida não arbóreas apresentada por florestas nativas, o que indica a necessidade de enriquecimento das primeiras. Ao mesmo tempo, o desmatamento legal de áreas no país, uma realidade inevitável, pode fornecer material a ser empregado no enriquecimento dessas florestas em restauração, como as epífitas. Em florestas nativas, características dos forófitos, do clima e do microclima influenciam a distribuição de populações de epífitas. Para se aumentar o sucesso do enriquecimento de florestas em restauração, é importante que se determine que filtros atuam nesse processo. Este capítulo visa a avaliar se seis espécies de epífitas entre Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* e *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* e *Rodriguezia decora*) e Cactaceae (*Lepismium cruciforme* e *Rhipsalis floccosa*), provenientes de Floresta Estacional Semidecidual, são capazes de sobreviver e se desenvolver quando transplantadas a seis diferentes espécies de forófitos, sendo duas de cada grupo: perenifólias, semidecíduas e decíduas, em floresta em restauração há 23 anos. Dentro de cada, os pares de árvores se diferenciam quanto à rugosidade de tronco (liso ou rugoso). Epífitas foram acompanhadas a cada três meses, entre abril de 2011 e abril de 2012. A Abertura de dossel, para cada forófito, foi monitorada mensalmente usando-se densiômetro esférico côncavo. Depois de um ano, taxas de sobrevivência se mostraram entre 55,17 e 89,66% para diferentes espécies de epífitas. Essas espécies de epífitas não mostraram quaisquer respostas diferenciais de acordo com a espécie de forófito ou com a rugosidade de tronco. Por outro lado, mostraram desenvolvimento distinto quando comparadas entre si, uma evidência da importância de se estudar a biologia de epífitas antes de se usá-las para transplantes. O enraizamento se deu principalmente no período do ano mais úmido. Logo, é importante assegurar que o material usado no transplante resista tempo suficiente até a estação chuvosa seguinte. Indivíduos pertencentes às famílias Cactaceae e Orquidaceae tiveram sucesso na fixação. O período do experimento se mostrou em geral curto para que se pudesse observar a reprodução das epífitas. *A. bromeliifolia*, *C. fimbriatum* e *R. decora* apresentaram altas taxas de reprodução vegetativa, em relação às outras espécies usadas. *R. floccosa* teve o maior número de indivíduos que floresceram e frutificaram. Foi a única espécie que demonstrou correlação (negativa) entre floração e cobertura de dossel, quando a última mostrou valores de médias anuais entre 79,3 e 92,9%. As demais espécies não mostraram quaisquer respostas aos níveis de luz. A presença de animais atuando como polinizadores e dispersores foi considerada importante para que o conjunto de todas as espécies de epífitas estudadas pudesse se manter na floresta ao longo do tempo.

Palavras-chave: Restauração Ecológica; Ecologia de Restauração; Manejo adaptativo; Forófito; Deciduidade; Rugosidade de tronco; Facilitação

Abstract

Forests in process of restoration have not been achieving diversity of non-arboreal life forms comparable to the ones shown by native forests, what supports the former's need for enrichment. Meanwhile, forests in Brazil have been legally suppressed, which can provide material to be employed in enrichment of forests, as epiphytes, for instance. In native forests, features of phorophytes, climate, and microclimate influence local populations of epiphytes. In order to improve success of enrichment in areas under restoration, it is important to determine what kinds of filters may influence this process. This work aims to assess if six epiphyte species among Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* and *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* and *Rodriguezia decora*) and Cactaceae (*Lepismium cruciforme* and *Rhipsalis floccosa*) from Semideciduous Seasonal Forest are able to survive and develop when transplanted to six different host tree species, two species for each of the following groups: evergreen, semideciduous, and deciduous, in a 23-year-old forest. Host trees within each group were distinct for bark roughness. Observations of epiphytes' development were made every three months, from April 2011 to April 2012. Canopy openness was monitored every month during this period, using a concave spherical densiometer. After one year, we obtained survival rates from 55.17 to 89.66% for different epiphyte species. Epiphyte species did not show any different responses neither related to the distinct phorophyte species nor to their bark roughness. On the other hand, among themselves, they showed very diverse responses, an evidence of the importance of studying biology of epiphyte species before transplanting them. Rooting took place mainly during the wet period. Thus, it is important to assure that the material used to attach plants to trees will resist until the following rainy season. Individuals belonging to the families Cactaceae and Orchidaceae succeeded in setting. Overall, experiment period was considered short to observe reproduction among epiphytes. *A. bromeliifolia*, *C. fimbriatum* and *R. decora* had relatively high sprouting rates. *R. floccosa* had the highest number of individuals that flowered and fruited. It was the only species to show flowering rates (decreasingly) related to the canopy cover, when the latter ranged from 79.3 to 92.9% annual averages. Other species did not show any responses to canopy openness. The presence of animals that play roles of pollinators and dispersers was considered important for the whole group of epiphyte species to remain in the forest along the years.

Keywords: Ecological Restoration; Restoration Ecology; Adaptive management; Phorophyte; Deciduousness; Bark roughness; Facilitation

3.1 Introdução

No processo de restauração ecológica por meio de plantios, são introduzidas na área a ser restaurada espécies arbóreas que devem impulsionar o restabelecimento de processos ecológicos e proporcionar condições adequadas à invasão por outras espécies, de forma que a floresta se torne sustentável ao longo dos anos (RODRIGUES et al., 2009). Todos os organismos, em maior ou menor grau, podem ser considerados como “engenheiros do ecossistema”, definidos como

organismos que, direta ou indiretamente, modulam a quantidade de recursos disponíveis a organismos de outras espécies, podendo modificar, manter ou criar habitats (JONES; LAWTON; SHACHAK, 1997). Relações tróficas e competição não estão inclusas no conceito de engenharia do ecossistema. As espécies engenheiras do ecossistema podem criar microclimas, ao seu redor, fornecendo condições mais adequadas a determinadas espécies que a outras. Influenciam processos como hidrologia, ciclagem de nutrientes, erosão e retenção de sedimentos. Controlam fluxos de energia e materiais. Uma árvore, em uma floresta, pode, por exemplo, fornecer sombreamento, reduzir o impacto da chuva e vento, regular a temperatura, aumentar a umidade, alterar a textura do solo e fornecer abrigo para outros seres vivos (WRIGHT; JONES, 2006; CUDDINGTON et al., 2007). O próprio organismo pode alterar o meio ao criar, com seu corpo, uma estrutura tridimensional que inexistia. Assim, num plantio, ao se introduzir espécies arbustivas e arbóreas, estão se introduzindo diferentes espécies engenheiras, capazes de criar diferentes microhabitats favoráveis ou não a outras espécies.

Gandolfi e colaboradores (2007) propuseram a idéia de que, em florestas tropicais, cada árvore do dossel pode criar micrositios específicos sob sua copa. Uma árvore que perde as folhas, por exemplo, criaria uma “clareira de deciduidade”, gerando um regime de luz diferenciado abaixo dela (GANDOLFI; JOLY; LEITÃO-FILHO, 2009). Assim, ela poderia atuar como um filtro àquelas espécies que crescem sob sua copa, influenciando a biodiversidade do local no presente e no futuro. Dessa forma, clareiras de deciduidade são, por exemplo, um fator que pode influenciar a forma como a colonização de uma área restaurada ocorre.

Dentro de uma floresta, essa diversidade estrutural (como diferentes formas de copa e troncos de árvores) é de fundamental importância para a instalação de formas de vida diversas, como lianas e epífitas (BRANCALION et al., 2010). Na legislação paulista referente ao reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas (a legislação paulista foi pioneira no Brasil em orientações técnicas a projetos de restauração), contudo, constam apenas espécies arbóreas nas listas de espécies vegetais recomendadas para plantio, sem menção de inserção outras formas de vida (DURIGAN et al., 2010). Assim, a maioria dos projetos de restauração é feita utilizando-se apenas espécies arbóreas (CARVALHAES et al., 2007; BELLOTTO et al., 2009). De fato, não seria coerente a introdução de epífitas, lianas e plântulas de

espécies de sub-bosque no início do processo de restauração, quando não se tem estrutura de troncos para essas formas de vida se apoiarem ou um dossel para sombrear o local. Contudo, devido à importância dessas diferentes formas de vida em uma floresta, seria de grande importância avaliar sua presença por meio do monitoramento e exigir que ela fosse alcançada ao longo dos anos, após o início da restauração.

A situação que presenciamos atualmente é que áreas em processo de restauração têm dificuldade em alcançar riqueza de formas de vida não arbóreas próxima à de florestas nativas, principalmente considerando epífitas e lianas. Estudos mostram que, mesmo em florestas em restauração há mais de 50 anos, a riqueza de formas de vida não arbóreas presente é apenas ainda a metade daquela de ecossistema de referência. Provavelmente isso se deve tanto ao fato de reflorestamentos serem feitos na maioria das vezes apenas com espécies de árvores, quanto ao fato de eles se encontrarem em paisagens com poucos fragmentos remanescentes, em geral, pequenos, e que se encontram bastante degradados e distantes das áreas em restauração, fatores que não favorecem a chegada de propágulos até essas áreas. Torna-se evidente a importância de se realizar o enriquecimento nas áreas em questão (GARCIA et al., 2011). Contudo, a carência de embasamento científico para esse enriquecimento ainda é grande. Questões como como e quando realizá-lo ainda precisam ser mais estudadas para que o enriquecimento com diferentes formas de vida possa se tornar um procedimento exigido dentro da restauração ecológica.

Concomitantemente, o desmatamento de florestas no mundo ocorre em taxas elevadas (FAO, 2011). No Brasil, a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 é a principal determinante de áreas a serem protegidas. Contudo, ela permite que a supressão vegetal, em intensidade limitada, seja realizada de forma legal, permitindo obras de infraestrutura, expansão urbana etc.. Esse desmatamento pode fornecer material a ser destinado ao enriquecimento de florestas em processo de restauração, como as epífitas.

Há na literatura alguns trabalhos científicos envolvendo semeadura (WINKLER; HÜLBER; HIETZ, 2005; MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; CASCANTE-MARÍN et al., 2008; TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008; GOODE; ALLEN, 2009; HIETZ et al., 2012) e transplante de angiospermas epífitas a florestas (CALLAWAY et al., 2002; NADKARNI; SOLANO, 2002; PETT-RIDGE; SILVER,

2002; ZOTZ; VOLLRATH, 2002; JASPER et al., 2005; JAKOVAC; VOSQUERITCHIAN; BASSO, 2007; DORNELES; TREVELIN, 2011; CASCANTE-MARÍN et al., 2009; NIEVOLA; TAMAKI, 2009; SCHEFFKNETCH et al., 2010), sendo que em uma pequena parte deles, as matas em questão se encontram em processo de restauração ou em diferentes estágios de sucessão ecológica (JAKOVAC; VOSQUERITCHIAN; BASSO, 2007; CASCANTE-MARÍN et al., 2008; GOODE; ALLEN, 2009). A grande maioria de todos esses estudos, contudo, está focada na conservação das espécies de epífitas, e não no incremento do número dessas espécies nas florestas.

Trabalhos no Brasil referentes a técnicas de introdução de epífitas com enfoque no enriquecimento de florestas em processo de restauração vêm sendo realizados apenas mais recentemente (CARVALHAES et al., 2007; JAKOVAC; VOSQUERITCHIAN; BASSO, 2007), já que a Ecologia de Restauração é uma ciência relativamente jovem (no Brasil, a restauração ecológica vem sendo feita contando com embasamento científico apenas desde meados da década de 1980). Dessa forma, as primeiras florestas plantadas de modo sistemático mostram-se hoje estruturalmente formadas, mas muitas vezes apresentando necessidade de enriquecimento. Essa necessidade pôde ser observada a partir da década de 2000, quando o monitoramento regular passou a ser visto como fundamental ao processo de restauração ecológica (RODRIGUES et al., 2009).

Estudos sobre a biologia de epífitas e sobre sua relação com forófitos em populações naturais em florestas podem fornecer subsídios para estudos de enriquecimento de florestas em processo de restauração pelo transplante de epífitas. Se essa relação apresentar um alto grau de especificidade, poderá ser difícil, ou mesmo impossível promover uma transferência efetiva e permanente sem antes se investigar suas características. Alguns estudos demonstram preferência de epífitas por determinadas espécies de forófitos (CALLAWAY et al., 2002; OTERO; ARAGÓN; ACKERMAN, 2007; BENAVIDES et al., 2011). Há estudos que indicam preferências de epífitas por alguns padrões nos forófitos, como a rugosidade de casca (CALLAWAY et al., 2002; ADDO-FORDJOUR et al., 2009) e diâmetro a altura do peito (BREIER, 2005). Há fracos indícios de que a irradiância possa estar relacionada com a abundância de epífitas, já que estudo mostra que forófitos

portadores de mais epífitas tendiam a apresentar dosséis que deixavam passar quantidades intermediárias de luz (CALLAWAY et al., 2002).

Um fator que se demonstrou importante no crescimento das epífitas foi a capacidade de retenção de água pela casca do forófito, já que as epífitas não têm contato com o solo e devem retirar água do seu substrato. Autores discutem que, em climas com maior precipitação, possivelmente ocorre uma menor relação espécie-específica entre epífitas e forófitos, já que há grande abundância de água e menor necessidade de o forófito armazenar água por muito tempo em seu tronco. Por outro lado, em climas com menor precipitação, a associação a forófitos que retêm maior quantidade de água no tronco seria fundamental a epífitas, havendo pressão para que houvesse relação espécie-específica entre eles (CALLAWAY et al., 2002). Tanto a riqueza quanto a abundância de epífitas apresentam considerável decréscimo em climas mais secos (GENTRY; DODSON, 1987). Breier (2005) sugere que a riqueza de epífitas responde de forma mais intensa à precipitação que a sazonalidade termal, já que várias espécies apresentam ineficiente uso de água. Contudo, diferentes espécies podem viver em diferentes microclimas: algumas podem ser mais tolerantes à dessecação, outras até intolerantes à alta umidade (BREIER, 2005; FAYLE et al., 2009).

A distribuição espacial das epífitas, de acordo com alguns estudos, não se mostra aleatória, mostrando tendência de indivíduos evitarem outros de mesma espécie (BREIER, 2005). O crescimento de epífitas se mostrou maior em forófitos que já abrigavam outros indivíduos de mesma forma de vida, sugerindo que esses forófitos apresentam determinada oferta de recursos e ambiente químico (CALLAWAY et al., 2002). Síndromes de dispersão e polinização também se mostraram fortemente relacionados à composição florística de epífitas (BREIER, 2005).

Como se pode observar, a diversidade de epífitas de um local sofre influência de vários fatores em diferentes escalas espaciais e temporais, cujos diversos elementos devem ser levados em conta. Um desses fatores é o clima, no qual aspectos como a precipitação total, a distribuição da precipitação, o curso anual da umidade relativa do ar, a ocorrência e a duração dos períodos de seca, a ocorrência de fenômenos extremos como geadas, parecem ser mais significativos. Por outro lado, também as características da comunidade arbustivo-arbórea na vizinhança de um determinado forófito podem favorecer ou restringir a presença de determinadas

epífitas, por exemplo, ao influenciarem os regimes de luz aí observados (GANDOLFI; JOLY; LEITÃO FILHO, 2009). De forma semelhante, processos como dispersão de sementes de epífitas podem estar sendo modulados pela vizinhança do forófito. Também as próprias características do forófito exercem interferência, como, por exemplo, a rugosidade de tronco, a disponibilidade de nutrientes, a fenologia de perda foliar, a permeabilidade de copa à luz, a presença de compostos alelopáticos na casca, as faces de exposição do tronco ao sol, a capacidade da casca de absorver umidade ou de se manter úmida, etc. Em contrapartida, os atributos das espécies de epífita tais como sua síndrome de dispersão, as suas características de germinação, como a presença ou ausência de dormência, a tolerância ao dessecamento, a capacidade de obter água, entre outros aspectos influenciam, em interação com os aspectos anteriores, a riqueza e abundância de epífitas em determinado ambiente e microambiente.

No presente trabalho, as hipóteses a serem testadas são: 1) É possível transplantar epífitas de florestas a serem legalmente derrubadas para floresta do mesmo tipo de formação vegetal, que está sendo restaurada há 23 anos, de maneira que elas possam sobreviver, crescer e deixar descendentes no novo ambiente. 2) Essa sobrevivência, desenvolvimento e reprodução dos indivíduos de epífitas pode se mostrar diferencial em distintas espécies de forófitos, de acordo com suas características de perda foliar e de rugosidade de casca. 3) Essa sobrevivência, desenvolvimento e reprodução dos indivíduos de epífitas pode se mostrar diferencial entre distintas espécies delas.

Visando a testar essas hipóteses, o objetivo geral desse trabalho é avaliar se seis espécies pertencentes três famílias de epífitas nativas de Florestas Estacionais Semidecíduais, quando transferidas para seis espécies de forófitos com diferentes padrões de fenologia de perda foliar e rugosidade de casca, pertencentes a Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 23 anos, sobrevivem e crescem de maneira igual ou distinta sobre os diversos forófitos. Os resultados obtidos visam a propor métodos mais eficientes para o planejamento e execução desse transplante de epífitas provenientes de áreas a serem legalmente desmatadas.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Área de estudo

A área de estudo, onde houve o transplante de epífitas, se localiza no município de Iracemápolis-SP (22°34'37"S, 47°30'31"W), a altitude 609 m acima do nível do mar (Figura 3.1). O clima, de acordo com Köeppen, é classificado como Cwa (SETZER, 1966). O município conta com cerca de 1.360 mm de chuva por ano. A temperatura média anual é de 21,5°C, variando entre médias de 17,9°C e 24,4°C em meses diferentes (CEPAGRI, 2012).

Trata-se de uma área de preservação permanente em processo de restauração, de largura de 50 m, ao redor de reservatório responsável pelo abastecimento de água do município de Iracemápolis. Em 1985, houve falta de água no município durante a estação seca, principalmente decorrente do assoreamento dos locais de captação. Percebeu-se a necessidade de tomar medidas para a melhoria da qualidade da água da microbacia, entre elas o reflorestamento de faixas de 30 m ao redor dos cursos de água e de 50 m ao redor dos reservatórios (RODRIGUES; LEITÃO FILHO; CRESTANA, 1992). Assim, em 1988 foi iniciado plantio heterogêneo de 140 espécies nativas de Floresta Estacional Semidecidual e exóticas, com extensão de cerca de 50 ha (CASTANHO, 2009).



Figura 3.1 - Área de estudo em Iracemápolis-SP, circulado em vermelho (Fonte da imagem de satélite: GoogleTM Earth, 2012). Detalhe da área em fotografia, 2011

3.2.2 Coleta e caracterização de epífitas

Para o experimento, foram utilizados 30 indivíduos de cada uma de seis espécies de epífitas (Tabela 3.1 e Figura 3.2). Sua identificação foi feita por comparações no herbário ESA. Foi usado sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group III (2009) e nomenclatura de acordo com Forzza et al. (2010), tanto para as espécies de epífitas quanto para as espécies de forófitos usadas. Todas as espécies de epífitas usadas neste trabalho são holoequífitas (epífitas verdadeiras) (BREIER, 2005; NETO; FORZZA, ZAPPI, 2009), ou seja, plantas que crescem apoiadas sobre outras, sem parasitá-las, durante toda a sua vida, não alcançando o solo em qualquer momento (FONT QUER, 1953).



Figura 3.2 - Espécies de epífitas utilizadas no experimento. Iracemápolis-SP, 2011

Tabela 3.1 - Espécies de epífitas utilizadas no experimento, transplantadas a cada forófito

BROMELIACEAE
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker
<i>Tillandsia pohliana</i> Mez
CACTACEAE
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.
ORCHIDACEAE
<i>Catasetum fimbriatum</i> (C.Morren) Lindl.
<i>Rodriguezia decora</i> (Lem.) Rchb.f.

Em fevereiro de 2011, foram coletados indivíduos de *Rodriguezia decora* e *Aechmea bromeliifolia*, ambas espécies de ocorrência em Floresta Estacional Semidecidual, em Floresta Estacional Semidecidual ribeirinha com influência fluvial permanente - nomenclatura de acordo com Rodrigues (2004) - que seria desmatada para a construção de reservatório de água do Departamento de Água e Esgoto (DAE) de Santa Bárbara D'Oeste. Indivíduos de *A. bromeliifolia* foram deixados sobre o solo, sombreados por árvores, até o momento em que fossem transplantados. Os indivíduos de *R. decora* foram pendurados sobre barbantes. Todas as epífitas foram, durante esse período, irrigadas em média três vezes por semana, de acordo com a necessidade.

Ao final de março e início de abril de 2011, os demais indivíduos de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae necessários para a realização do experimento foram coletados de árvores em mata no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba-SP. Foram coletados apenas alguns indivíduos adultos de cada forófito, de modo a não prejudicar suas populações no local. As espécies coletadas foram *Tillandsia pohliana*, *Lepismium cruciforme*, *Rhipsalis floccosa* e *Catasetum fimbriatum*.

Os indivíduos usados no experimento foram fotografados, tiveram suas folhas e raízes marcadas com caneta do tipo marcador permanente, para que se pudessem identificar quais folhas e raízes a planta possuía antes do início do experimento e quais se desenvolveram posteriormente. Ainda foram tomadas diversas medidas das epífitas: massa fresca, tamanho da planta, número de folhas, tamanho da maior folha, número de ramificações, número de raízes, estado fenológico e observações adicionais quando necessárias (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Indivíduo de *Rodriguezia decora* numerado, caracterizado e com folhas e raízes marcadas. Piracicaba-SP, 2011

3.2.3 Transplante de epífitas

Em março de 2011, na área de estudo, foram escolhidos 5 indivíduos arbóreos de cada uma de 6 espécies distintas, que se diferenciavam pela fenologia de perda foliar e pela rugosidade da casca do tronco (Tabela 3.2), somando ao todo 30 árvores (forófitos). Eles foram caracterizados de acordo com altura, diâmetro a altura do peito (DAP), rugosidade do tronco, estágio sucessional (secundárias iniciais ou climácicas) e deciduidade. No início de abril de 2011, a cada indivíduo arbóreo foi transplantado em sua face norte, amarrado com barbante de sisal, um indivíduo de cada uma das seis espécies de epífitas selecionadas (Tabela 3.1), todos previamente numerados, fotografados e caracterizados, totalizando 180 indivíduos de epífitas. As epífitas que cada forófito recebeu foram determinadas aleatoriamente por sorteio. O experimento foi realizado sob um delineamento de parcelas subdivididas, já que todos os indivíduos de forófitos receberam um indivíduo de cada espécie de epífitas (GOTELLI; ELLISON, 2011). Os indivíduos das espécies *A. bromeliifolia*, *C. fimbriatum* e *T. pohliana* foram separados em blocos, já que se diferenciavam em tamanho.

Tabela 3.2 - Espécies de forófitos, diferenciando-se por fenologia de perda foliar e rugosidade de casca de tronco, em Floresta Estacional Semidecidual em restauração há 23 anos, em Iracemápolis-SP, 2011. Referências: (1) Lorenzi (1992); (2) Morellato (1991)

Família	Espécies de forófitos	Deciduidade	Rugosidade
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Perenifólia ²	Rugosa
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Perenifólia ¹	Lisa
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Semidecídua ¹	Lisa
Lythraceae	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Semidecídua ¹	Rugosa
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Decídua ²	Rugosa
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	Decídua ²	Lisa

3.2.4 Medidas de condições ambientais

Mensalmente, entre junho de 2011 e abril de 2012, a abertura do dossel sobre cada forófito também foi medida, com o uso de densiômetro esférico côncavo, Modelo-C, marca Forest Densimeters. Isso foi feito para verificar sua fenologia de perda foliar, já que as informações de deciduidade de cada árvore foram obtidas a partir da literatura, e deveriam ser confirmadas em campo. Além disso, é importante observar a abertura do dossel sobre cada ponto do experimento porque, mesmo que um forófito tenha determinada fenologia de perda foliar, pode haver influência das árvores e clareiras ao redor, determinando maior ou menor abertura do dossel e, conseqüentemente, maior ou menor entrada de luz em cada ponto do experimento.

O densiômetro esférico possui um espelho côncavo dividido em 24 quadrados de mesmo tamanho e, posicionado corretamente, reflete o dossel sobre determinado ponto na mata. De acordo com Lemmon (1957), em cada um dos quadrados, deve-se imaginar 4 pontos equidistantes e determinar, em todos os quadrados, quantos desses pontos refletem a parte aberta do dossel (Figura 3.4). Em cada ponto do experimento, essa medida deve ser tomada 4 vezes, com o densiômetro voltado para os diferentes pontos cardeais: sul, leste, norte e oeste. Para cada forófito, então, foi tirada a média das medidas dos quatro pontos cardeais. A média de pontos obtidos foi multiplicada por 1,04 para se obter a porcentagem de abertura do dossel sobre aquele forófito. A porcentagem de abertura do dossel subtraída de 100% resultou no valor da porcentagem de cobertura do dossel.

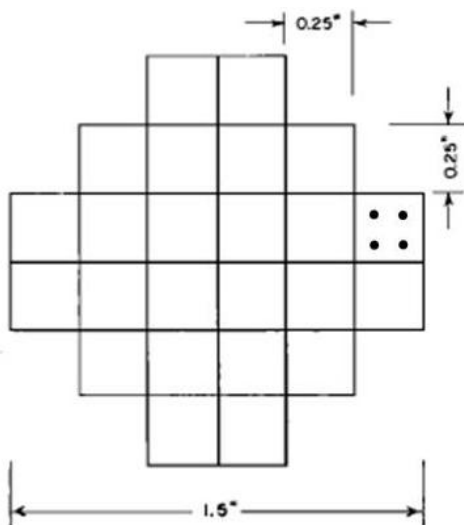


Figura 3.4 - Forma como espelho esférico côncavo é dividido em 24 quadrados de lado 0,25" (0,635cm). Em cada quadrado devem ser imaginados quatro pontos equidistantes e contados, para determinar a abertura do dossel (Fonte da imagem: LEMMON, 1957)

Além disso, foram obtidos índices pluviométricos mensais durante todo o período de estudo, provenientes do Posto Agrometeorológico LEB, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Estadual de São Paulo, que foi a estação disponível mais próxima ao local do experimento. Ela está localizada na cidade de Piracicaba-SP, sob as coordenadas 22°42'30”S, 47°38'30”W, altitude 546 m, a cerca de 20 Km em linha reta da área estudada.

3.2.5 Observação de epífitas

As epífitas transplantadas foram observadas a cada três meses, para verificar o seu desenvolvimento durante cada estação do ano. As observações se deram nas primeiras quinzenas de julho e outubro de 2011 e de janeiro e abril de 2012. Em cada uma delas, as epífitas foram fotografadas e foram registradas as seguintes informações sobre cada uma delas: sobrevivência ou morte, fixação, continuidade de crescimento, número de novas raízes, número de novas folhas, número de folhas nas ramificações e estado fenológico da planta. A epífita era considerada sobrevivente quando ainda possuía meristemas apicais ou outras gemas, sendo capaz de se desenvolver (emitir novas folhas, raízes, flores) e/ou de se reproduzir vegetativamente, ou morta, quando não mostrava mais qualquer forma de se desenvolver ou de gerar descendentes (Figura 3.5). Era considerada fixada ao forófito quando tivesse raízes presas a ele, podendo se manter sem a ajuda do barbante de sisal. A variável continuidade de crescimento se refere à contagem de quantos “ramos” foram emitidos pela planta, capazes de promover propagação vegetativa (brotos para Bromeliaceae, ramificações do cladódio para Cactaceae e pseudobulbos para Orchidaceae). O número de raízes novas se refere à contagem daquelas que não haviam sido marcadas no início do experimento. Foi apenas um número estimado, já que para contá-las precisamente seria necessário arrancar as plantas do forófitos, o que prejudicaria a realização do experimento. O número de folhas novas se refere à contagem daquelas que também não haviam sido marcadas no início do experimento. O número de folhas nas ramificações se refere à contagem delas em novos pseudobulbos de Orchidaceae ou em novos brotos em Bromeliaceae. Os indivíduos da família Cactaceae não tiveram tal variável contada, devido a sua redução de folhas. O estado fenológico da epífita era considerado reprodutivo quando ela apresentava flores ou frutos e era considerado vegetativo quando ela não os apresentava.

Em outubro de 2011 houve a morte por queda, durante tempestade, de um dos forófitos da espécie *C. ecalyculata*. Por conta disso, essa espécie de forófito passou a contar com apenas 4 repetições, o que tornou as análises de dados desbalanceadas, sem, no entanto, impossibilitá-las.



Figura 3.5 - Exemplos de *Aechmea bromeliifolia* (a): sobrevivente, capaz se desenvolver plenamente e se reproduzir (b): sobrevivente, porém incapaz de crescer, capaz apenas de dar origem a novos indivíduos por gemas axilares (broto); (c): morta, sem possibilidade de se desenvolver ou dar origem a novo indivíduo

3.2.6 Análise de dados

A análise do padrão de abertura de dossel sobre as epífitas foi realizada por uma análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas. Para cada mês, entre junho de 2011 e abril de 2012, foram determinadas as médias de cobertura de dossel para cada espécie dos forófitos sobre os quais as epífitas se encontravam, que foi a variável resposta analisada (média das medidas obtidas de 5 indivíduos de cada espécie, exceto para *C. ecalyculata*, que sofreu a queda de um indivíduo após outubro de 2011, passando a ter 4 réplicas). A espécie de forófito foi considerada fator, contando com medidas repetidas por 11 meses (de junho de 2011 a abril de 2012). Foi usada transformação de dados arco-seno, pois eles se tratavam de valores percentuais (ZAR, 1974). Posteriormente, as médias de porcentagem de cobertura de dossel ao longo do tempo, para cada forófito, foram comparadas pelo teste de Tukey, com intervalo de confiança de 95%.

A sobrevivência das epífitas foi analisada por meio de tabelas de contingência. Em uma tabela 6 X 2, foi determinado o número de indivíduos de epífitas (somando aqueles de todas as seis espécies utilizadas) sobreviventes e

mortas para cada uma das seis espécies de forófitos. Em outra tabela 6 X 2, foi registrado o número de indivíduos de epífitas sobreviventes e mortas, para cada espécie delas. O teste Qui-quadrado foi utilizado para analisar se houve independência das respostas de sobrevivência das epífitas, tanto em função de sua própria espécie quanto em função da espécie do forófito sobre o qual ela se apoiava. As tabelas de contingência foram desmembradas para que seus fatores pudessem ser comparados dois a dois pelo teste Qui-quadrado. Também foi feita tabela de contingência 2 X 2 para determinar número de indivíduos de epífitas sobreviventes e mortos em forófitos de diferentes rugosidades de casca (lisa ou rugosa), com posterior teste Qui-quadrado. Para testar se a sobrevivência das epífitas variou de acordo com a cobertura do dossel sobre elas (média das medidas de cobertura de dossel entre junho de 2011 e abril de 2012), foi feita regressão logística, para cada espécie de epífita separadamente.

Para a análise da variável continuidade de crescimento, foi realizada ANOVA de dois fatores (espécie de epífitas e espécie de forófitos como variáveis independentes) com parcelas subdivididas (cada espécie de epífita dentro de cada indivíduo de forófito), sendo a variável independente a continuidade de crescimento. Foi feita transformação Box-cox com parâmetro -0,1 para um melhor ajuste do modelo. Posteriormente, as médias de ramificações apresentadas por cada espécie de epífitas foram comparadas por meio do teste de Tukey, com intervalo de confiança de 95%. A mesma análise foi realizada utilizando-se como variável independente a rugosidade de casca, no lugar de espécie de forófito. Para determinar o grau de associação entre a continuidade de crescimento e a média da cobertura de dossel sobre as plantas entre junho de 2011 e abril de 2012, foi feita análise de correlação, para cada uma das espécies de epífitas separadamente. O coeficiente de correlação de Spearman foi usado por a variável resposta ser numérica discreta.

A reprodução sexuada nas epífitas também foi avaliada por tabelas de contingência. Em tabela 6 X 2 foram determinados quantos indivíduos de epífitas entraram em estado reprodutivo em cada espécie de forófito e quantos não entraram, em algum momento, durante o período de um ano de observações. Em outra tabela 6 X 2 foram determinados os números de indivíduos que emitiram flores e/ou frutos para cada espécie de epífitas nesse período, assim como os números de

quantos não emitiram. As células das tabelas foram analisadas pelo teste Qui-quadrado, a fim de determinar se houve independência entre reprodução e espécie de forófito ou de epífita. Então as tabelas foram desmembradas e seus fatores analisados dois a dois pelo mesmo teste. Ainda outra tabela de contingência, de 2 X 2, foi construída para determinar o número de indivíduos de epífitas que se reproduziram ou não sexuadamente, em função da rugosidade de casca dos forófitos (lisa ou rugosa). Posteriormente foi realizado teste Qui-quadrado. Para analisar se o número de indivíduos que apresentaram reprodução sexuada ao longo de um ano, entre as epífitas, variou de acordo com a cobertura do dossel sobre elas (média das medidas de cobertura de dossel entre junho de 2011 e abril de 2012), foi feita regressão logística, analisando-se cada espécie de epífita separadamente.

De mesma forma que para sobrevivência e reprodução sexuada, foram feitas tabelas de contingência para avaliar a fixação de epífitas. Foi usada tabela 6 X 2 para retratar os números de indivíduos de epífitas fixados e não fixados em cada espécie de forófito. Outra tabela 6 X 2 foi usada para retratar o número de indivíduos de epífitas fixados e não fixados, para cada uma das seis espécies de epífitas. O teste Qui-quadrado novamente foi utilizado para verificar se houve independência entre a variável fixação de epífitas e as espécies de epífitas e de forófitos. As tabelas foram desmembradas para a análise de seus fatores dois a dois. Mais uma tabela de contingência, de 2 X 2, foi utilizada para mostrar o número de epífitas fixadas a diferentes rugosidades de casca de forófitos (lisa ou rugosa), seguida de teste Qui-quadrado. Para verificar se o número de indivíduos de epífitas que se fixaram ou não aos forófitos durante o experimento variou de acordo com a cobertura do dossel (média das medidas de cobertura de dossel entre junho de 2011 e abril de 2012), foi feita regressão logística, separadamente para cada espécie de epífita.

No experimento, como foram usados indivíduos de diferentes tamanhos da espécie *A. bromeliifolia*, eles foram divididos em blocos (indivíduos pequenos, médios e grandes) antes de serem distribuídos entre os forófitos. As observações ao longo do experimento sugeriram que as plantas de menor porte não foram capazes de sobreviver até chegarem à fase de emitir brotos, enquanto as plantas de maior porte puderam emitir brotos e promover a continuidade de crescimento. Assim, com base nessa hipótese, foi testado se o tamanho inicial dessas bromélias exerceu influência em sua sobrevivência e continuidade de crescimento. Para isso, foi feita uma ANOVA com delineamento de blocos aleatorizados, sendo a espécie de

forófitos a variável independente, o tamanho das bromélias (pequeno, médio e grande) os blocos e a continuidade de crescimento a variável dependente. Além disso, foi feita uma tabela de contingência 3 X 2 de sobrevivência ou morte das epífitas em função de seu tamanho (pequeno, médio e grande). Verificou-se a independência dos fatores por meio do teste Qui-quadrado.

Embasamento para análises foi fornecido por Gotelli e Ellison (2011) e todas foram realizadas pelo software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

3.3 Resultados

3.3.1 Padrão de cobertura de dossel

O padrão de cobertura do dossel sobre as epífitas, pela análise de variância, mostrou diferença altamente significativa ao longo dos meses ($F=9,015$, g.l.=10, $P=2,86e-8$). A resposta também mostrou diferença significativa entre espécies de forófitos ($F=2,935$, g.l.=5, $P=0,021$). Podemos, porém, perceber que o teste de Tukey não permitiu a separação de grupos de forófitos entre perenifólios, semidecíduos e decíduos, apenas diferenciou em um extremo uma espécie de forófito perenifólia (*N. megapotamica*) e em outro extremo uma espécie decídua (*C. tomentosum*) (Tabela 3.3). A Figura 3.6 mostra fotografias dos dosséis sobre as diferentes espécies de árvores em diversos meses do ano e a Figura 3.7 mostra as médias de porcentagem de cobertura de dossel mensais, para cada espécie de forófito, bem como seus erros-padrão.

Tabela 3.3 - Médias e erros-padrão dos valores de cobertura de dossel obtidas durante 11 meses (de junho de 2011 a abril de 2012) para forófitos de seis diferentes espécies, com o resultado da análise de variância de medidas repetidas. Letras sobrescritas iguais: não se diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Itacemópolis-SP

Espécie de forófito	Cobertura de dossel (%)	F	g.l.	P
<i>N. megapotamica</i>	88,71 ±0,79 ^a	2,935	5	0,021
<i>L. glyptocarpa</i>	87,49 ±0,63 ^{ab}			
<i>C. ecalyculata</i>	86,90 ±0,96 ^{ab}			
<i>B. riedelianum</i>	86,54 ±1,19 ^{ab}			
<i>C. estrellensis</i>	86,32 ±1,01 ^{ab}			
<i>C. tomentosum</i>	85,61 ±1,05 ^b			

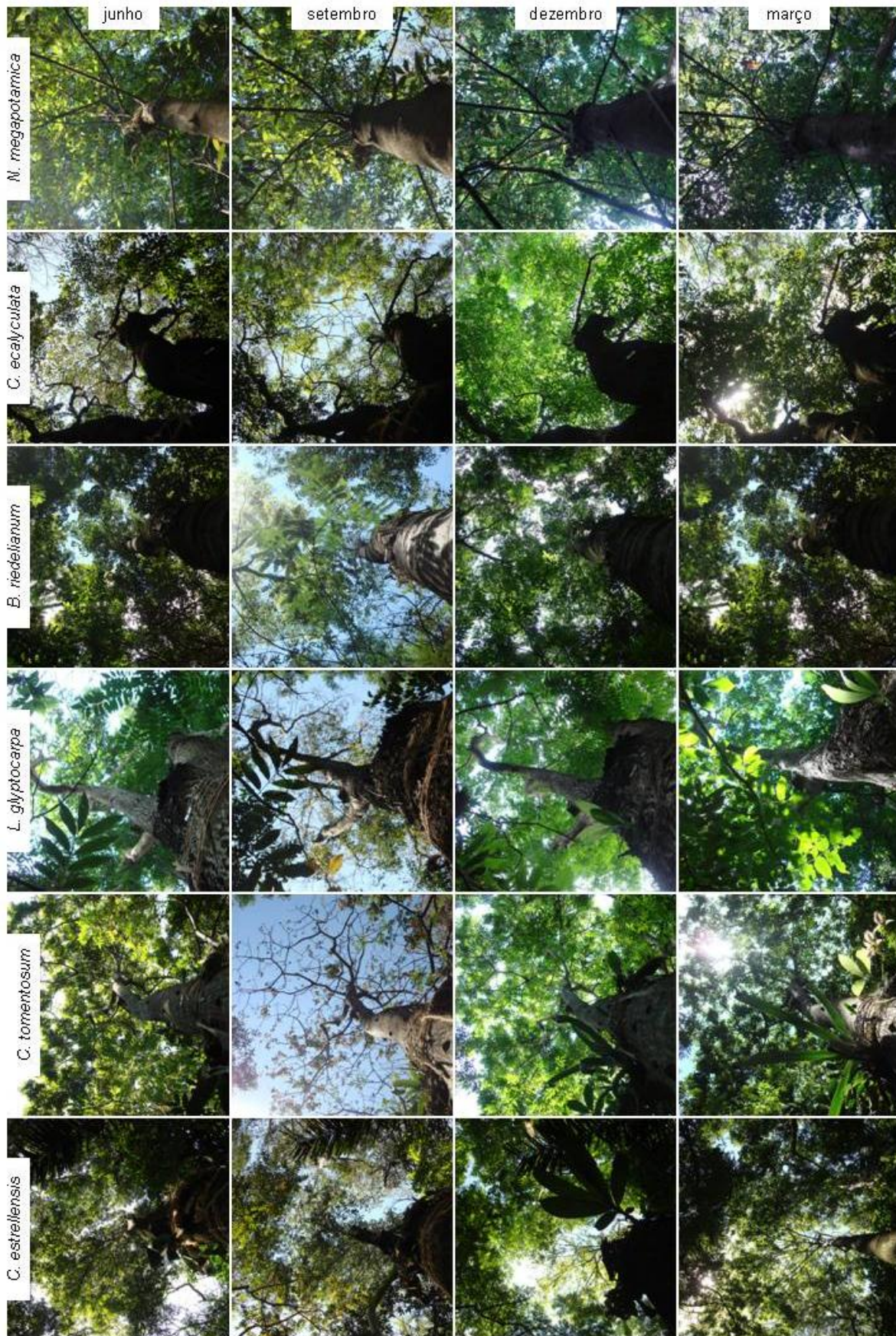


Figura 3.6 - Fotografias de um indivíduo de cada espécie de forófito, nos meses de junho, setembro e dezembro de 2011 e março de 2012, em Iracemápolis-SP

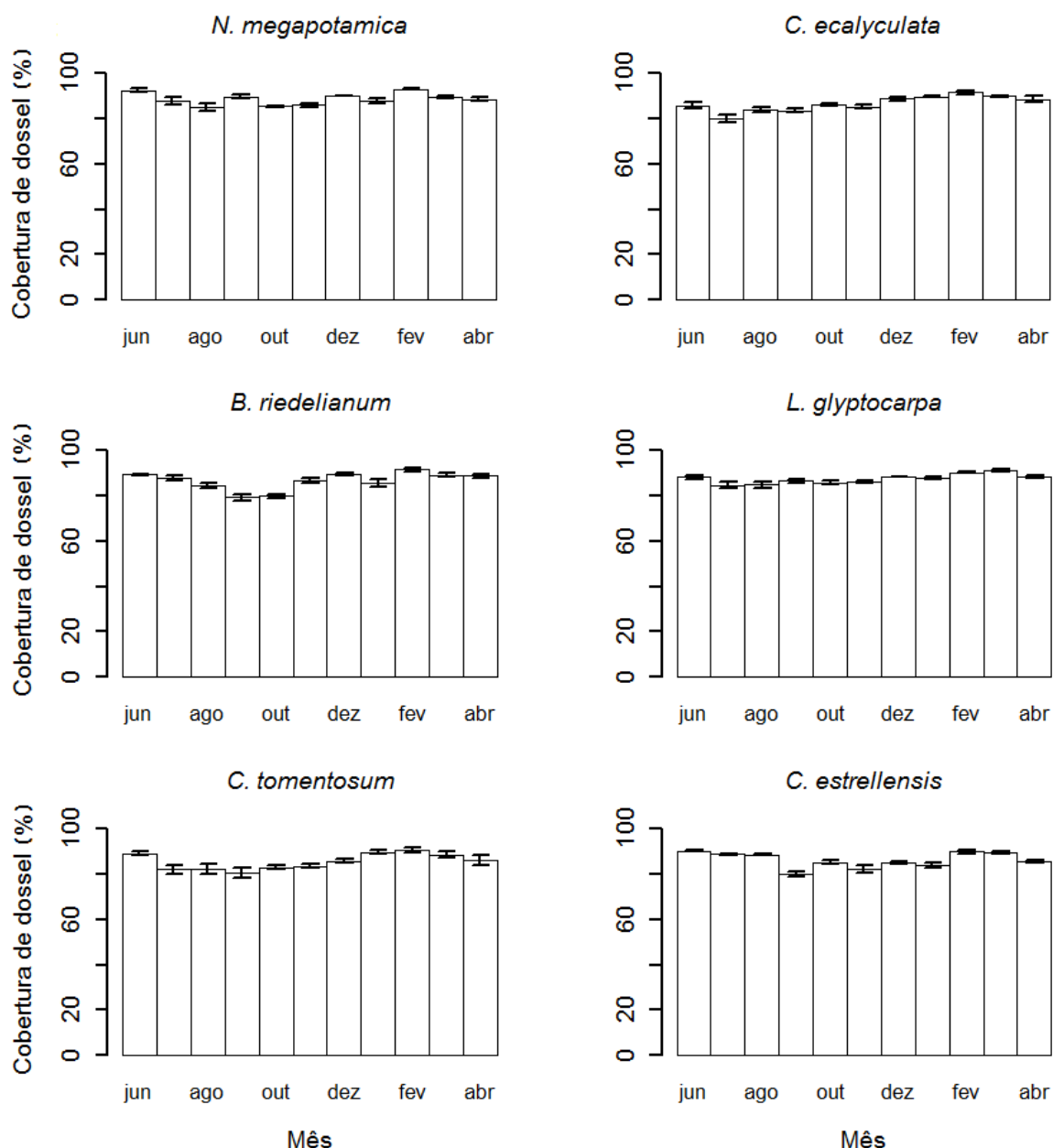


Figura 3.7 - Médias e erros-padrão das medidas de porcentagem de cobertura de dossel em forófitos de seis diferentes espécies, entre os meses de junho de 2011 e abril de 2012, em uma área em processo de restauração há 23 anos, Iracemápolis-SP

3.3.2 Desenvolvimento de epífitas e índices pluviométricos ao longo do tempo

Durante o tempo do experimento, a área de estudo passou por períodos mais secos e períodos de chuvas mais abundantes, havendo um total de 1.365 mm entre os meses inicial e final, incluindo-os. As epífitas apresentaram diferentes respostas de desenvolvimento ao longo do ano. A Figura 3.8 mostra os índices pluviométricos mensais entre abril de 2011 e abril de 2012, assim como o número de epífitas sobreviventes, fixas, que produziram flores ou frutos e a continuidade de crescimento que elas apresentaram ao longo dos meses, para cada espécie delas.

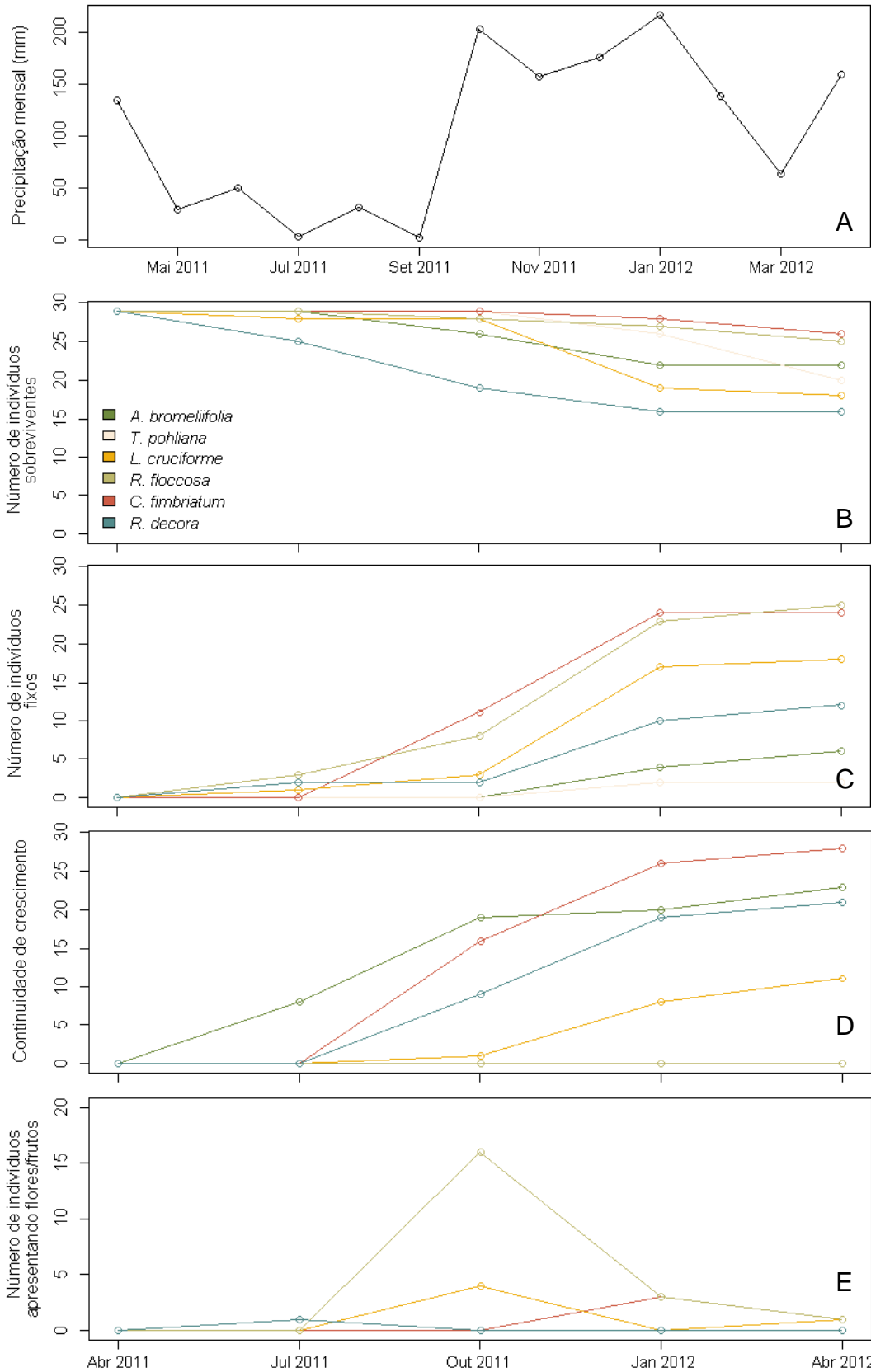


Figura 3.8 - Índices pluviométricos mensais nas proximidades da área de estudo, entre abril de 2011 e abril de 2012 (A), seguido por número de indivíduos de cada espécie de epífitas que sobreviveram (B), fixaram-se (C), emitiram flores ou frutos (E) e contagem do número de ramificações emitidas por eles (continuidade de crescimento) (D), em cada observação realizada. Total de indivíduos: 29 de cada espécie. Iracemápolis-SP

3.3.3 Sobrevivência de epífitas

Espécies da família Orchidaceae apresentaram tanto a maior taxa de sobrevivência, 89,7% dos indivíduos transplantados (*C. fimbriatum*), quanto a menor, 55,2% dos indivíduos transplantados (*R. decora*) (Tabela 3.4). A diferença de sobrevivência foi significativa entre espécies de epífitas ($\chi^2= 13,438$; g.l.= 5; $P= 0,020$) e não significativa entre as espécies de forófitos ($\chi^2= 5,814$; g.l.= 5, $P= 0,325$). Também não houve diferença significativa de sobrevivência entre epífitas transplantadas a troncos de casca lisa e de casca rugosa ($\chi^2= 3,292$; g.l.= 1, $P= 0,070$) e entre epífitas transferidas a forófitos que apresentam diferentes aberturas de dossel, para qualquer espécie delas, de acordo com a análise de regressão logística (*A. bromeliifolia*: $z= -0,853$, g.l.=27, $P=0,394$; *C. fimbriatum*: $z= -0,691$, g.l.=27, $P=0,489$; *L. cruciforme*: $z=0,480$, g.l.=27, $P=0,631$; *R. floccosa*: $z=0,009$, g.l.=27, $P=0,993$; *R. decora*: $z=-0,418$, g.l.=27, $P=0,676$; e *T. pohliana*: $z= -1,767$, g.l.=27, $P=0,077$).

Tabela 3.4 - Porcentagem dos indivíduos de epífitas que sobreviveram (Sob.) um ano após o transplante, entre abril de 2011 e abril de 2012, para cada espécie de epífitas e para cada espécie de forófito. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Rug. indica a rugosidade de tronco do forófito: liso (L) ou rugoso (R). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas as duas por teste Qui-quadrado. Itacemópolis-SP

Epífitas	Família	Sob. (%)	Forófito	Dec.	Rug.	Sob. de epífitas (%)
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	89,7 ^a	<i>B. riedelianum</i>	SD	L	86,7
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	86,2 ^{ab}	<i>C. tomentosum</i>	D	L	80,0
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	75,9 ^{abc}	<i>N. megapotamica</i>	P	L	70,0
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	69,0 ^{abc}	<i>L. glyptocarpa</i>	SD	R	70,0
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	62,1 ^c	<i>C. estrellensis</i>	D	R	66,7
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	55,2 ^c	<i>C. ecalyculata</i>	P	R	62,5

O gráfico da Figura 3.9 mostra o número médio de indivíduos sobreviventes de cada espécie de epífitas e em cada espécie de forófitos, um ano após o início do experimento.

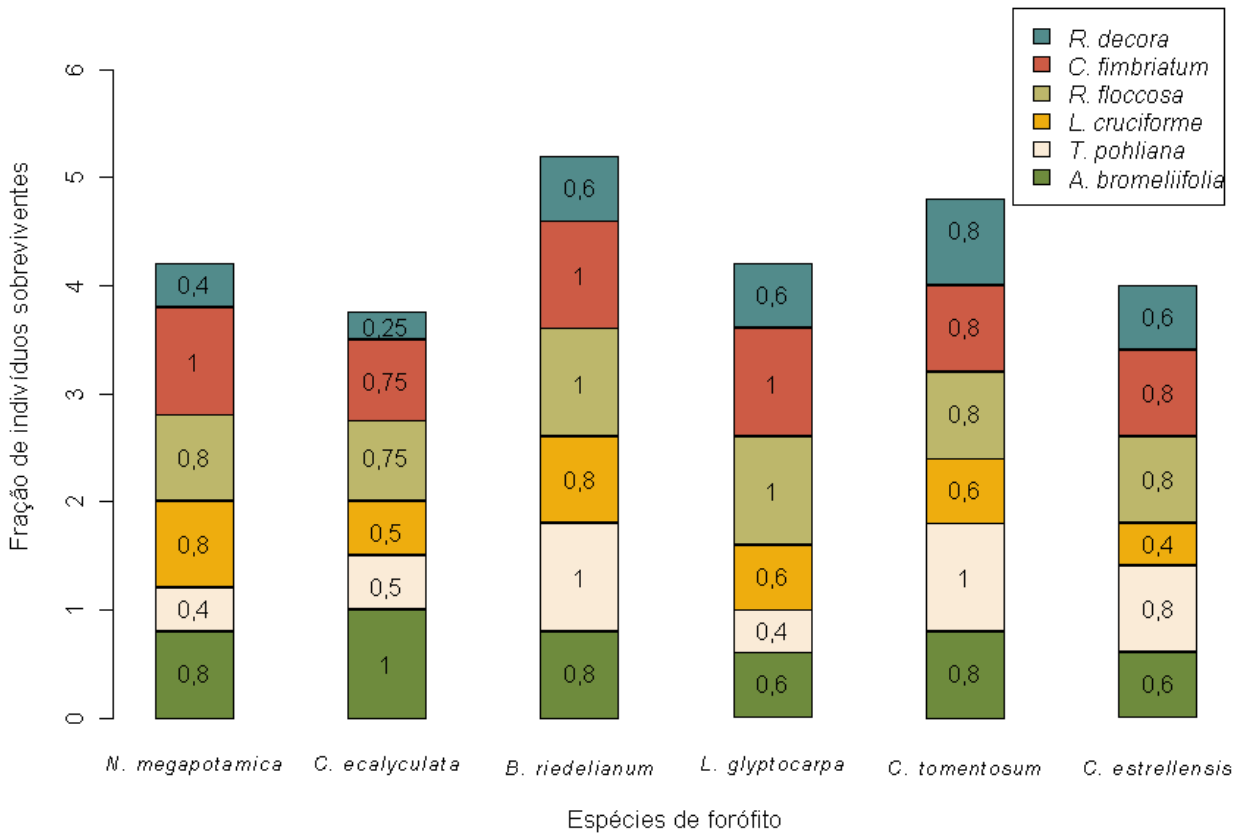


Figura 3.9 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que sobreviveram após um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012, em cada uma das seis diferentes espécies de forófitos utilizadas. Total de indivíduos de epífitas transplantados: 5 indivíduos de cada epífita para cada espécie de forófito, exceto para a espécie de forófito *C. ecalyculata*, que sofreu a queda de um indivíduo, perdendo uma repetição, passando a ter 4 indivíduos de cada espécie de epífita. Iracemópolis-SP

3.3.4 Reprodução de epífitas

A reprodução assexuada de epífitas foi representada pela variável continuidade de crescimento. A análise de variância mostrou uma resposta de continuidade de crescimento significativamente diferente entre as espécies de epífitas ($F= 24,703$; g.l.= 5; $P<2e-16$) e não significativa entre as espécies de forófitos ($F= 0,518$; g.l.= 5; $P= 0,762$), sobre as quais as epífitas cresceram. A Figura 3.10 mostra o número médio de “ramificações” emitidas por cada indivíduo das seis diferentes espécies de epífitas em cada espécie de forófito usada no experimento. As espécies *R. floccosa* e *T. pohliana* não emitiram quaisquer “ramificações” no período de observação de um ano.

A Tabela 3.5 mostra as diferenças de médias de continuidade de crescimento por espécie de epífita, pelo teste de Tukey. A espécie que mostrou maior valor foi *C. fimbriatum*, diferenciando-se significativamente de *L. cruciforme*. As duas espécies

que não apresentaram continuidade de crescimento diferenciaram-se significativamente de todas as demais.

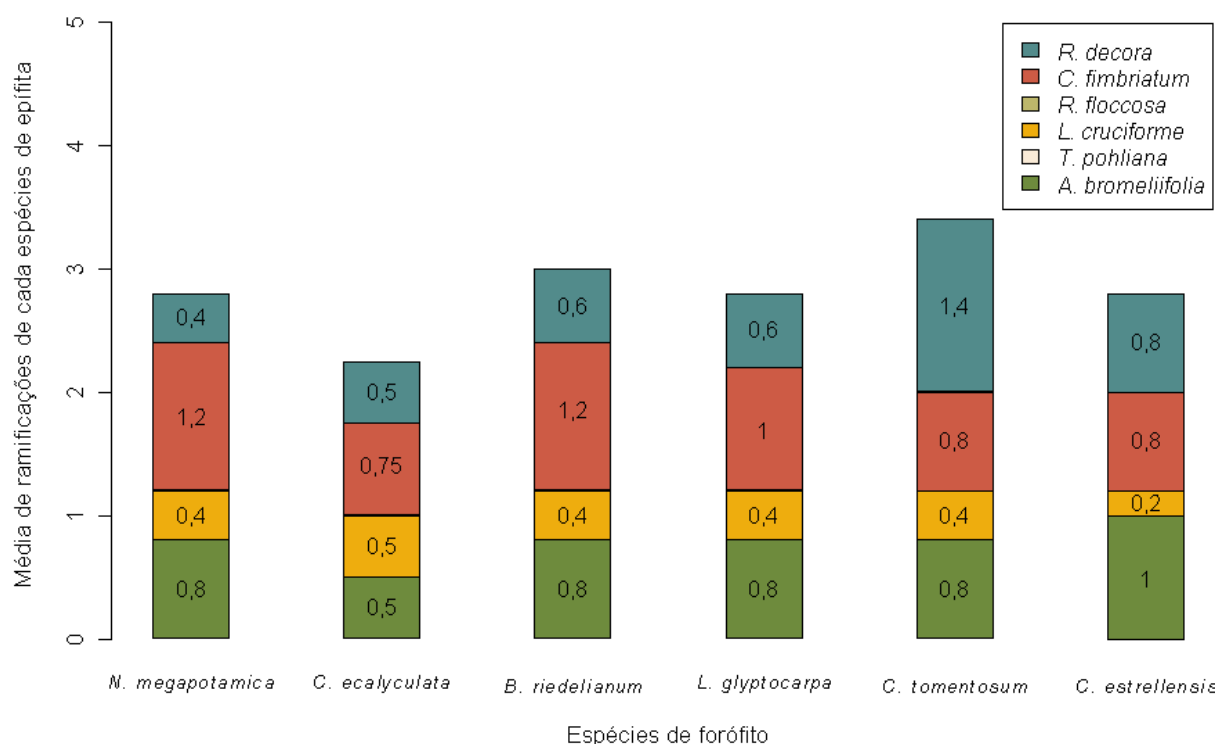


Figura 3.10 - Número médio de ramificações emitidas por indivíduo de cada uma das seis espécies de epífitas colocadas sobre seis diferentes espécies de forófitos, após um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012. As espécies *R. floccosa* e *T. pohliana* não emitiram ramificações. Total de indivíduos de epífitas transplantados: 5 indivíduos de cada epífita para cada espécie de forófito, exceto para a espécie de forófito *C. ecalyculata*, que sofreu a queda de um indivíduo, perdendo uma repetição, passando a ter 4 indivíduos de cada espécie de epífita. Itacemópolis-SP

Tabela 3.5 - Número médio de ramificações emitidas por indivíduo para cada espécie de epífita, entre abril de 2011 e abril de 2012, com seus erros-padrão e os resultados da análise de variância de parcelas subdivididas. Letras sobrescritas iguais: não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Itacemópolis-SP

Espécie de epífita	Família	Média de ramificações	F	g.l.	P
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	0,97 ±1,72 ^a	24,703	5	P<2e-16
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	0,79 ±2,75 ^{ab}			
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	0,72 ±2,74 ^{ab}			
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	0,38 ±2,68 ^b			
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	0,00 ^c			
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	0,00 ^c			

A continuidade de crescimento não se mostrou estatisticamente diferente entre epífitas sobre forófitos de casca lisa e rugosa ($F=0,817$; $g.l.=1$; $P=0,368$). Quanto à cobertura de dossel sobre o forófito, a continuidade de crescimento não se mostrou correlacionada a ela em qualquer das espécies de epífitas, pela análise de correlação usando coeficiente de Spearman (*A. bromeliifolia*: $\rho=0,1296$; $P=0,503$;

C. fimbriatum: rho= -0,199; P= 0,302; *L. cruciforme*: rho= -0,343; P= 0,069; e *R. decora*: rho= 0,0817; P= 0,674). As espécies *R. floccosa* e *T. pohliana* não tiveram qualquer indivíduo que apresentasse continuidade de crescimento.

Considerando a reprodução sexuada, o teste qui-quadrado mostrou significativas diferenças no número de indivíduos que entraram em estado reprodutivo entre as espécies de epífitas ($\chi^2= 51,803$; g.l.= 5; P= 5,921e-10), no decorrer do estudo. Não houve diferenças significativas de floração/frutificação das epífitas transplantadas a diferentes espécies de forófitos ($\chi^2= 4,942$; g.l.= 5; P= 0,423) ou entre as epífitas transplantadas a troncos com cascas de diferentes padrões de rugosidade – lisa ou rugosa ($\chi^2= 0,801$; g.l.= 1; P= 0,371). A Tabela 3.6 mostra a porcentagem de indivíduos de epífitas que apresentaram flores e/ou frutos no decorrer de um ano de observações para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófito que as abrigava. O gráfico da Figura 3.11 mostra a média do número de indivíduos de cada espécie de epífitas que floresceram e/ou produziram frutos sobre cada espécie de forófitos.

Tabela 3.6 - Porcentagem dos indivíduos de epífitas transplantados que floresceram e/ou apresentaram frutos (Flor./frut.) durante o período de um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012, para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófitos. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Rug. indica a rugosidade de tronco do forófito: liso (L) ou rugoso (R). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas as duas por teste Qui-quadrado. Itacemópolis-SP

Epífita	Família	Flor./frut. (%)	Forófito	Dec	Rug	Flor./frut. de epífitas (%)
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	55,2 ^a	<i>N. megapotamica</i>	P	L	23,3
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	13,8 ^b	<i>B. riedelianum</i>	SD	L	20,0
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	13,8 ^b	<i>L. glyptocarpa</i>	SD	R	13,3
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	3,5 ^b	<i>C. estrellensis</i>	D	R	13,3
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	0 ^b	<i>C. ecalyculata</i>	P	R	8,3
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	0 ^b	<i>C. tomentosum</i>	D	L	6,7

A análise de regressão logística mostrou que apenas a epífita *R. floccosa* apresentou decrescente reprodução sexuada em função do aumento da cobertura de dossel ($z= -2,428$, g.l.=27, P=0,015). As duas espécies de Bromeliaceae, *A. bromeliifolia* e *T. pohliana*, não apresentaram flores ou frutos ao longo de um ano de observações. As demais espécies de epífitas não mostraram significativa resposta de reprodução em função da variação de cobertura do dossel sobre elas (*C. fimbriatum*: $z=1,219$, g.l.= 27, P= 0,223; *L. cruciforme*: $z= 0,061$, g.l.= 27, P= 0,952 e *R. decora*: $z= 0,002$, g.l.= 27, P= 0,999).

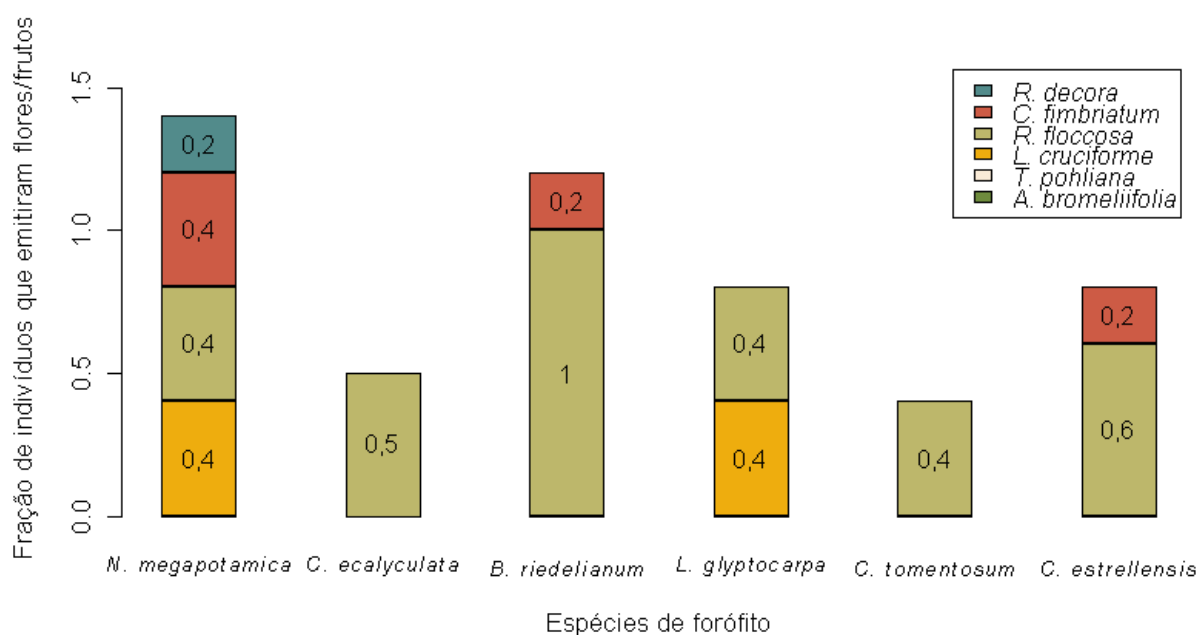


Figura 3.11 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que emitiram flores e/ou frutos, em cada uma das seis diferentes espécies de forófitos, após um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012. Total de indivíduos de epífitas transplantados: 5 indivíduos de cada epífita para cada espécie de forófito, exceto para a espécie de forófito *C. ecalyculata*, que sofreu a queda de um indivíduo, perdendo uma repetição, passando a ter 4 indivíduos de cada espécie de epífita. Iracemápolis-SP

3.3.5 Fixação de epífitas

A fixação de epífitas também se mostrou significativamente diferente entre as suas espécies ($\chi^2 = 61,724$; g.l. = 5; $P = 5,348e-12$) e não significativamente diferente entre as espécies de forófitos ($\chi^2 = 2,267$; g.l. = 5; $P = 0,811$). Também não houve diferença significativa de fixação de epífitas a troncos de diferentes rugosidades ($\chi^2 = 0,368$; g.l. = 1; $P = 0,544$). As bromélias apresentaram uma taxa de fixação menor do que as outras famílias utilizadas no experimento (Tabela 3.7). Na Figura 3.12 podemos observar a fração dos indivíduos transplantados de cada espécie de epífitas que foi capaz de se fixar em cada espécie de forófito

Não foi observada também resposta de fixação de qualquer das espécies de epífitas em função da cobertura de dossel sobre elas, de acordo com a análise de regressão logística (*A. bromeliifolia*: $z = -0,652$, g.l. = 27, $P = 0,514$; *C. fimbriatum*: $z = -1,232$, g.l. = 27, $P = 0,218$; *L. cruciforme*: $z = 0,480$, g.l. = 27, $P = 0,631$; *R. floccosa*: $z = 0,009$, g.l. = 27, $P = 0,993$; *R. decora*: $z = -1,092$, g.l. = 27, $P = 0,275$; e *T. pohliana*: $z = -0,635$, g.l. = 27, $P = 0,525$).

Tabela 3.7 - Porcentagem de fixação das epífitas um ano após serem transplantadas, entre abril de 2011 e abril de 2012, de acordo com a espécie de epífita e com a espécie de forófito. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Rug. indica a rugosidade de tronco do forófito: liso (L) ou rugoso (R). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas as duas por teste Qui-quadrado. Itacemópolis-SP

Epífita	Família	Fixação (%)	Forófito	Dec.	Rug.	Fixação de epífitas (%)
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	86,2 ^a	<i>B. riedelianum</i>	SD	L	56,7
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	82,8 ^{ab}	<i>L. glyptocarpa</i>	SD	R	56,7
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	62,1 ^{bc}	<i>C. tomentosum</i>	D	L	50,0
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	41,34 ^{cd}	<i>N. megapotamica</i>	P	L	50,0
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	20,7 ^e	<i>C. estrellensis</i>	D	R	43,3
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	6,9 ^e	<i>C. ecalyculata</i>	P	R	41,7

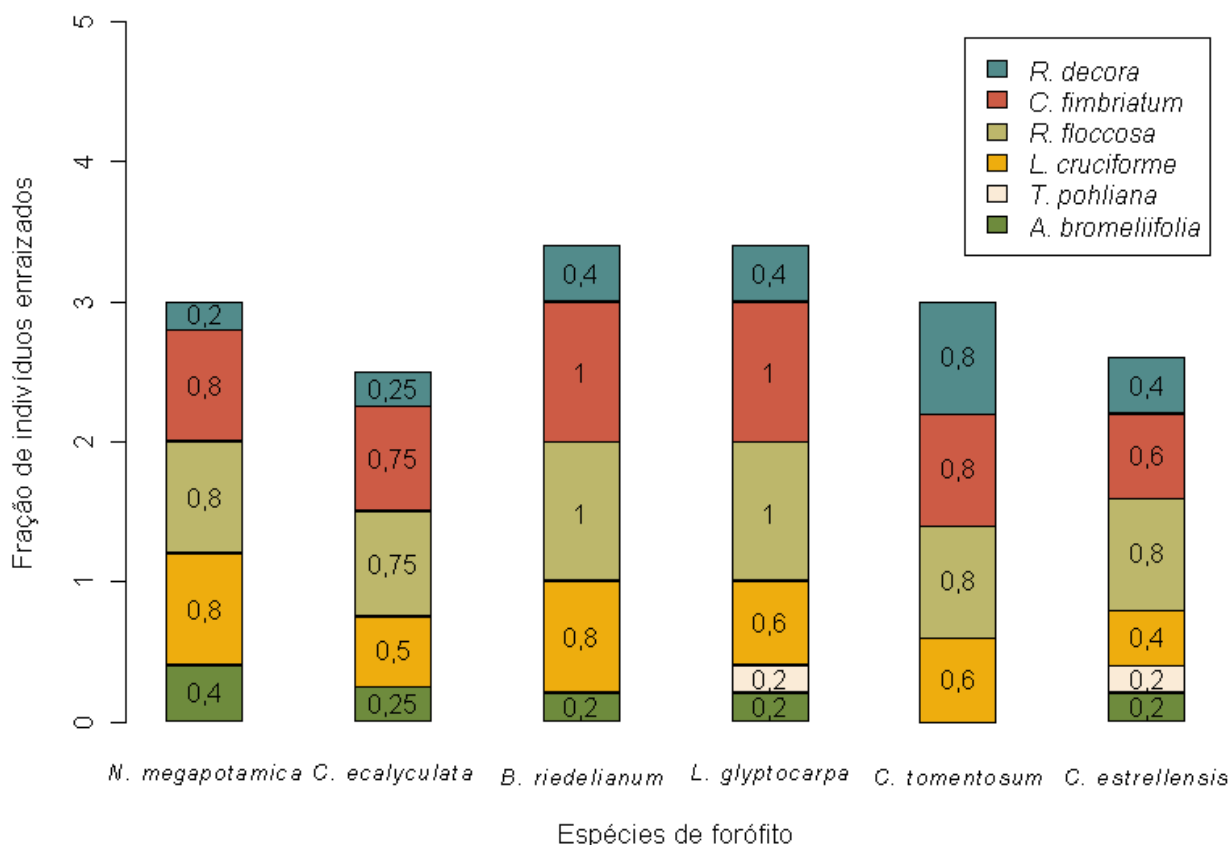


Figura 3.12 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que se fixaram a cada uma das seis diferentes espécies de forófitos, após um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012. Total de indivíduos de epífitas transplantados: 5 indivíduos de cada epífita para cada espécie de forófito, exceto para a espécie de forófito *C. ecalyculata*, que sofreu a queda de um indivíduo, perdendo uma repetição, passando a ter 4 indivíduos de cada espécie de epífita. Itacemópolis-SP

3.3.6 Sobrevivência e crescimento de *A. bromeliifolia*

A espécie *A. bromeliifolia* apresentou diferença significativa entre os diferentes blocos de tamanho para sobrevivência ($\chi^2 = 8,066$; g.l. = 2; $P = 0,0177$) e para continuidade de crescimento ($F = 6,107$; g.l. = 2, $P = 0,008$). Isso sugere que,

nessa espécie, as plantas de menor porte não foram capazes de sobreviver até chegarem à idade de emitirem brotos. Enquanto isso, as de porte intermediário se mostraram mais capazes de sobreviver e se perpetuar no ambiente por meio da propagação vegetativa do que as primeiras (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 - Porcentagem dos indivíduos transplantados sobreviventes após um ano de observações, entre abril de 2011 e abril de 2012, e média do número de brotos emitidos no mesmo período por indivíduos de *A.*, divididos em três grupos, de acordo com sua massa inicial, no momento do transplante. Letras sobrescritas iguais: não diferem entre si pelo teste de Tukey ou pelo teste Qui-quadrado. Itacemápolis-SP

Grupo	Massa inicial (g)	Sobrevivência (%)	Brotos/indivíduo
1	8,7 - 78,8	50,0 ^c	0,33 ^b
2	105,5 - 239,4	100,0 ^{ab}	1,36 ^a
3	250,1 - 949,2	83,3 ^{bc}	0,67 ^{ab}
		($\chi^2=8,066$; g.l.=2; P=0,0177)	(F=6,107; g.l.=2, P=0,008)

3.4 Discussão

3.4.1 É possível transplantar epífitas adultas a florestas em processo de restauração de 23 anos, de modo que possam sobreviver, desenvolver-se e deixar descendentes no ambiente para onde foram transplantadas?

Estudo de transplantes incluindo indivíduos adultos de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae, coletados em áreas de mata atlântica no estado de São Paulo, suprimidas para a construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas, mostraram sobrevivência de 80% quando a transferência foi realizada no período de chuva e 40% de sobrevivência quando transferidos no período seco (NIEVOLA; TAMAKI, 2009). Já os estudos de Jasper e colaboradores (2005), sobre transferência de indivíduos adultos dessas mesmas famílias entre florestas de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, demonstram sobrevivências médias de 80,7% para Cactaceae, 73,6% para Orchidaceae e 67% para Bromeliaceae, após 10 meses de observação. Mais especificamente, dentro da família Cactaceae, a taxa de sobrevivência de *L. cruciforme* foi de 172% e de *R. floccosa* foi de 85,2%. Como podemos ver, esse trabalho mostra sobrevivência acima de 100% em uma das espécies. Isso porque nos métodos usados por Jasper e colaboradores (2005), foram contados como sobreviventes todos os indivíduos que resistiram ao transplante e mais aqueles que

se originaram de brotos, como propagação vegetativa. Nós, no presente trabalho, não contamos os indivíduos originados por ramificações como “indivíduos sobreviventes”, mas os computamos na variável “continuidade de crescimento”. Por isso os números apresentados por Jasper e colaboradores (2005) não são exatamente comparáveis aos do presente experimento, mas podem exemplificar como se sucederam outros trabalhos feitos nesse assunto no Brasil. Apesar dessa diferença de métodos, podemos ainda assim dizer que os valores encontrados relativos à sobrevivência de epífitas transferidas a uma área em processo de restauração com cerca de 23 anos, que variaram entre 55,2 e 89,7% dos indivíduos transplantados em um período de um ano, não divergiram muito daqueles encontrados para transplantes a florestas nativas maduras. Logo, uma floresta em processo de restauração com tal idade não se mostrou menos permeável que florestas nativas à introdução de epífitas, pelo menos dentro da curta escala de tempo considerada. Pretende-se continuar com observações na área, a fim de monitorar a permanência das populações transplantadas ao longo do tempo.

Já estudos considerando semeadura de epífitas em florestas mostraram baixas taxas de germinação, entre zero e 33,7% (WINKLER; HÜLBER; HIETZ, 2005; MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; GOODE; ALLEN, 2009), em contraposição a altas taxas de germinação encontradas sob condições ótimas em laboratório, 92 a 100% (MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008; GOODE; ALLEN, 2009). Em função disso, estudo conclui que seria mais vantajoso promover germinação de sementes de epífitas em laboratório e depois realizar o transplante dos jovens do que semeá-las diretamente à floresta (TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008). Assim, outros estudos se encarregaram de realizar esses transplantes de plântulas. A sobrevivência delas se mostrou muito variável entre distintas espécies e diferentes trabalhos realizados, mostrando valores de 9,3 a 82,6% dos indivíduos, pelo menos um ano após transplante (ZOTZ; VOLLRATH, 2002; TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008; SCHEFFKNETCH et al., 2012). No presente trabalho, a sobrevivência de epífitas adultas um ano após a transferência apresentou um intervalo de valores mais elevados que esses supracitados. Podemos ver que a fase de vida adulta se mostrou adequada para que se obtivesse sucesso de sobrevivência de epífitas transplantadas. Logo, quando se tem disponíveis indivíduos adultos de epífitas provenientes de áreas que serão desmatadas (como as citadas no capítulo 2), seu transplante se mostra uma forma eficiente de

introdução de suas espécies a florestas em processo de restauração, visto o sucesso em sua sobrevivência inicial (período de um ano). Ao mesmo tempo em que se promove uma destinação eficiente ao material proveniente de supressão vegetal, promove-se o enriquecimento de floresta em restauração.

Ainda em relação à fase de vida das epífitas a serem transplantadas, Jasper e colaboradores (2005) obtiveram sobrevivência maior para os indivíduos de Bromeliaceae transferidos quando mais jovens. Não deixaram, contudo, de considerar importante o transplante de indivíduos adultos, por eles entrarem em fase de reprodução sexuada mais rapidamente, permitindo a produção de sementes. No presente trabalho, de forma diferente, foi notado para a espécie de bromélia *A. bromeliifolia* que os indivíduos de menor tamanho foram menos capazes de sobreviver à transferência do que aqueles maiores. Os de tamanho intermediário foram os mais eficientes em sobreviver e em deixar descendentes por meio da propagação vegetativa. Isso não era originalmente um dos objetivos a serem testados neste estudo. Entretanto, foi uma tendência que se mostrou no decorrer dele, e interessante para determinar quais procedimentos se usar no enriquecimento de florestas em restauração usando essa forma de vida. Pela relevância da informação, sugerimos que estudos sejam feitos com o específico objetivo de testar a influência do tamanho e fase de vida iniciais de epífitas no sucesso do transplante.

A eficiência da fixação das epífitas transplantadas foi maior em nove meses após o transplante (mês de janeiro), coincidindo com o período de chuvas mais abundantes (Figura 3.8). Segundo Benzing (2004), como epífitas dependem da precipitação e do depósito de substâncias nutrientes, os recursos são disponibilizados a elas em pulsos, havendo grande diferença em seu desenvolvimento entre estações seca e úmida, já que a água é o recurso que mais comumente limita seu crescimento. Isso explica seu enraizamento mais intenso no período chuvoso.

Sendo assim, o material utilizado para prender inicialmente as plantas aos forófitos deve ser de qualidade suficiente para resistir até que as primeiras possam emitir raízes e se fixarem sozinhas aos últimos, o que provavelmente ocorrerá na próxima estação chuvosa. No caso do presente trabalho, esse tempo foi de nove meses. Segundo Jasper e colaboradores (2005), a principal causa de morte de epífitas transplantadas foi a queda, o que mostra a importância de uma efetiva

fixação para a permanência da forma de vida no ambiente. O barbante de sisal aqui usado foi capaz de resistir a quase um ano de observações, com a vantagem de ser um material biodegradável e não deixar resíduos na floresta onde se está realizando o enriquecimento.

Quanto à reprodução, no geral podemos dizer que o período de um ano se mostrou pequeno para que ela pudesse ser observada para todas as epífitas (Figura 3.8). Espécies como *R. floccosa* e *T. pohliana* não apresentaram propagação vegetativa no período. Já para metade das espécies, *C. fimbriatum*, *A. bromeliifolia* e *R. decora*, a reprodução vegetativa se mostrou eficiente, já que mesmo nesse curto período de um ano, o número de ramificações emitidas (variável “continuidade de crescimento”) foi equivalente a mais de 2/3 do número de indivíduos transplantados. A reprodução sexuada se deu em menor proporção que a propagação vegetativa, de forma que duas espécies não emitiram flores ou frutos no período de um ano de observações (*A. bromeliifolia* e *T. pohliana*), a maioria das demais apresentou um número muito baixo deles e apenas na espécie *R. floccosa* metade dos indivíduos floresceu. Uma possível explicação para isso é que espécies diferentes podem apresentar distintas velocidades de resposta aos estímulos ambientais, mas em geral a forma de vida epífita apresenta desenvolvimento lento, com fase juvenil prolongada (BENZING, 2004). Contudo, seria necessário observar as plantas por um prazo maior para constatar se a baixa reprodução se deu apenas por uma questão de tempo ou de aclimatação.

O pico de propagação vegetativa se deu já no início da estação chuvosa, tendo sido verificado entre os meses de outubro e janeiro (entre 6 e 9 meses após o transplante), condizendo com o fato de que epífitas têm a água como o maior fator limitante ao crescimento (BENZING, 2004). Da mesma forma para a reprodução sexuada, maior número de indivíduos apresentaram flores ou frutos no início do período chuvoso, no mês de outubro. Alguns estudos de epífitas mostram a maioria das espécies florescendo no início da estação chuvosa (LIEBSCH; MIKICH, 2009; MONTEIRO et al., 2012). Apesar de herbáceas tenderem a se reproduzir em estação úmida, pela limitação de água em períodos secos, plantas podem apresentar floração e frutificação em diferentes épocas, de forma a evitar competição por polinizadores e dispersores (RAMÍREZ, 2002). Aqui, pelo baixo número de indivíduos que se reproduziram, não podemos fazer uma análise detalhada disso, porém podemos perceber uma tendência de as duas orquídeas

florescerem em épocas diferentes, enquanto as cactáceas floresceram numa época intermediária às primeiras.

É importante ressaltarmos aqui que as orquídeas que floresceram não apresentaram frutos posteriormente. Apesar de entre as epífitas a autogamia possivelmente ser mais comum que em outros grupos de plantas (BENZING, 2004), ainda há grande número delas polinizadas por aves, morcegos e diversos insetos (van DULMEN, 2001; TSCHARPKA; VON HELVERSEN, 2007). Muitas também são zoocóricas, dependendo de animais para a dispersão de diásporos (LIEBSCH; MIKICH, 2009). Assim, mesmo que florestas em processo de restauração proporcionem ambiente adequado para a floração e frutificação, a chegada de fauna que atue como polinizadora e dispersora pode ser um gargalo para a reprodução sexuada de epífitas, principalmente para aquelas que contam com animais muito especializados para isso.

3.4.2 Diferentes forófitos ou características deles influenciam sobrevivência, crescimento, fixação e reprodução de epífitas transplantadas?

Esperava-se observar diferenças de desenvolvimento entre as epífitas colocadas sobre diferentes espécies de forófitos, os quais apresentavam distintos padrões de rugosidade de casca e de exposição à luz. Isso porque levantamentos realizados com populações naturais delas, em florestas, mostraram riqueza ou abundância de epífitas relacionadas a determinadas espécies das árvores que as continham (CALLAWAY et al., 2002; BREIER, 2005; OTERO; ARAGÓN; ACKERMAN, 2007; BENAVIDES et al., 2011), ou a padrões apresentados por elas, como características de superfície do tronco (CALLAWAY et al., 2002; ADDO-FORDJOUR et al., 2009) e quantidade de luz que atravessava seus dosséis (CALLAWAY et al., 2002). Os forófitos podem atuar como espécies engenheiras do ecossistema (JONES; LAWTON; SHACHAK, 1997), oferecendo diferentes condições como textura de substrato, capacidade de retenção de água, ambiente químico, filtragem da luz solar, acúmulo de húmus (FREIBERG, 2001, CALLAWAY et al., 2002, GANDOLFI; JOLY; LEITÃO FILHO, 2009). Se, no presente experimento, epífitas demonstrassem melhor desenvolvimento em algum padrão demonstrado pelos forófitos, essa informação poderia ser usada para direcionar futuros transplantes delas para enriquecimento de florestas em restauração.

Não foi, contudo, encontrada diferença significativa na sobrevivência, continuidade de crescimento, reprodução sexuada e fixação de epífitas em forófitos de espécies distintas. A análise de medidas de cobertura de dossel não separou os forófitos em espécies perenifólias, semidecíduas e decíduas, ela apenas diferenciou uma espécie perenifólia de uma decídua (Tabela 3.3). Um dos motivos para que isso tenha ocorrido é que a medida obtida pelo densímetro em cada parte do dossel não leva em conta apenas o forófito sobre o qual a epífita se encontra, mas também sofre influência de outras árvores da vizinhança. Pelas fotografias, podemos observar que as árvores vizinhas podem apresentar fenologia de perda foliar muito diferente dos forófitos utilizados (Figura 3.6), e assim influenciar a chegada de luz às epífitas. Outro possível motivo é que muitas vezes as diferenças intraespecíficas entre árvores podem ser maiores que as interespecíficas (HUBBELL, 2005), o que pode ter dificultado o agrupamento de espécies de forófitos quanto a sua fenologia de perda foliar. Ainda, a duração da deciduidade pode ter contribuído para as espécies não terem sido divididas de acordo com a fenologia de perda foliar. Uma deciduidade curta pode ser funcionalmente igual a um comportamento semidecidual, ou até perenifólio. Enquanto o jequitibá branco, *C. legalis*, tem uma deciduidade de uma semana apenas, rebrotando em seguida, outras espécies podem ficar meses sem folhas. Assim, os resultados podem mostrar algum efeito nas análises em casos de deciduidade mais longa.

De mesma forma, não foram encontradas diferenças significativas na sobrevivência, continuidade de crescimento, reprodução sexuada ou fixação das epífitas em função de diferentes padrões de rugosidade de casca (lisa ou rugosa) apresentados pelas árvores portadoras delas. Já cobertura de dossel apresentou influência positiva significativa sobre a produção de flores e frutos apenas na espécie *R. floccosa*.

Os diferentes graus de abertura de dossel de forófitos poderiam proporcionar diferentes níveis de passagem de luz, mudanças na temperatura superficial do tronco e redução na umidade da casca (FREIBERG, 2001). Podemos inferir variados efeitos que isso ocasionaria sobre o desenvolvimento das epífitas, como dessecação, fotoinibição, aumento da fotossíntese, estresse hídrico, fótico ou térmico. A espécie *R. floccosa* mostrou maiores índices de reprodução sexuada para os indivíduos mais expostos à luz, o que pode estar relacionado a uma mais rápida maturação sexual em ambientes mais abertos (CASCANTE-MARÍN et al, 2009).

Contudo, para todas as demais espécies, sob valores médios anuais de coberturas de dossel entre 79,3 e 92,9% para diferentes indivíduos de árvores (com amplitude total de medidas entre 65,7 e 97,1% em diferentes épocas do ano) esses fatores não foram capazes de fornecer diferenças significativas em seu desenvolvimento. Possivelmente a luz, dentro dessa amplitude de valores considerados, foi um fator pouco determinante no desenvolvimento delas, entre tantos fatores ambientais aos quais elas estão expostas. De fato, há trabalhos mostrando que há características em forófitos que exercem influência mais significativa sobre a abundância de epífitas do que a intensidade de luz que a elas chega como, por exemplo, a capacidade de retenção de água do tronco (CALLAWAY et al., 2002).

A rugosidade do tronco poderia oferecer diferentes condições para o desenvolvimento de epífitas, principalmente por alterar sua capacidade de fixação e por proporcionar diferenças na retenção de água pela casca (CALLAWAY et al., 2002). Isso não ocorreu entre as plantas estudadas, as quais não mostraram quaisquer diferenças quando transferidas a forófitos de superfície lisa ou rugosa. Se a área de estudo não sofresse restrições hídricas ao longo do ano, possivelmente não haveria diferença, para uma epífita, entre ser colocada sobre superfícies de casca que retêm muita ou pouca água (CALLAWAY et al., 2002). No entanto, houve na região marcado período de poucas chuvas, não havendo disponibilidade contínua de água para as plantas.

Um fator que pode ter contribuído para que a não preferência de epífitas por padrões de rugosidade de tronco ocorresse é o fato de as cascas lisas e rugosas não se diferenciarem tão consideravelmente nas idades em que as árvores estudadas se encontravam. À medida que árvores se tornam mais velhas e sofrem crescimento secundário por mais tempo, podem apresentar em seus troncos microambientes mais variados (FLORES-PALÁCIOS; GARCIA-FRANCO, 2006). Segundo Torres, Kinoshita e Martins (1994), as cascas de árvores podem se apresentar em grande diversidade de padrões, mesmo dentro de uma mesma espécie de árvores, em função de seu habitat, idade ou porte. Na floresta em processo de restauração em questão, todas as árvores tinham menos de 23 anos, no início do experimento. Essa idade possivelmente não foi suficiente para que os forófitos mostrassem padrões de superfície tão diversificados que pudessem influenciar o desenvolvimento de epífitas sobre eles. Outra hipótese é de que a

rugosidade de tronco influencie a fixação de sementes e plântulas recém-germinadas, mas não de plantas adultas que foram fixada artificialmente.

Como epífitas não apresentaram diferenças de sobrevivência em função de diferentes espécies e características, e apenas em algumas ocasiões apresentaram diferenças na reprodução, o presente trabalho não fornece fortes indícios de que a sobrevivência diferencial dessas plantas na fase adulta possa explicar a distribuição viesada em suas populações naturais. De fato, outros estudos defendem que sua distribuição preferencial em algumas árvores ocorre como consequência da dispersão de diásporos (WOLF, 1994; ZOTZ; VOLLRATH, 2002, MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; CASCANTE-MARÍN et al., 2009), da germinação de sementes (MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; HIETZ et al., 2012; SCHEFFKNECHT et al., 2012), da sobrevivência de plântulas (WINKLER; HÜLBER; HIETZ, 2005; SCHEFFKNECHT et al., 2012) ou de eventos estocásticos na colonização (HUBBELL, 2005; CASCANTE-MARÍN et al., 2008), havendo aqui apenas poucos indícios de padrões de forófitos que possam favorecer o sucesso de epífitas adultas transplantadas a florestas em processo de restauração, pelo menos para aqueles fatores analisados e em sua amplitude e escala de tempo aqui consideradas. Nossos resultados apenas sugerem que, para determinadas espécies, a luz pode estimular a floração e frutificação. Contudo, esses foram apenas indícios fracos que não podem ser generalizados, já que foram observados apenas em uma das seis espécies estudadas. Mostra-se aqui a grande importância do estudo da biologia das epífitas para o sucesso do transplante.

3.4.3 Espécies de epífitas apresentam diferentes respostas de sobrevivência, crescimento, fixação e reprodução, quando transplantadas?

Diferenças na mortalidade e na capacidade de se reproduzir entre as espécies de epífitas podem levar à criação de distintas populações dentro da comunidade (NADKARNI; SOLANO, 2002; WINKLER; HÜLBER; HIETZ, 2005; CASCANTE-MARÍN et al., 2009). Obtivemos diferentes graus de sucesso de sobrevivência, enraizamento, propagação vegetativa e reprodução sexuada para as epífitas analisadas. Contudo, não nos interessa aqui escolher quais delas sejam mais eficientes para serem transplantadas e sim conservar sua biodiversidade. Logo, temos interesse em estudar a melhor forma de manter a maior diversidade possível

dessas plantas na comunidade formada em uma floresta em processo de restauração.

As bromélias transplantadas apresentaram níveis intermediários de sobrevivência, em comparação com as outras famílias estudadas. Seus níveis de fixação, contudo, foram os mais baixos encontrados. De acordo com Jasper e colaboradores (2005), a má fixação é a principal causa para que epífitas não se mantenham no ambiente ao qual foram transferidas. Mesmo que uma planta consiga se manter viva, o transplante não será bem sucedido se a ela não tiver meios de permanecer sobre o forófito. Assim, para *A. bromeliifolia* e *T. pohliana* em especial, deve-se atentar que a forma de amarrá-las ao forófito seja eficiente. Como no período de um ano elas apresentaram baixo enraizamento, pode ser eficiente prendê-las com um material que dure mais tempo que o barbante de sisal utilizado, como, por exemplo, arame. A desvantagem disso é que o material não é biodegradável. Para *T. pohliana*, que apresenta menor porte que *A. bromeliifolia*, pode ser efetivo colocá-las entre galhos finos na copa de árvores, onde elas possam se apoiar. De fato, quando foi realizada a coleta de indivíduos adultos dessa espécie, observou-se que muitos deles se encontravam posicionados dessa forma, nas copas.

Epífitas apresentam usualmente crescimento lento com longa fase juvenil (BENZING, 2004). Isso pode justificar por quê as bromélias estudadas não floresceram e frutificaram no período de um ano, o qual já se esperava ser muito curto para observar reprodução das plantas. A espécie *T. pohliana* também não mostrou propagação vegetativa (continuidade de crescimento). Segundo Nievola; Mercier; Majerowicz (2001), seu crescimento pode ser bastante aumentado se ela receber combinação de diferentes compostos de nitrogênio (NO_3^- e NH_4^+). As bromélias tanque, como *A. bromeliifolia*, que acumulam água em estrutura formada pelas bases de suas folhas e além disso podem concentrar maior quantidade de nutrientes, inclusive esses compostos de nitrogênio, e contar com maior aporte de substâncias que favorecem seu desenvolvimento. Isso não ocorre com *T. pohliana*, que é uma bromélia atmosférica, não forma estrutura de tanque, o que pode explicar a lentidão da espécie para emitir novos brotos. Contudo, sabe-se que é comum no gênero *Tillandsia* a autocompatibilidade (GILMARTIN; BROWN, 1985). Não foi encontrado nenhum registro na literatura para a espécie *T. pohliana*, mas, a partir de

observações pessoais, registramos que a espécie foi capaz de produzir frutos, sem aparentemente ter sido polinizada, já que não havia outros indivíduos com flores nas proximidades. Se estudos posteriores comprovarem a possibilidade de autogamia em *T. pohliana*, isso será um fator a favorecer sua permanência em florestas em restauração, apesar da dificuldade de se realizar a propagação vegetativa.

As representantes da família Cactaceae estudadas apresentaram níveis de fixação equivalentes ao de sua sobrevivência, ou seja, as plantas que conseguiram sobreviver puderam se fixar às árvores, no período de um ano. Essas plantas costumam emitir raízes pouco após o transplante, adaptando-se facilmente a ele (JASPER et al., 2005). As duas espécies não mostraram elevadas contagens de continuidade de crescimento, sendo que para *R. floccosa* a emissão de ramificações foi nula. Por outro lado, elas tenderam a apresentar maior nível de floração e frutificação que grande parte das demais espécies analisadas. Para a espécie *R. floccosa*, mais da metade dos indivíduos apresentaram reprodução sexuada em apenas um ano de observações. Ambas as espécies não apresentaram apenas flores, mas também frutos, mostrando que sua reprodução sexuada pode ser eficiente, na floresta para a qual foram transplantadas. Contudo, a dispersão de frutos ocorre por zoocoria, dependendo da presença de animais para que ocorra (NETO; FORZZA, ZAPPI, 2009).

Por último, duas diferentes espécies de orquídeas apresentaram as porcentagens mais baixa e mais alta de sobrevivência. A fixação contou com valores um pouco mais baixos que os de sobrevivência, o que indica que algumas plantas que se mantiveram vivas não puderam se fixar. Isso pode ter ocorrido por algumas delas não terem se aclimatado bem ao lugar, estando vivas após um ano, mas na iminência de perecerem, sem antes se fixar. Ainda, isso pode ter ocorrido pelo fato de determinadas raízes crescerem, mas não encontrarem o substrato para enraizar (JASPER et al., 2005). Isso foi comumente observado em campo já que em cada indivíduo, especialmente em *R. decora*, não era possível prever, no momento do transplante, de que parte da planta as próximas raízes sairiam, para que elas fossem posicionadas corretamente no substrato. Muitas vezes elas apareciam do lado que não estava voltado para o forófito, não contribuindo para a fixação.

Quanto à reprodução das orquídeas, observamos que algumas, embora não numerosas, emitiram flores. Logo, puderam disponibilizar alimento a visitantes florais. Nenhuma, todavia, gerou frutos. Atentamos novamente para a importância da

chegada de polinizadores à área em processo de restauração, já que ambas as orquídeas consideradas contam com a entomofilia (BREIER, 2005). Além disso, é necessário manter numa área certo número de indivíduos de uma mesma espécie de Orchidaceae, para que possam florescer na mesma época e possa ocorrer a polinização. Por outro lado, a propagação vegetativa se mostrou muito eficiente para ambas as espécies, especialmente para *C. fimbriatum*, na qual o número de brotos gerados ao longo de um ano quase se igualou ao número de indivíduos transplantados dessa espécie.

Como podemos observar, diferentes epífitas apresentaram distintos comportamentos no decorrer do experimento. Isso mostra a importância de se estudar cada espécie a fim de realizar um transplante mais bem sucedido.

Referências

ADDO-FORDJOUR, P.; ANNING, A.K.; ADDO, M.G.; OSEI, M.F. Composition and distribution of vascular epiphytes in a tropical semideciduous forest, Ghana. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 47, n. 4, p. 767-773, Dec. 2009.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering plants: APG III The Angiosperm Phylogeny Group. **Journal of Proceedings of the Linnean Society Botany**, London, v. 161, p. 105-121, Oct. 2009.

BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. 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, cap. 1: fase 6, p. 55-61.

BENAVIDES, A.M VASCO, A.; DUQUE, A.J.; DUIVENVOORDEN, J.F. Association of vascular epiphytes with landscape units and phorophytes in humid lowland forests of Colombian Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, vol. 27, n. 3, p. 223-237, May 2011.

BENZING, D.H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M.; RINKER, B. (Ed.). **Forest canopies**. 2nd ed. Boston: Elsevier, 2004. chap. 9, p. 175-211.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P.Y.; NAVE, A.G.; GANDARA, F.B.; BARBOSA, L.M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, May/June 2010.

BRASIL. Lei n. 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1-16.

BREIER, T.B. **Epifitismo vascular em florestas do sudeste do Brasil**. 2005. 139p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CALLAWAY, R.M.; REINHART, K.O.; MOORE, G.W.; MOORE, D.J.; PENNING, S.C. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. **Oecologia**, Berlin, v. 132, p. 221-230, May 2002.

CARVALHAES, M.A.; CUNHA, G.C.; GUSSON, E.; VIDAL, C.Y.; GANDARA, F.B.M. Incorporação de bromélias epífitas no processo de restauração de áreas degradadas na Mata Atlântica – um estudo em Registro, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. 214p.

CASCANTE-MARÍN, A.; WOLF, J.H.D.; OOSTERMEIJER, J.G.B.; den NIJS, J.C.M. Establishment of epiphytic bromeliads in successional tropical premontane forests in Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 40, n. 4, p. 441-448, July 2008.

CASCANTE-MARÍN, A.; MEIJENFELDT, N. von; LEEUW, H.M.H.; WOLF, J.H.D.; OOSTERMEIJER, J.G.B.; den NIJS, J.C.M. Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, vol. 25, n. 1, p. 63-73, Jan. 2009.

CASTANHO, G.G. Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 a 20 anos, no Sudeste do Brasil. 2009. 111p. Dissertação (Mestrado Recursos Florestais, Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CEPAGRI – **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura**. Climas dos municípios paulistas. 2012. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_248.html. Acesso em: 19 dez. 2012.

CUDDINGTON, K.; BYERS, J.E.; WILSON, W.G.; HASTINGS, A. **Ecosystem engineers: plants to protists**. New York: Academic Press, 2007. 405p.

DORNELES, L.T.; TREVILIN, V. Aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook (*Orchidaceae*) obtidas por propagação *in vitro*. **Hieringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 66, n. 2, p. 167-174, dez. 2011.

DULMEN, A. van. Pollination and phenology of flowers in the canopy of two contrasting rain forest types in Amazonia, Colombia. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 153, n. 1/2, p. 73-85, Apr. 2001.

DURIGAN, G.; ENGEL, V.L.; TOREZAN, J.M.; MELO, A.C.G.; MARQUES, M.C.M.; MARTINS, S.V.; REIS, A.; SCARANO, F.R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p.471-485, May/June 2010.

FAO. **State of the world's forests**. Roma, 2011. 164p.

FAYLE, T.M. CHUNG, A.Y.C; DUMBRELL, A.J.; EGGLETON, P.; FOSTER, W.A. The effect of rain forest canopy architecture on the distribution of epiphytic ferns (*Asplenium spp.*) in Sabah, Malaysia. **Biotropica**, Washington, v. 41, n. 6, p. 676-681, Nov. 2009.

FLORES-PALACIOS, A.; GARCIA-FRANCO, J.G. The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 323-330, Feb. 2006.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Editorial Labor, 1953. 1244p.

FORZZA, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B.; Souza, V.C. Introdução. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 1700p.

FREIBERG, M. The influence of epiphyte cover on branch temperature in a tropical tree. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 153, n. 1/2, p. 241-250, Apr. 2001.

GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO H.F. Gaps of deciduousness: cyclical gaps in Tropical Forests. **Scientia Agricola**, Piracicaba, n. 66, n. 2, p. 280-284, Apr./Mar. 2009.

GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, July/Aug. 2007.

GARCIA, L.C.; HOBBS, R.J.; RIBEIRO, D.B.; TAMASHIRO, J.Y.; SANTOS, F.A.M.; RODRIGUES, R.R. Changes in vegetation along restoration time: Influence of composition and diversity of planted trees on natural regeneration. In: WORLD CONFERENCE ON ECOLOGICAL RESTORATION, 4., 2011, Mérida. **Book of abstracts...** Mérida: Society for Ecological Restoration, 2011. 320p.

GENTRY, A.H.; DODSON, C. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 74, n. 2, p. 205-233, 1987.

GILMARTIN, A.J.; BROWN, G.K. Cleistogamy in *Tillandsia capilaris* (Bromeliaceae). **Biotropica**, Washington, v. 17, n. 3, p. 286-289, Sept. 1985.

GOODE, L.K.; ALLEN, M.F. Seed germination conditions and implications for establishment of an epiphyte, *Aechmea bracteata* (Bromeliaceae). **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 204, n. 2, p.179-188, Oct. 2009.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução de Fabrício Beggiano Baccaro et al. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528p.

HIETZ, P.; WINKLER, M.; SCHEFFKNECHT, S.; HULBER, K. Germination of Epiphytic Bromeliads in Forests and Coffee Plantations: Microclimate and Substrate Effects. **Biotropica**, Washington, v. 44, n. 2, p. 197-204, Mar. 2012.

HUBBELL, S.P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 166-172, Feb. 2005.

JAKOVAC, A.C.C.; VOSQUERITCHIAN, S.B.; BASSO, F.A. Epiphytes transplant to improve the diversity on restored areas. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, 2007, Cuba. **Annales...** Cuba: Grupo Cubano de Restauración Ecológica, 2007. (Resumo 207).

JASPER, A.; FREITAS, E. M.; MUSSKOPF, E.L.; BRUXEL, J. Metodologia de salvamento de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae na pequena central hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta – São José do Herval/Putinga-RS-Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 56, p. 265-284, 2005.

JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, Tempe, v. 78, n. 7, p. 1946-1957, Oct. 1997.

LEMMON, P.E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, Washington, v. 55, n. 9, p. 667-669, Sept. 1957.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S.B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 375-391, abr.-jun. 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. 352p.

MONDRAGON, D.; CALVO-IRABIEN, M.L. Seed dispersal and germination of the epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in a tropical dry forest, México. **The Southwestern Naturalist**, Lubbock, v. 51, n. 4, p. 462-470, Dec. 2006.

MONTEIRO, S.H.N.; CARREGOSA, T.; SANTOS, L.A.S.; NASCIMENTO J.E.Jr; PRATA, A.P.N. Survey of orchidaceae from the State of Sergipe, Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 167-174, Apr-Jun 2012.

MORELLATO, L.P.C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

NADKARNI, N.M.; SOLANO, R. Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. **Oecologia**, Berlin, v. 131, p. 580-586, Apr. 2002.

NETO, L.M.; FORZZA, R.C.; ZAPPI, D. Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 18, n. 14, p. 3785-3807, Dec. 2009.

NIEVOLA, C.C.; MERCIER, H.; MAJEROWICZ, N. Levels of nitrogen assimilation in bromeliads with different growth habits. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 9, p. 1387-1398, 2001.

NIEVOLA, C.C.; TAMAKI, V. 2009. O resgate de plantas no trecho sul do Rodoanel Mário Covas. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 55-60.

OTERO, J.T.; ARAGÓN, S.; ACKERMAN, J.D. Site variation in spatial aggregation and phorophyte preference in *Psychilis monensis* (Orchidaceae). **Biotropica**, Washington, v. 39, n. 2, p. 227-231, Feb. 2007.

PETT-RIDGE, J.; SILVER, W.L. Survival, growth, and ecosystem dynamics of displaced bromeliads in a Montane Tropical Forest. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 2, p. 211-224, June 2002.

RAMIREZ, N. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 89, n. 5, p. 836-842, May 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, 2011. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 05 set. 2012.

RODRIGUES, R.R. Florestas ciliares: uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, 2004. 320p.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, p. 1242-1251, Jan. 2009.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.; CRESTANA, M.S.M. Regeneração do entorno da represa de abastecimento de água do município de Iracemápolis/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPAF, 1992. p. 406-416.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguaí e Centrais Elétricas do Estado de São Paulo, 1966. 61p.

SCHEFFKNECHT, S.; HÜLBER, K.; MATA-ROSAS, M.; HIETZ P. Seedling establishment of epiphytic orchids in forests and coffee plantations in Central Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, vol. 26, n. 1, p. 93-102, Jan. 2010.

SCHEFFKNECHT, S.; WINKLER, M.; MATA-ROSAS, M.; HIETZ P. Survival and Growth of Juvenile Bromeliads in Coffee Plantations and Forests in Central Veracruz, Mexico. **Biotropica**. Washington, v. 44, n. 3, p. 341-349, May 2012.

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**, Washington, v. 40, n. 2, p. 246-250, Mar. 2008.

TORRES, R.B.; KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Aplicação de padrões de casca na identificação de árvores da Estação Ecológica de Angatuba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 119-127, dez. 1994.

TSCHAPKA, M.; VON HELVERSEN, O. Phenology, nectar production and visitation behaviour of bats on the flowers of the bromeliad *Werauhia gladioliflora* in a Costa Rican lowland rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 23, p. 385-395, July 2007.

TSCHAPKA, M.; VON HELVERSEN, O. Phenology, nectar production and visitation behaviour of bats on the flowers of the bromeliad *Werauhia gladioliflora* in a Costa Rican lowland rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 23, p. 385-395, July 2007.

WINKLER, M.; HÜLBER, K.; HIETZ, P. Effect of canopy position on germination and seedling survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid Montane Forest. **Annals of Botany**, London, v. 95, n. 6, p. 1039-1047, May 2005.

WOLF, J.H.D. Factors controlling the distribution of vascular and nonvascular epiphytes in the Northern Andes. **Vegetatio**, The Hague, v. 112, n. 1, p. 15-28, May 1994.

WRIGHT, J.P.; JONES, C.G. The concept of organisms as ecosystem engineers ten years on: progress, limitations, and challenges. **Bioscience**, Washington, v. 56, n. 3, p. 203-209, Mar. 2006.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974. 620 p.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. **Acta Oecologica**, Paris, v. 23, n. 2, p. 99-102, May 2002.

4 TRANSPLANTE DE EPÍFITAS PARA ENRIQUECIMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE 13 ANOS

Resumo

A importância de se enriquecer florestas em processo de restauração usando epífitas provenientes de florestas a serem legalmente suprimidas, bem como possíveis modos de se fazer isso, vêm sendo abordados neste trabalho. No Capítulo 3, epífitas transplantadas não mostraram preferência a espécies de forófitos ou a sua rugosidade de tronco, enquanto apenas uma espécie mostrou preferência por determinadas condições de luz. Neste capítulo, questionamos se elas podem ser transplantadas a uma floresta mais jovem e se, nas condições proporcionadas, o comportamento dessas plantas será influenciado por disponibilidade de luz e posição de transplante. Nosso objetivo é o de avaliar como seis espécies de epífitas pertencentes às famílias Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* e *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* e *Rodriguezia decora*) e Cactaceae (*Lepismium cruciforme* e *Rhipsalis floccosa*), nativas de Floresta Estacional Semidecidual, sobrevivem e se desenvolvem quando transplantadas a diferentes posições (tronco e forquilha) de três espécies de forófitos, uma perenifólia, uma semidecídua e a última decídua, em floresta de 13 anos. Epífitas foram avaliadas trimestralmente entre novembro de 2011 e novembro de 2012. Mensalmente, a abertura de dossel foi medida usando-se densiômetro esférico côncavo. Médias anuais de cobertura de dossel variaram entre 62,2 e 85,0% para diferentes forófitos. Transplantes foram consideravelmente mais bem sucedidos que aqueles realizados a floresta de 23 anos, provavelmente porque se deram no início da época de chuvas e por ter sido usada fibra de palmeira para auxiliar a fixação. Depois de um ano de observações, a taxa de sobrevivência foi de 63,33% apenas para uma das espécies de epífitas, enquanto para as outras ela variou entre 93,33 e 100%, valores muito elevados. Sobrevivência, fixação e reprodução não se mostraram relacionados às espécies de forófitos ou à posição de transplante. Esses valores, contudo, se diferiram significativamente entre as espécies de epífitas, mais uma vez. Apenas a espécie *C. fimbriatum* mostrou taxas de fixação e de brotamento positivamente relacionadas à cobertura de dossel. Novamente, a presença de fauna polinizadora e dispersora se mostrou importante para a permanência das plantas na floresta em longo prazo.

Palavras-chave: Restauração Ecológica; Ecologia de Restauração; Manejo adaptativo; Forófito; Deciduidade; Forquilha; Idade da floresta; Facilitação

Abstract

The importance of enriching forests in process of restoration using epiphytes from forests about to be legally suppressed, as well as possible ways to perform it, has been discussed previously in this work. In Chapter 3, epiphytes transplanted showed no preference for phorophyte species or for their bark roughness, while only one species showed preference for determined light conditions. In the current chapter, we question if epiphytes can be transplanted to a younger forest and whether, under its conditions, light availability and attachment position can affect their performances or not. Our goal here is to assess if six epiphyte species among Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* and *Tillandsia pohliana*), Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum*

and *Rodriguezia decora*) and Cactaceae (*Lepismium cruciforme* and *Rhipsalis floccosa*), from Semideciduous Seasonal Semideciduous Forest, can survive and develop when transplanted to different positions (trunk and fork) of three different host tree species, one for each of the following groups: evergreen, semideciduous, and deciduous, in a 13-year-old forest. Epiphytes development was evaluated every three months, from November 2011 to November 2012. On a monthly basis, canopy openness was determined, using a concave spherical densiometer. Annual averages of canopy cover ranged from 62.2 to 85.0% for different phorophytes. Transplantations done in this forest were considerably more successful than the ones in 23-year-old forest, possibly because they were performed at the beginning of the rainy season and due to the method of transplantation using palm trees fiber. After one year, one of the epiphyte species showed survival rate of 63.33%, while the values shown by the others were between 93.33 and 100%. Survival, rooting and reproduction were neither related to phorophyte species nor to attachment position. These rates, however, differed significantly among epiphyte species again. Only the species *C. fimbriatum* showed both rooting and sprouting positively related to canopy cover values. Once more, the presence of pollinator and disperser fauna was considered important for the long-term maintenance of epiphytes in the forest.

Keywords: Ecological Restoration; Restoration Ecology; Adaptive management; Phorophyte; Deciduousness; Fork; Crotch; Forest age; Facilitation

4.1 Introdução

Já foi abordada neste trabalho a importância de se promover o enriquecimento de florestas em processo de restauração, usando epífitas provenientes de florestas a serem legalmente suprimidas (ver Introdução e Introdução do Capítulo 3). No Capítulo 3, foram analisados os resultados de transplantes de epífitas a forófitos que apresentavam diferentes fenologias de perda foliar e rugosidades de casca, em Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 23 anos.

Trabalhos que defendem a necessidade de enriquecimento de florestas em restauração questionam em que idade delas devem ser introduzidas epífitas (DAMASCENO, 2005; GOODE; ALLEN, 2009; GARCIA et al., 2011). Literatura mostra que florestas mais maduras tendem a apresentar maior riqueza de espécies dessa forma de vida (BARTHLOTT et al., 2001; BENAVIDES; WOLF; DUIVENVOORDEN, 2006; CASCANTE-MARIN et al., 2006). A idade avançada das florestas pode ter proporcionado maior permeabilidade para receber epífitas, apresentando maior superfície nas árvores e maior diversidade de microambientes onde elas pudessem se instalar. Por outro lado, há a possibilidade de que

simplesmente, em florestas mais maduras, essa forma de vida tenha tido mais tempo para colonizar a área, e por isso se apresentou em maior riqueza.

Entre tantos fatores que podem estar relacionados ao sucesso do estabelecimento de epífitas, um que ainda não havia sido aqui abordado é posição em que o transplante ocorre no forófito. Em diferentes formações vegetais, foi constatado que forquilhas, ou seja, porções de ramificações de galhos, podem formar uma espécie de solo orgânico, capaz de acumular umidade, a qual pode ser utilizada por epífitas (ANDRADE; NOBEL, 1997; SILLETT; VAN PELT, 2004). Como a água é um dos fatores primordiais para a sobrevivência e desenvolvimento dessas plantas (BENZING, 2004), forquilhas podem ser um local adequado para transplante.

Nesse contexto, as hipóteses a serem testadas neste capítulo, semelhantes àquelas do capítulo anterior, são: 1) É possível transplantar epífitas de florestas a serem legalmente derrubadas a floresta do mesmo tipo de formação vegetal, que está sendo restaurada há 13 anos, de modo que elas possam sobreviver, crescer e deixar descendentes nesse novo ambiente. 2) Essa sobrevivência, desenvolvimento e reprodução dos indivíduos de epífitas pode se mostrar diferencial em distintas espécies de forófitos, de acordo com suas características de perda foliar e com a posição de transplante (tronco sem ramificações ou forquilhas). 3) Essa sobrevivência, desenvolvimento e reprodução dos indivíduos de epífitas pode se mostrar diferencial entre distintas espécies delas.

Com base nessas hipóteses, é o objetivo geral deste capítulo avaliar se seis espécies pertencentes às famílias Bromeliaceae, Orchidaceae e Cactaceae, nativas de Floresta Estacional Semidecidual, quando transferidas a troncos ou forquilhas de três espécies de forófitos que apresentam diferentes padrões de fenologia foliar, pertencentes a Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 13 anos, sobrevivem e se desenvolvem de maneira igual ou distinta.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Área de estudo

A área de estudo se localiza no município de Santa Bárbara D'Oeste (22°49'12"S, 47°25'00"W), a altitude 560 m acima do nível do mar (MÔNICO, 2012). O clima, de acordo com Köppen, é classificado como Cwa (SETZER, 1966). A

precipitação anual média é de 1.466 mm e a temperatura média anual é de 22,2°C, variando entre médias de 18°C e 25°C em diferentes meses (CEPAGRI, 2012).

Trata-se de Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração, localizada ao redor de represa do Ribeirão São Luiz, a qual participa do abastecimento de água de Santa Bárbara D'Oeste. A implantação do projeto de recuperação de mata ciliar se deu entre 1998 e 1999, e ela hoje se apresenta como um fragmento florestal isolado de outras formações vegetais na paisagem em que ocorre (MÔNICO, 2012) (Figura 4.1). De acordo com o DAE (2012), em uma extensão de 12 Km de sua margem, foram plantadas cerca de 34.000 árvores. Os indivíduos utilizados no presente estudo foram escolhidos dentro de uma área de 1 ha, na qual foi realizado levantamento florístico-fitossociológico por Mônico (2012).



Figura 4.1 - Área de estudo no município de Santa Bárbara D'Oeste-SP e detalhe à direita, 2012 (Fonte de imagem de satélite: Google™ Earth, 2012)

4.2.2 Coleta e caracterização de epífitas

Foram usadas as mesmas seis espécies de epífitas referidas no Capítulo 3, cujos nomes constam na Tabela 3.1. Sua identificação foi realizada por comparações a exsiccatas incorporadas ao Herbário ESA, usando sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group III (2009) e nomenclatura de acordo com Forzza et al. (2010). No mínimo 30 indivíduos de cada uma delas foram coletados e caracterizados. Todas são holopífitas (BREIER, 2005; NETO; FORZZA, ZAPPI,

2009), que são plantas que crescem sobre outras durante todo seu ciclo de vida, sem parasitá-las, e não alcançando o solo (FONT QUER, 1953).

De junho a outubro de 2011, foram coletados indivíduos de *Rodriguezia decora* (Orchidaceae) e *Aechmea bromeliifolia* (Bromeliaceae) - ambas espécies de ocorrência em Floresta Estacional Semidecidual – na mesma Floresta Estacional Semidecidual ribeirinha com influência fluvial permanente (nomenclatura de acordo com Rodrigues, 2004) referida no Capítulo 3 (item 3.2.2). Indivíduos de *Aechmea bromeliifolia* (Bromeliaceae) foram deixados sobre o solo, em local sombreado por árvores, até o momento em que fossem transplantados. Os indivíduos de *Rodriguezia decora* (Orchidaceae) foram deixados sobre varal de barbante. Todas as epífitas foram, durante esse período, irrigadas em média três vezes por semana, de acordo com a necessidade.

No início de novembro de 2011, os demais indivíduos de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae necessários para a realização do experimento foram coletados de árvores no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba-SP. As espécies coletadas foram *Tillandsia pohliana* (Bromeliaceae), *Lepismium cruciforme*, *Rhipsalis floccosa* (Cactaceae) e *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae). Espécies estão ilustradas na Figura 3.2, no Capítulo 3.

Os indivíduos usados no experimento foram fotografados, tiveram suas folhas e raízes marcadas com caneta do tipo marcador permanente, para que se pudessem identificar quais folhas e raízes a planta possuía antes do início do experimento e quais se desenvolveram posteriormente. Ainda foram tomadas as seguintes medidas das epífitas: massa fresca da planta, tamanho da planta, número de folhas, tamanho da maior folha, número de ramificações, número de raízes, estado fenológico e observações adicionais quando necessárias.

4.2.3 Transplante de epífitas

Em novembro de 2011, em Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 13 anos, localizada ao redor de represa do Ribeirão São Luiz, no município de Santa Bárbara D'Oeste, foram escolhidos 10 indivíduos de três espécies que se diferenciam pela fenologia de perda foliar (Tabela 4.1), somando ao todo 30 árvores. Em novembro de 2011, a cada indivíduo arbóreo foi transplantado, com uso de barbante de sisal, um indivíduo adulto de cada uma das seis espécies

de epífitas (fotografias na Figura 3.2, lista de nomes na Tabela 3.1), totalizando 180 indivíduos. As epífitas que cada forófito recebeu foram determinadas aleatoriamente. Em metade dos indivíduos das espécies *Sparattosperma leucanthum* e *Erythrina speciosa*, as epífitas foram transplantadas a forquilhas, e na outra metade, foram presas sobre o tronco, em sua face sul. Para a espécie *Bauhinia forficata*, em 4 indivíduos as epífitas foram transplantados a troncos e em 6 indivíduos, a forquilhas. Foram usadas fibras de palmeiras para apoiar as epífitas e para forrar o local de transplante.

Tabela 4.1 - Espécies de forófitos, diferenciando-se por fenologia de perda foliar e posição de transplante das epífitas, em Floresta Estacional Semidecidual em restauração há 13 anos, em Santa Bárbara D'Oeste, 2011. Referências: (1) Morellato (1991); (2) Lorenzi (1992)

Família	Espécies de forófitos	Deciduidade	Posição
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Perenifólia ¹	Tronco
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Perenifólia ¹	Forquilha
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Semidecídua ²	Tronco
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Semidecídua ²	Forquilha
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Decídua ²	Tronco
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Decídua ²	Forquilha

4.2.4 Medidas de condições ambientais

A abertura de dossel sobre cada forófito foi medida mensalmente, entre dezembro de 2011 e novembro de 2012, usando densiômetro esférico côncavo da marca Forest Densimeters, Modelo-C, segundo método descrito no item 3.2.4.

Índices pluviométricos mensais relativos ao período entre novembro de 2011 e novembro de 2012 foram fornecidos pelo Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste (DAE).

4.2.5 Observação de epífitas

Epífitas transplantadas foram observadas a cada trimestre, para verificar seu desenvolvimento durante o intervalo. As observações se deram no início de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2012. Nelas, as plantas foram fotografadas e foram registrados, sobre cada uma delas os seguintes dados: sobrevivência ou morte, fixação, continuidade de crescimento, emissão de novas raízes, de novas

folhas e estado fenológico. Os critérios usados para avaliar cada uma dessas características citadas estão detalhados no item 3.2.5 do Capítulo 3.

4.2.6 Análise de dados

O padrão de abertura de dossel sobre as epífitas, medido pelo densiômetro esférico côncavo, foi analisado por ANOVA de medidas repetidas. Cada um dos 10 indivíduos de uma mesma espécie de forófito, medidos num mesmo dia, foi considerado uma repetição do tratamento. A variável resposta foi a porcentagem de cobertura de dossel. Foi usado um modelo linear da variável dependente em função das espécies e dos indivíduos de forófitos, do mês em que foi realizada a medida e da interação entre a espécie de forófito e o mês. Os dados contaram com transformação arco-seno por se tratarem de valores percentuais (ZAR, 1974).

A sobrevivência, fixação e reprodução sexuada das epífitas, após um ano de observações, foram analisadas por meio de tabelas de contingência. Em tabela 3 X 2 foram dispostos os números de epífitas (somando-se indivíduos de todas as espécies usadas) sobreviventes e mortas em cada uma das três espécies de forófitos. Em tabela 2 X 2 foram mostrados os números de indivíduos sobreviventes e mortos colocados em diferentes posições nas árvores - tronco ou forquilha. Por último, em tabela 6 X 2 foram colocados os números de indivíduos sobreviventes e mortos de cada uma das 6 espécies de epífitas. O teste Qui-quadrado foi aplicado a cada tabela para analisar se houve independência entre o número de indivíduos sobreviventes e mortos em função da espécie de forófito, da posição de transplante e da espécie de epífita. O mesmo procedimento foi realizado para verificar fixação e reprodução sexuada. Tabelas de contingência foram desmembradas para que seus fatores pudessem ser comparados dois a dois, também pelo teste Qui-quadrado.

Para testar se a sobrevivência, a fixação e a reprodução sexuada das epífitas, no período de um ano, variaram de acordo com a cobertura do dossel sobre elas (média das medidas de cobertura de dossel apresentada por diferentes forófitos entre dezembro de 2011 e novembro de 2012), foi feita regressão logística, para cada espécie de epífita separadamente e para cada um dos fatores citados.

A propagação vegetativa nas epífitas foi representada pela variável continuidade de crescimento, correspondente ao número de ramificações emitidas pelos indivíduos. Sua análise foi realizada por ANOVA de dois fatores com parcelas

subdivididas. A variável independente usada foi a continuidade de crescimento. Os fatores foram as espécies de epífitas e as combinações entre espécies de forófitos e posição de transplante. Dessa forma, esse segundo fator contou com seis níveis: *B. forficata* em tronco, *S. leucanthum* em tronco, *E. speciosa* em tronco, *B. forficata* em forquilha, *S. leucanthum* em forquilha e *E. speciosa* em forquilha. As parcelas foram consideradas subdivididas porque todas as espécies de epífitas se encontravam representadas em cada indivíduo de forófito. As médias de continuidade de crescimento de cada espécie de epífitas foram então comparadas pelo teste de Tukey. Um indivíduo de *L. cruciforme* não foi considerado nessa análise. Isso porque ele foi transplantado a uma forquilha baixa, tocou o chão ao crescer e emitiu número de ramificações mais elevado que outros de mesma espécie, na porção que estava em contato com o solo. Logo, gerou dados considerados discrepantes (“outliers”). Os dados se enquadraram melhor ao modelo proposto quando o indivíduo foi excluído.

Essa mesma análise foi realizada utilizando-se como variável independente a posição de transplante (com dois níveis: tronco e forquilha), no lugar das combinações de espécie de forófito com posição de transplante. Isso para avaliar o papel que a transferência de plantas a tronco ou forquilha pode ter exercido sobre o desenvolvimento das epífitas, separadamente do efeito da espécie do forófito.

Foi realizada análise de correlação para verificar a relação entre a continuidade de crescimento e a média da cobertura de dossel sobre as plantas entre dezembro de 2011 e novembro de 2012, para cada uma das espécies de epífitas separadamente. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado porque a variável independente continuidade de crescimento é numérica discreta.

Os delineamentos tiveram como base Gotelli e Ellison (2011) e as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

4.3 Resultados

4.3.1 Padrão de cobertura de dossel sobre forófitos

A amplitude de medidas de cobertura de dossel, para todos os diferentes indivíduos arbóreos, nos diversos meses do ano, se deu entre 38,9% e 91,9%. As médias anuais de cobertura de dossel mostradas por cada forófito variaram entre

62,2 e 85,0%. As médias anuais de cobertura de dossel sobre cada espécie foram 76,31% ($\pm 0,80$) para *S. leucanthum*, 77,24% ($\pm 0,83$) para *E. speciosa* e 77,26% ($\pm 0,95$) para *B. forficata*.

A análise de variância de medidas repetidas mostrou interação significativa entre espécie de forófito e mês analisado ($F = 2,5766$; g.l. = 22; $P = 0,0001879$) e foi também significativa entre os diferentes indivíduos de forófitos ($F = 15,0533$; g.l. = 27; $P < 2,2e-16$) e entre os meses ($F = 37,9391$; g.l. = 11; $P < 2,2e-16$). Distintas espécies de forófitos sozinhas não forneceram diferenças significativas na cobertura de dossel ($F = 1,6080$; g.l. = 2; $P = 0,202$). A Figura 4.2 mostra as médias e erros-padrão de cobertura de dossel, medidas sob as três espécies arbóreas de forófitos aqui consideradas, entre dezembro de 2011 e novembro de 2012.

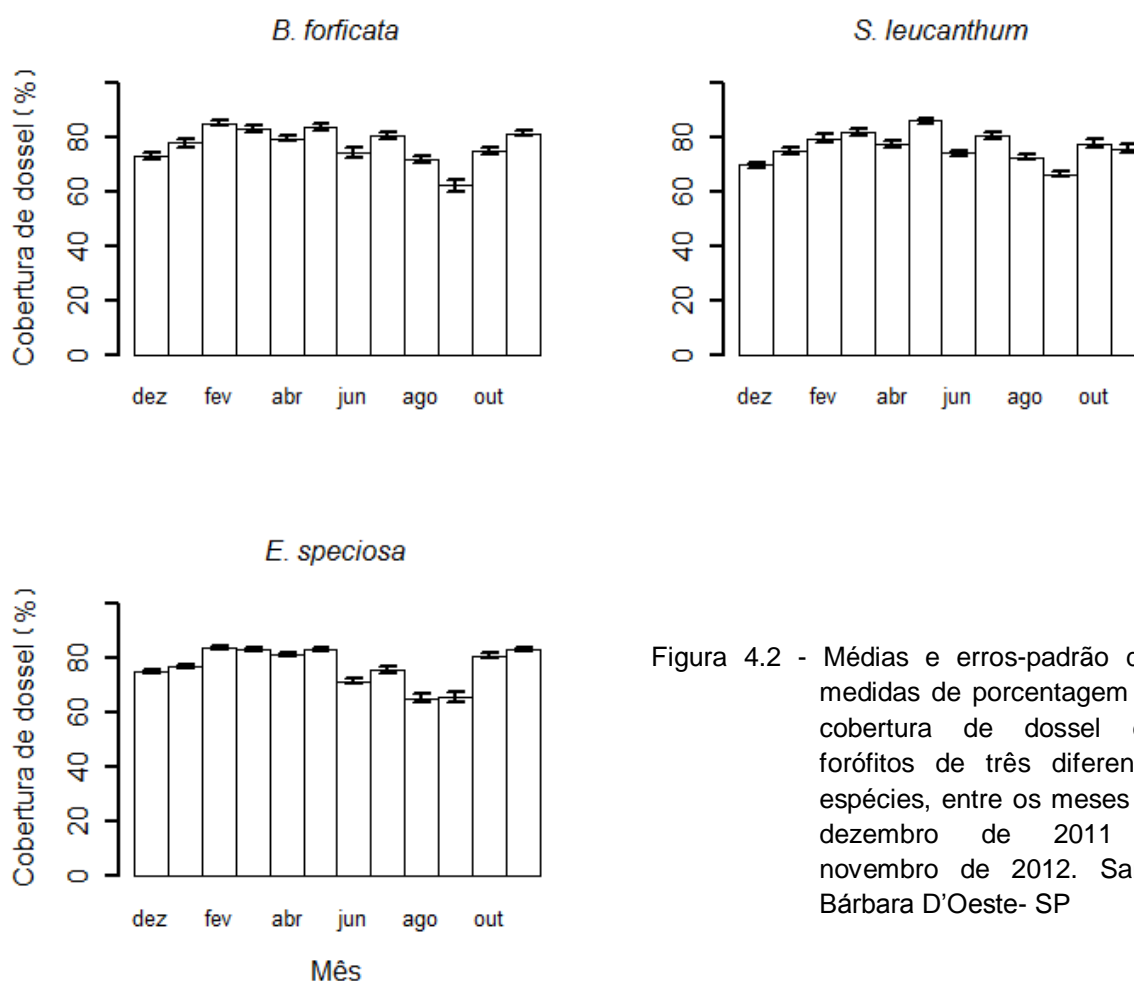


Figura 4.2 - Médias e erros-padrão das medidas de porcentagem de cobertura de dossel em forófitos de três diferentes espécies, entre os meses de dezembro de 2011 e novembro de 2012. Santa Bárbara D'Oeste- SP

4.3.2 Desenvolvimento de epífitas e índices pluviométricos ao longo do tempo

O período de observações contou com pluviosidade atípica, com um mês de junho bastante chuvoso (Figura 4.3). A precipitação nesses 13 meses (novembro de 2011 a novembro de 2012) foi de 1.440,7 mm. Na Figura 4.3 estão representados gráficos mostrando a precipitação em cada mês durante o experimento, assim como o número de epífitas de cada espécie que sobreviveram, fixaram-se e emitiram flores ou frutos e o número de ramificações produzidas por elas (continuidade de crescimento).

4.3.3 Sobrevivência de epífitas

A espécie *T. pohliana* foi a que apresentou menor sobrevivência, de 63,33% das plantas um ano após o transplante. As taxas apresentadas pelas demais espécies foram mais elevadas, todas elas contando com mais de 90% dos indivíduos sobreviventes um ano após a transferência para a floresta em processo de restauração. A Tabela 4.2 mostra as taxas de sobrevivências para todas as espécies de epífitas e para as espécies de forófitos sobre os quais elas foram colocadas.

Tabela 4.2 - Porcentagem dos indivíduos de epífitas que sobreviveram (Sob.) um ano após o transplante, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófito. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Pos. indica a posição de transplante: forquilha (F) e tronco (T). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas as duas por teste Qui-quadrado. Santa Bárbara D'Oeste-SP

Epífita	Família	Sob.(%)	Forófito	Dec.	Pos.	Sob. de epífitas (%)
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	100,0 ^a	<i>S. leucanthum</i>	SD	F	96,7
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	96,7 ^a	<i>B. forficata</i>	P	T	95,8
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	96,7 ^a	<i>B. forficata</i>	P	F	91,7
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	93,3 ^a	<i>E. speciosa</i>	D	F	90,0
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	93,3 ^a	<i>E. speciosa</i>	D	T	86,7
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	63,3 ^b	<i>S. leucanthum</i>	SD	T	83,3

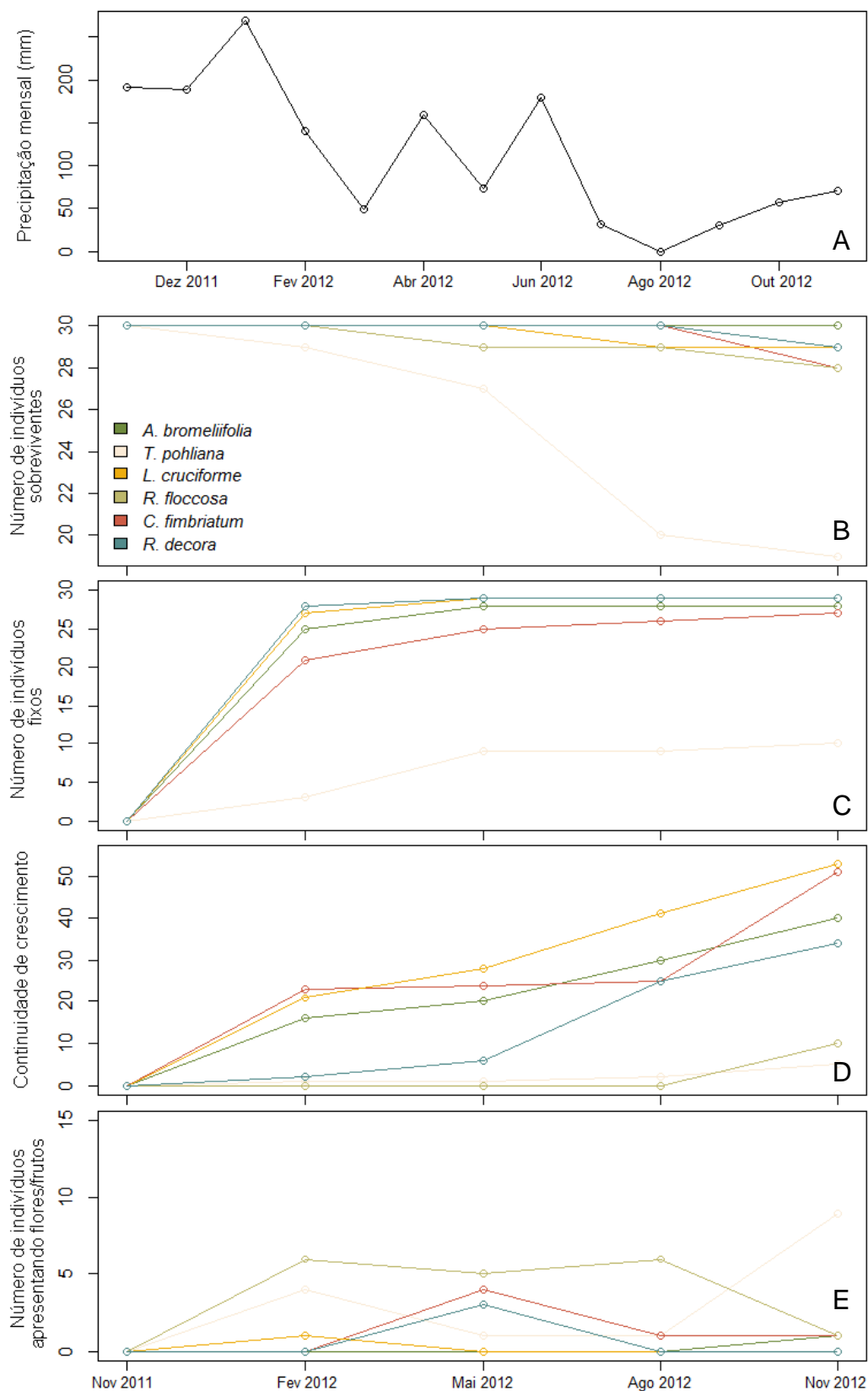


Figura 4.3 - Índices pluviométricos nas proximidades da área de estudo, em Santa Bárbara D'Oeste-SP, entre novembro de 2011 e novembro de 2012 (A), seguido por número de indivíduos de cada espécie de epífitas que sobreviveram (B), fixaram-se (C), emitiram flores ou frutos (E), e contagem do número de ramificações emitidas por eles (continuidade de crescimento) (D), em cada observação realizada. Total de indivíduos: 30 de cada espécie

A diferença de sobrevivência das epífitas foi significativa quando se compararam as espécies delas ($\chi^2= 32,284$; g.l.= 5; $P= 5,218e-06$) e não significativa entre espécies de forófitos ($\chi^2= 0,909$; g.l.= 2; $P= 0,635$) e entre posições de transplante ($\chi^2= 1,115$; g.l.= 1; $P= 0,291$). A regressão logística mostra que a sobrevivência das epífitas também não esteve relacionada à abertura de dossel sobre elas (*A. bromeliifolia*: 100% de sobrevivência; *C. fimbriatum*: coef.= 0,277; z= 1,957; g.l.= 28; $P= 0,0504$; *L. cruciforme*: coef.= 0,0798; z= 0,520; g.l.= 28; $P= 0,603$; *R. floccosa*: coef.= -0,383; z= -1,299; g.l.= 28; $P= 0,194$; *R. decora*: coef.= 0,571; z= 0,974; g.l.= 28; $P= 0,330$; e *T. pohliana*: coef.= 0,088; z= 1,244; g.l.= 28; $P= 0,214$).

A Figura 4.4 mostra o a fração dos indivíduos transplantados que sobreviveram, para cada espécie de epífita e em cada espécie de forófito.

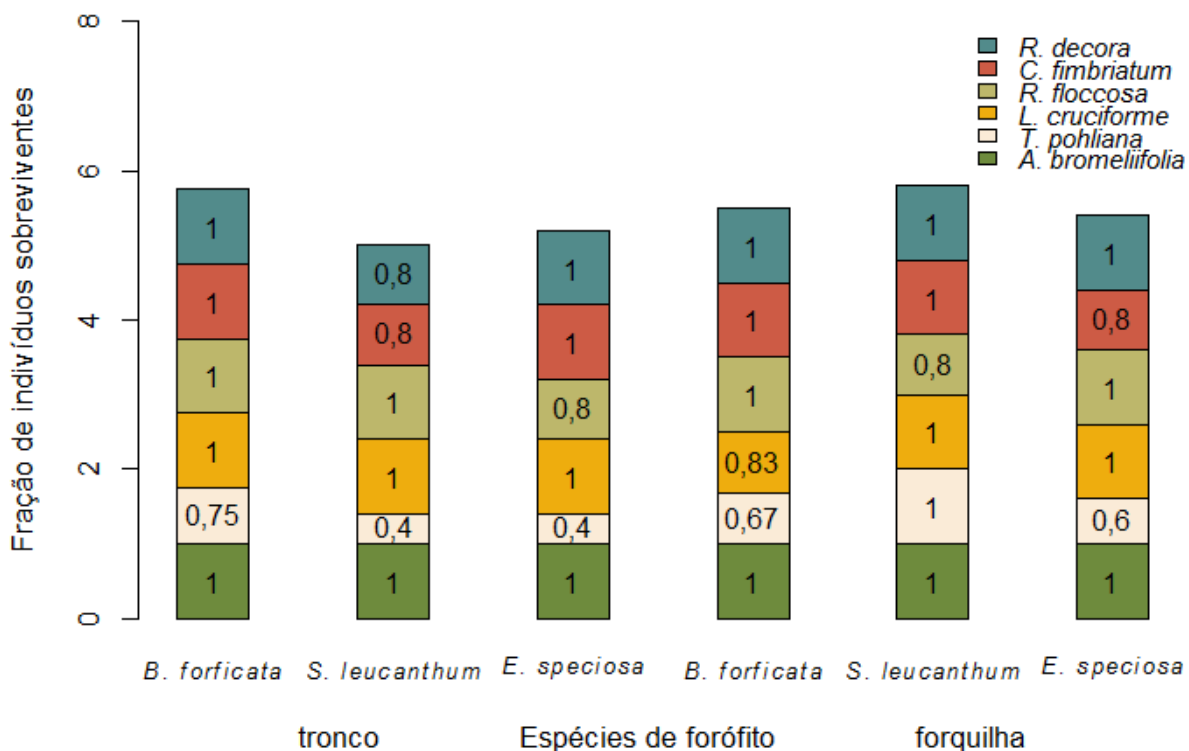


Figura 4.4 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que sobreviveram após um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, em cada uma das diferentes espécies de forófitos utilizadas. As três primeiras barras se referem a forófitos em que o transplante foi realizado sobre tronco e as três últimas, a forquilha. Total de indivíduos: 5 de cada espécie de epífita transplantados para cada posição das espécies de forófito *S. leucanthum* e *E. speciosa* e 4 de cada espécie de epífita transplantados a tronco e 6 a forquilha, em *B. forficata*. Santa Bárbara D'Oeste-SP

4.3.4 Reprodução de epífitas

Como forma de reprodução das epífitas, tanto a propagação vegetativa (variável continuidade de crescimento) quanto a reprodução sexuada foram analisadas aqui. De acordo com a ANOVA de parcelas subdivididas, a continuidade de crescimento variou significativamente entre as espécies de epífitas ($F= 31,599$; g.l.= 5; $P<2e-16$) e não significativamente entre as seis combinações de espécie de forófito com a posição de transplante ($F= 0,607$; g.l.= 5; $P= 0,695$) e nem entre as duas diferentes posições de transplante ($F= 0,031$; g.l.= 1; $P=0,861$). A Tabela 4.3 mostra as diferenças de médias de continuidade de crescimento apresentadas pelas espécies de epífitas, de acordo com o teste de Tukey.

Tabela 4.3 - Número médio de ramificações emitidas por indivíduo para cada espécie de epífita, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, com seus erros-padrão e os resultados da análise de variância de parcelas subdivididas. Letras sobrescritas iguais: não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Santa Bárbara D'Oeste-SP

Epífita	Família	Média de ramificações	Erro-padrão	F	P
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	1,70 ^a	0,13	31,60	$< 2e^{-16}$
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	1,66 ^a	0,16		
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	1,33 ^{ab}	0,14		
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	1,13 ^b	0,09		
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	0,33 ^c	0,12		
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	0,17 ^c	0,07		

A análise de correlação mostrou que a continuidade de crescimento esteve positivamente relacionada à média da cobertura de dossel apenas na espécie *C. fimbriatum* ($\rho= 0,466$; $P= 0,00937$). Nas demais espécies, não foi encontrada relação significativa entre as duas variáveis (*A. bromeliifolia*: $\rho= 0,252$; $P= 0,1797$; *L. cruciforme*: $\rho= -0,234$; $P= 0,213$; *R. floccosa*: $\rho= -0,239$; $P= 0,2035$; *R. decora*: $\rho= 0,0702$; $P= 0,712$ e *T. pohliana*: $\rho= 0,284$; $P= 0,128$).

Na Figura 4.5 podemos ver o número médio de ramificações emitidas por indivíduo transplantado a cada posição de cada diferente espécie de forófito. As três primeiras barras se referem a indivíduos transplantados a troncos e as três últimas, a forquilhas.

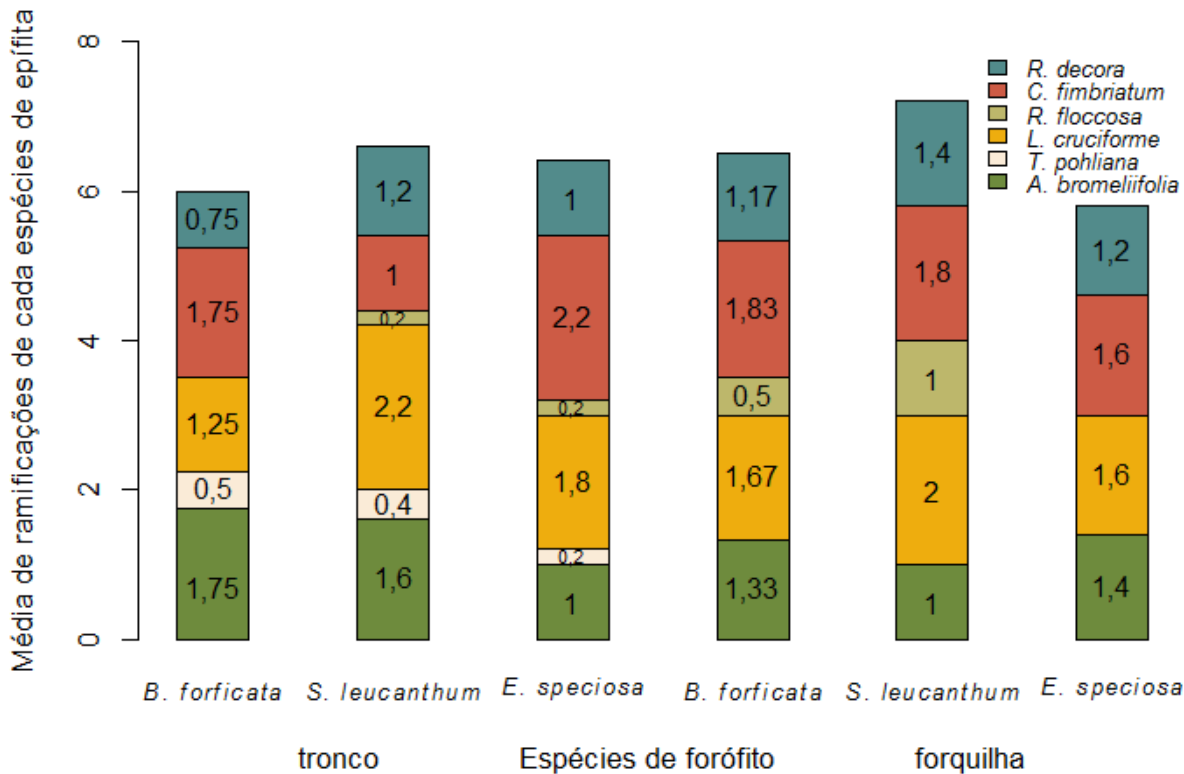


Figura 4.5 - Número médio de ramificações emitidas por indivíduo de cada uma das seis espécies de epífitas colocadas sobre três diferentes espécies de forófitos, após um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012. As três primeiras barras se referem a forófitos em que o transplante foi realizado sobre tronco e as três últimas, a forquilhas. Total de indivíduos: 5 de cada espécie de epífita transplantados para cada posição das espécies de forófito *S. leucanthum* e *E. speciosa*. 4 de cada espécie de epífita transplantados a tronco e 6 a forquilha, em *B. forficata*. Santa Bárbara D'Oeste-SP

A reprodução sexuada de epífitas foi significativamente diferente entre espécies delas ($\chi^2= 21,909$; g.l.=5; $P=0,000545$) e não significativamente diferente entre espécies de forófitos ($\chi^2= 0,329$; g.l.= 2; $P= 0,848$) e posição de transplante ($\chi^2=1,005$; g.l.= 1; $P= 0,316$). A Tabela 4.4 mostra a porcentagem de indivíduos que apresentaram flores ou frutos no período de observações, para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófito. Também não houve relação significativa entre as taxas de reprodução após um ano de observações e a média de cobertura de dossel nesse período, de acordo com a regressão logística (*A. bromeliifolia*: coef.= -44,22; $z= -0,004$; g.l.= 28; $P= 0,997$; *C. fimbriatum*: coef.= 0,144; $z= 1,127$; g.l.= 28; $P= 0,260$; *L. cruciforme*: coef.= 0,062; $z= 0,281$; g.l.= 28; $P= 0,779$; *R. floccosa*: coef.= -0,00179; $z= -0,023$; g.l.= 28; $P= 0,982$; *R. decora*: coef.= 0,367; $z= 1,518$; g.l.= 29; $P= 0,129$; e *T. pohliana*: coef.= 0,133; $z= 1,526$; g.l.=; $P=0,127$).

Tabela 4.4 - Porcentagem dos indivíduos de epífitas transplantados que floresceram e/ou apresentaram frutos (Flor./frut.) durante o período de um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófito. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Pos. indica a posição de transplante: tronco (T) ou forquilha (F). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas as duas por teste Qui-quadrado. Santa Bárbara D'Oeste-SP

Epífita	Família	Rep. (%)	Forófito	Dec.	Pos.	Rep. de epífitas (%)
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	40,0 ^a	<i>B. forficata</i>	P	T	25,0
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	23,3 ^{ab}	<i>E. speciosa</i>	D	T	20,0
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	16,7 ^b	<i>E. speciosa</i>	D	F	16,7
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	10,0 ^b	<i>S. leucanthum</i>	SD	F	16,7
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	3,3 ^b	<i>S. leucanthum</i>	SD	T	13,3
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	3,3 ^b	<i>B. forficata</i>	P	F	8,3

A Figura 4.6 mostra a fração dos indivíduos transplantados para cada espécie de forófito, a seus troncos ou forquilhas, que apresentaram estruturas para reprodução sexuada durante todo o período do estudo.

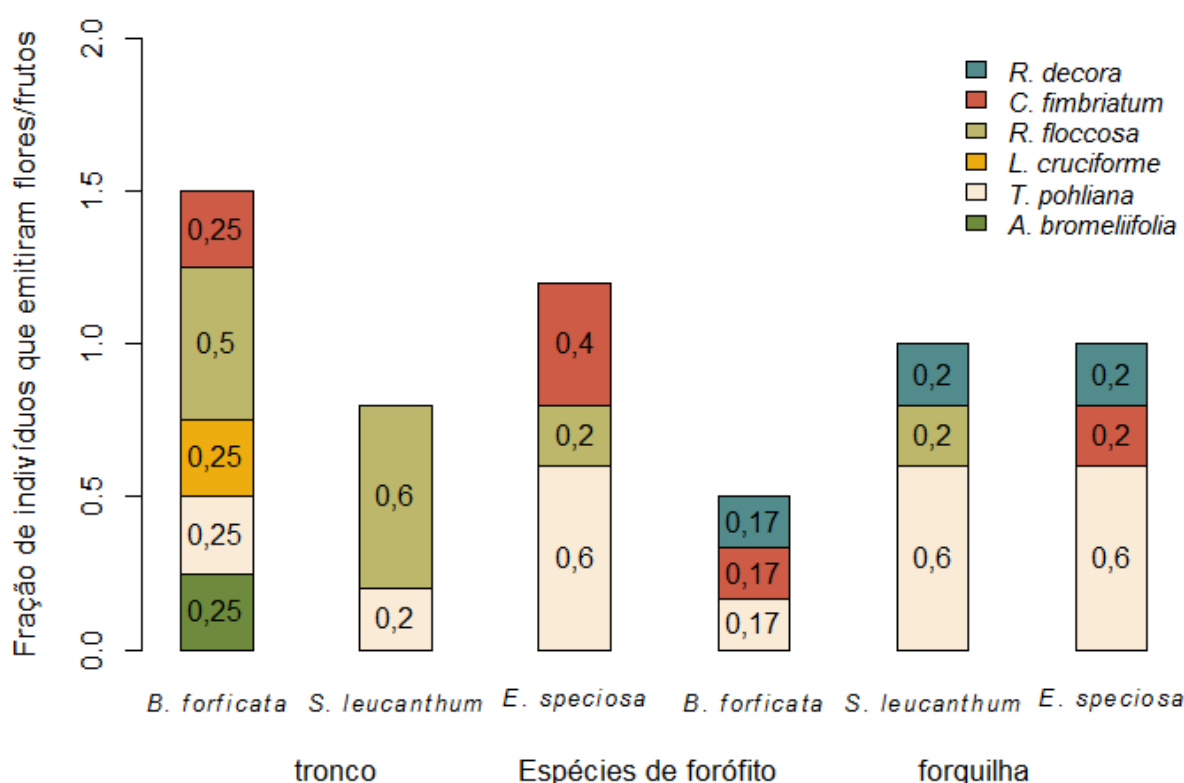


Figura 4.6 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que emitiram flores/frutos após um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, em cada uma das diferentes espécies de forófitos utilizadas. As três primeiras barras se referem a forófitos em que o transplante foi realizado sobre tronco e as três últimas, a forquilhas. Total de indivíduos: 5 indivíduos de cada espécie de epífita transplantados para cada posição das espécies de forófito *S. leucanthum* e *E. speciosa*. 4 indivíduos de cada espécie de epífita transplantados a tronco e 6 a forquilha, em *B. forficata*. Santa Bárbara D'Oeste-SP

4.3.5 Fixação de epífitas

A fixação de epífitas também foi significativamente diferente apenas entre as espécies de epífitas ($\chi^2= 72,406$; g.l.= 5; $P=3,233e-14$) e não entre as espécies de forófitos ($\chi^2= 0,592$; g.l.= 2; $P= 0,744$) e a posição de transplante ($\chi^2= 0,148$; g.l.= 1; $P= 0,7004$). A Tabela 4.5 mostra a porcentagem de indivíduos que se fixaram para cada espécie de epífita e em cada espécie de forófito. A fixação se mostrou positivamente correlacionada à média de cobertura de dossel medida durante o período de observações apenas para a espécie *C. fimbriatum*. As demais espécies não apresentaram relação entre as duas variáveis, segundo a regressão logística (*A. bromeliifolia*: $z= -0,537$; g.l.= 28; $P= 0,591$; *C. fimbriatum*: $z= 2,124$; g.l.= 28; $P=0,0337$; *L. cruciforme*: $z= 0,520$; g.l.= 28; $P= 0,603$; *R. floccosa*: $z= -1,144$; g.l.= 28; $P= 0,253$; *R. decora*: $z= 0,974$; g.l.= 28; $P= 0,330$; e *T. pohliana*: $z= 0,781$; g.l.= 28; $P= 0,435$).

Tabela 4.5 - Porcentagem dos indivíduos de epífitas transplantados que se fixaram durante o período de um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012, para cada espécie de epífita e para cada espécie de forófito. A coluna Dec. indica a deciduidade do forófito: perenifólio (P), semidecíduo (SD) e decíduo (D). A coluna Pos. indica a posição de transplante: tronco (T) ou forquilha (F). Letras sobrescritas iguais: não se diferem significativamente, comparadas duas a duas por teste Qui-quadrado. Santa Bárbara D'Oeste-SP

Epífita	Família	Fix. (%)	Forófito	Dec.	Pos.	Fix. de epífitas (%)
<i>L. cruciforme</i>	Cactaceae	96,7 ^a	<i>B. forficata</i>	P	T	87,5
<i>R. floccosa</i>	Cactaceae	96,7 ^a	<i>E. speciosa</i>	D	T	86,7
<i>R. decora</i>	Orchidaceae	96,7 ^a	<i>S. leucanthum</i>	SD	F	86,7
<i>A. bromeliifolia</i>	Bromeliaceae	93,3 ^a	<i>B. forficata</i>	P	F	86,1
<i>C. fimbriatum</i>	Orchidaceae	90,0 ^a	<i>E. speciosa</i>	D	F	83,3
<i>T. pohliana</i>	Bromeliaceae	33,3 ^b	<i>S. leucanthum</i>	SD	T	76,7

A Figura 4.7 mostra a proporção de indivíduos de cada espécie de epífitas que se fixaram em diferentes posições de cada espécie de forófitos.

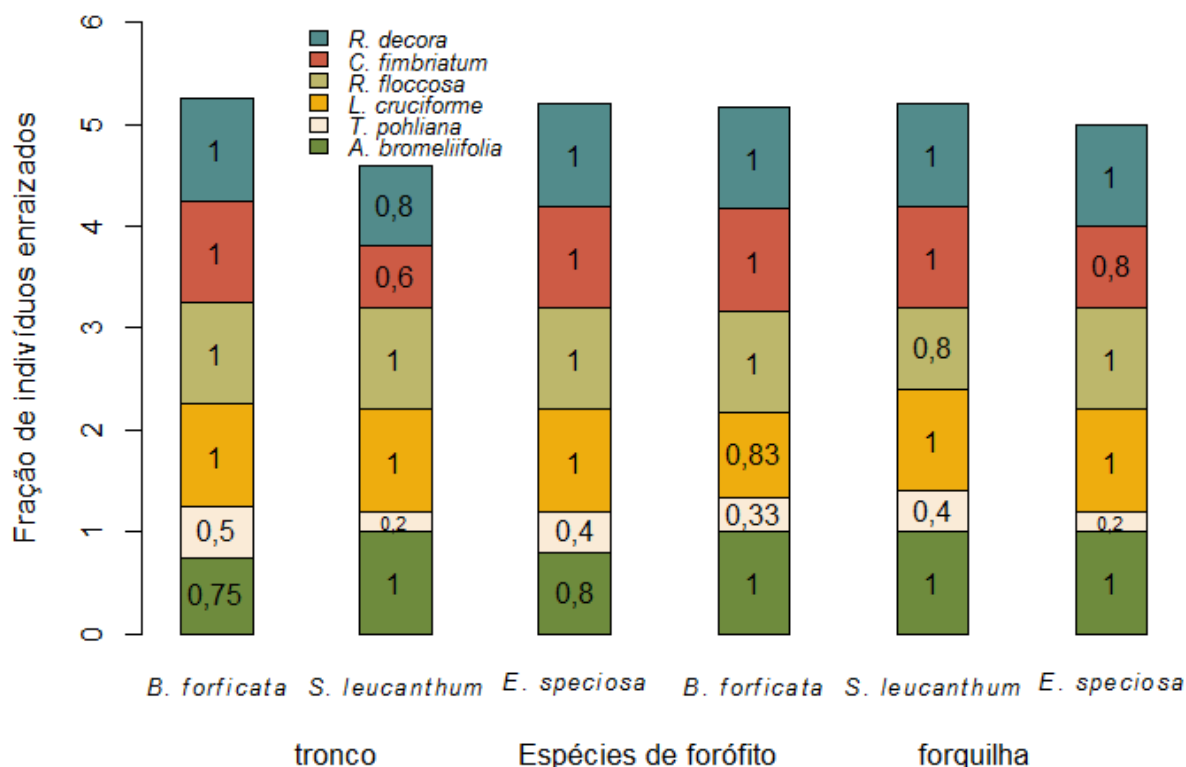


Figura 4.7 - Fração do total de indivíduos transplantados de cada uma das seis espécies de epífitas que se fixaram em cada uma das diferentes espécies de forófitos utilizadas, após um ano de observações, entre novembro de 2011 e novembro de 2012. As três primeiras barras se referem a forófitos em que o transplante foi realizado sobre tronco e as três últimas, a forquilha. Total de indivíduos: 5 de cada espécie de epífita transplantados para cada posição das espécies de forófito *S. leucanthum* e *E. speciosa*. 4 de cada espécie de epífita transplantados a tronco e 6 a forquilha, em *B. forficata*. Santa Bárbara D'Oeste-SP

4.4 Discussão

4.4.1 É possível transplantar epífitas adultas a florestas em processo de restauração de 13 anos, de modo que possam sobreviver, desenvolver-se e deixar descendentes no ambiente para onde foram transplantadas?

No Capítulo 3, concluímos que foi possível que epífitas fossem transplantadas para Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 23 anos. Diferentes espécies delas apresentaram taxas entre 55,2 e 89,7% dos indivíduos sobreviventes um ano após o transplante, compatíveis com aquelas taxas de sobrevivência obtidas para transplantes de indivíduos adultos (JASPER et al., 2005; NIEVOLA; TAMAKI, 2009) e superiores à maioria daquelas obtidas para sementeira de epífitas (WINKLER; HÜLBER; HIETZ, 2005; MONDRAGON; CALVO-IRABIEN, 2006; GOODE; ALLEN, 2009) e transplante de plântulas a florestas nativas (ZOTZ;

VOLLRATH, 2002; TOLEDO-ACEVES; WOLF, 2008; SCHEFFKNETCH et al., 2012).

As taxas de sobrevivência aqui obtidas, para as mesmas espécies de epífitas, em Floresta Estacional Semidecidual em restauração há 13 anos, foram superiores a essas citadas acima, de floresta em restauração há 23 anos (Capítulo 3). Um ano após transplante, 63,33% dos indivíduos da espécie *T. pohliana* haviam sobrevivido, enquanto para as outras cinco espécies as taxas de sobrevivência foram mais elevadas, entre 93,33 e 100% dos indivíduos.

Além das taxas de sobrevivência, as de fixação e a continuidade de crescimento de todas as espécies de epífitas foram consideravelmente mais elevadas na floresta de 13 anos (Santa Bárbara D'Oeste) que naquela de 23 anos (Iracemópolis). Como podemos observar na Figura 4.3, o transplante realizado em Santa Bárbara D'Oeste se deu no início da época de chuvas, de modo que um período mais seco só se iniciou em agosto de 2012, nove meses após o início do experimento. Epífitas tendem a sofrer mais mudanças em seu desenvolvimento entre estações úmidas e secas que plantas terrestres, já que não contam com a umidade retida no solo. A água é um dos principais recursos limitantes para elas (BENZING, 2004). A abundância desse recurso se mostrou fundamental para que as plantas suportassem o período do estresse ocasionado pelo transplante. De fato, trabalhos mostram que epífitas tiveram sobrevivência consideravelmente maior quando transplantadas em períodos de chuva que naqueles secos (NIEVOLA; TAMAKI, 2009).

Na família Orchidaceae a luz também pareceu ser um fator importante no desenvolvimento das plantas, que apresentaram maior continuidade de crescimento a partir de meses em que a cobertura de dossel teve queda (Figuras 4.2 e 4.3). Sabe-se que a espécie *C. fimbriatum* conta com a produção de gemas laterais sob a luz, e posteriormente essas gemas se desenvolvem em pseudobulbos no escuro (SUZUKI et al., 2010). Isso explica por quê a continuidade de crescimento foi acelerada após os meses de maior disponibilidade de luz no sub-bosque da floresta.

Outro fato notável é que a fixação das epífitas teve uma ascensão considerável logo após o transplante, atingindo níveis muito superiores àqueles alcançados pelas mesmas espécies no experimento em floresta de 23 anos. Uma das razões foi a já mencionada abundância de chuvas. Porém, somado a isso, o método de transplante foi provavelmente muito importante para se atingirem níveis

tão altos de fixação. Foi usada neste experimento, realizado em Santa Bárbara D'Oeste, fibra de palmeira para forrar os forófitos e apoiar epífitas, a qual não havia sido usada no experimento anterior, realizado em Iracemápolis. Segundo Taiz e Zeiger (2006), para o surgimento de novas raízes, é fundamental que haja disponibilidade de água e de minerais no espaço logo adjacente a elas. A fibra de palmeira aumentou a superfície de contato do substrato com as plantas. Isso, combinado ao transplante em período de abundantes chuvas, favoreceu o acúmulo de umidade e provavelmente de nutrientes em contato com as plantas, tendo sido de enorme importância para um bom desenvolvimento de raízes.

De todos os parâmetros de desenvolvimento analisados, apenas a reprodução sexuada se mostrou novamente em níveis muito baixos para todas as espécies. Já era esperado que o período de um ano fosse muito curto para se analisá-la, pois, em epífitas, a fase juvenil costuma ser prolongada e a maturidade sexual demora a ser atingida (BENZING, 2004). Contudo, apesar do baixo número de flores e frutos emitidos, algumas espécies se mostraram capazes de fornecer tais recursos em curto prazo, após o transplante. Podemos perceber ainda uma tendência de espécies distintas apresentarem estruturas reprodutivas em épocas diferentes (RAMÍREZ, 2002). Isso reforça a importância da presença e diversidade de epífitas em florestas em processo de restauração, já que podem fornecer alimentos para a fauna ao longo do ano.

Como o enriquecimento de florestas usando epífitas vem demonstrando crescente importância no contexto da restauração ecológica (BELLOTTO et al., 2009), uma questão comumente levantada é quando ele deve ser realizado, já que áreas de diferentes idades e estruturas poderiam apresentar distintos graus de permeabilidade a essa forma de vida (DAMASCENO, 2005; GARCIA et al., 2011). As taxas de sobrevivência, fixação e continuidade de crescimento obtidas em experimento em floresta em restauração de 13 anos foram superiores àquelas obtidas num experimento em uma floresta de 23 anos. Observamos, assim, que uma floresta mais madura não necessariamente deve apresentar maior permeabilidade à presença de epífitas que uma mais jovem. Possivelmente, no presente estudo, outros fatores, como a abundância de chuvas logo após o transplante, tiveram papel mais importante no desenvolvimento das epífitas que a idade da floresta.

4.4.2 Diferentes forófitos ou características deles influenciam sobrevivência, crescimento, fixação e reprodução de epífitas transplantadas?

A análise de cobertura de dossel ao longo do ano não permitiu separar as diferentes espécies de forófitos entre perenifólia, semidecídua e decídua. A diferença significativa de coberturas de dossel entre indivíduos de forófitos reforça a idéia de que diferenças intraespecíficas podem ser muitas vezes superiores às interespecíficas (HUBBELL, 2005), além de que o dossel das árvores do entorno de cada forófito exerceu grande influência sobre a chegada de luz às epífitas, criando um microambiente específico em cada local. A sobrevivência, fixação, continuidade de crescimento e reprodução sexuada de epífitas não estiveram relacionadas à espécie dos forófitos aos quais foram transplantadas, ou seja, epífitas não mostraram preferências ou restrições a eles, da mesma forma que havia ocorrido no experimento em Iracemápolis, descrito no Capítulo 3. Em florestas em processo de restauração, árvores não se encontram plenamente desenvolvidas e não ocorre a estratificação observada em floresta natural. Elas podem não ter fornecido uma grande amplitude de microambientes para que as epífitas pudessem apresentar respostas distintas sobre elas.

Os valores de cobertura de dossel, porém, foram capazes de influenciar positivamente a fixação e a continuidade de crescimento de indivíduos da espécie *C. fimbriatum*. Essa relação não tinha sido observada no experimento em Iracemápolis, com floresta de 23 anos, que apresentava dossel mais denso. Contudo, a floresta de 13 anos estudada, localizada no município de Santa Bárbara D'Oeste, apresentou valores de cobertura de dossel mais baixos, tendo a média anual variado entre 62,2% e 85,0% para diferentes indivíduos arbóreos (com amplitude de medições entre 38,9% e 91,9%, entre todos os meses do ano). Nela, os indivíduos dessa espécie de orquídea que estavam sob menor exposição à luz puderam se fixar melhor e emitir mais pseudobulbos. De fato, estudos mostram que essa espécie tem crescimento acentuado na sombra e inibido pela luz, a qual estimula o surgimento de gemas laterais (MORAES; ALMEIDA, 2004; SUZUKI et al., 2010). Os indivíduos dessa espécie possivelmente receberam estímulo para a brotação lateral durante a estação seca, em que os dosséis apresentam maior entrada de luz (Figuras 4.2 e 4.3) e posteriormente aqueles indivíduos localizados em regiões mais sombreadas puderam desenvolver mais pseudobulbos e raízes, gerando os resultados que observamos aqui. Para *C. fimbriatum*, a intensidade luminosa pode também,

combinada à disponibilidade de umidade, influenciar a reprodução sexuada, até mesmo determinando se ocorrerá a emissão de flores díclinas masculinas, femininas ou monóclinas (MORAES; ALMEIDA, 2004). Aqui não foi possível detectar correlação entre emissão de flores e os valores de cobertura de dossel encontrados, possivelmente porque o tempo de observação foi curto para isso. Contudo, apesar de não podermos afirmá-lo com nossos dados, isso sugere que, para a espécie *C. fimbriatum*, possa ser interessante que o transplante seja realizado a forófitos com diferentes graus de abertura de dossel, para que os indivíduos possam formar flores distintas, capazes de se polinizarem entre si. Para as demais espécies de epífitas, as coberturas de dossel, dentro dos valores observados, não exerceram influências significativas a seu desenvolvimento.

Apesar de estudos em diferentes formações vegetais mostrarem que forquilhas tendem a acumular matéria capaz de reter umidade disponível às epífitas (ANDRADE; NOBEL, 1997; SILLETT; VAN PELT, 2004), sendo que água é dos principais fatores limitantes do desenvolvimento dessas plantas (BENZING, 2004), não foi encontrada aqui qualquer diferença de desenvolvimento delas entre forquilha e tronco. Um possível razão para isso é que a fibra de palmeira usada para forrar o substrato antes do transplante pode ter acumulado de água e nutrientes e os disponibilizado às epífitas igualmente, em forquilhas e troncos. Alternativamente a isso, pode ser que as chuvas abundantes nos primeiros nove meses após o transplante tenham proporcionado o recurso em quantidade suficiente ao desenvolvimento dessas plantas, de modo que a retenção dele pelo substrato não tenha sido de fundamental importância (CALLAWAY et al., 2002). Esperava-se também que a forquilha desempenhasse papel de suporte, facilitando a fixação das epífitas. Isso não ocorreu, já que não houve diferenças significativas de fixação de epífitas transplantadas às duas diferentes posições no forófito. Apesar disso, há a possibilidade de, no futuro, a forquilha servir de apoio àquelas plantas que não puderam se fixar por meio de raízes, após o rompimento do barbante de sisal, de forma que elas possam permanecer sobre as árvores, mesmo não enraizadas. Em função disso, é recomendável realizar o transplante de epífitas a forquilhas, mesmo porque não há aqui qualquer indício de que esse procedimento possa prejudicar as plantas.

Comparando-se os dois experimentos realizados, em Iracemópolis - área com 23 anos - e em Santa Bárbara D'Oeste - área com 13 anos, observamos que a disponibilidade de água pareceu ser realmente o fator mais importante a ser levado em conta para o desenvolvimento de epífitas, já que, mesmo sendo feito em floresta menos madura, o transplante teve mais sucesso quando realizado na época de chuvas. Quando esse recurso se mostrou abundante, no caso de Santa Bárbara D'Oeste, outros fatores, como a luz, puderam ter sua importância melhor detectada no desenvolvimento das plantas. Essa área de 13 anos também pôde proporcionar graus de abertura de dossel mais altos, proporcionando maior passagem de luz, o que pode ter contribuído para que se percebesse o efeito desse fator sobre as epífitas.

4.4.3 Espécies de epífitas apresentam diferentes respostas de sobrevivência, crescimento, fixação e reprodução, quando transplantadas?

Para todos os parâmetros aqui analisados, as espécies de epífitas tenderam a mostrar entre si diferenças mais pronunciadas que as espécies de forófitos. Isso ressalta a importância de se estudar a biologia das espécies a serem utilizadas, à procura de dados que possam direcionar o transplante. Por exemplo, como já foi mencionado, sabe-se pela literatura que a espécie *C. fimbriatum* pode sofrer influências da incidência de luz em seu desenvolvimento (MORAES; ALMEIDA, 2004; SUZUKI et al., 2010), e esses dados sobre sua biologia realmente refletiram nos resultados que obtivemos em transplantes. Essas informações devem ser observadas, afinal, nos interessa que cada espécie de planta possa se desenvolver em campo da melhor maneira possível, a fim de realizar de forma satisfatória seu papel no enriquecimento de florestas. Na presença de mais informações, os transplantes tenderiam a ter maior sucesso. Todavia, a falta delas não deve ser um limitante para que eles não sejam feitos. Ao contrário, a realização deles pode acrescentar dados ao conhecimento que hoje se tem.

As espécies *A. bromeliifolia*, *C. fimbriatum*, *L. cruciforme*, *R. floccosa* e *R. decora* apresentaram níveis de sobrevivência e fixação todos acima de 90%. Dessa forma, a maior parte dos indivíduos que sobreviveram, em cada uma dessas espécies, foi capaz de se fixar devidamente, assegurando sua permanência sobre os forófitos. Isso é muito importante, pois, se não tivesse ocorrido, mesmo as plantas

sobreviventes poderiam cair, após o rompimento do barbante, e morrer. Segundo Jasper et al. (2005), a má fixação é uma das principais causas de morte de epífitas. Já para a espécie *T. pohliana*, a sobrevivência se deu em nível razoável, não apresentando grande diferença entre as duas florestas estudadas. Sua fixação, contudo, foi bastante ineficaz, ocorrendo em apenas metade dos indivíduos sobreviventes. Sugerimos que essa espécie seja fixada a árvores usando um material que não se decomponha, como por exemplo, arame ou grampos de metal, já que o barbante de sisal, apesar de ter a vantagem de ser biodegradável, não se mostrou eficaz para ela. Outra possibilidade é transplantá-la à copa das árvores, onde ela possa ficar presa entre galhos mais finos. Quando coletamos indivíduos da espécie, antes do início do experimento, pudemos observar que, em ambiente natural, eles se encontravam posicionados na maioria das vezes dessa maneira, em copa. A espécie possui metabolismo CAM, podendo sobreviver em locais onde recebe alta incidência de raios solares (FRESCHI et al., 2010).

Quanto à reprodução, a continuidade de crescimento foi elevada nas espécies *C. fimbriatum*, *L. cruciforme*, *A. bromeliifolia* e *R. decora*, para as quais as médias de emissão de ramificações por indivíduo foram todas acima de 1, ou seja, em um ano, elas geraram uma população de indivíduos novos, por meio da propagação vegetativa, superior à população transplantada. Essas mesmas espécies, contudo, foram as que obtiveram menores índices de emissão de flores e produção de frutos.

Por outro lado, as espécies que apresentaram menor propagação vegetativa, *R. floccosa* e *T. pohliana*, foram as que tiveram maiores índices de reprodução sexuada. Ambas as espécies puderam até mesmo apresentar frutos – não se sabe, contudo, se foram polinizadas ou apresentaram autogamia, nem mesmo se as sementes são viáveis. Estudos para diferentes espécies sugerem que há um “trade-off” entre alocar recursos para a reprodução sexuada ou para a propagação vegetativa, já que ambos são eventos que exigem altos custos energéticos (SUTHERLAND; VICKERY, 1988; WESTLEY, 1993). A escolha entre investimento em crescimento vegetativo e produção de flores e frutos se justifica para holo-epífitas, já que contam com escassez de recursos, por não manterem contato com o solo (ZOTZ, 2000). Do ponto de vista ecológico o que podemos apontar é que, de alguma forma, as diferentes espécies de epífitas puderam investir em reprodução –

seja sexuada ou assexuada – e, conseqüentemente, em sua perpetuação no ambiente.

Todas as espécies estudadas, em algum momento, e mesmo que em baixo número, emitiram alguma estrutura de reprodução sexuada, o que mostra que é possível que ela ocorra, mesmo tendo sido o tempo de observação curto. Isso reforça novamente a importância de que animais possam chegar à floresta em processo de restauração. Apesar de a autocompatibilidade ser comum às epífitas (BENZING, 2004), também são usuais a polinização (van DULMEN, 2001; TSCHARPKA; VON HELVERSEN, 2007) e dispersão por diversos animais (LIEBSCH; MIKICH, 2009). Logo, tanto para a chegada de novas epífitas quanto para a propagação das que já estão na floresta, a conexão dela com outros fragmentos na paisagem tem papel fundamental, já que pode permitir a chegada de polinizadores e dispersores. Isso se mostra ainda mais importante para as espécies que contam com polinizadores e dispersores particulares, e não com aqueles generalistas.

A grande diferença de comportamento entre as espécies de epífitas nos permite concluir que não se pode garantir que, em qualquer transplante, usando espécies diferentes daquelas aqui abordadas, possam também ser obtidos satisfatórios níveis de sobrevivência e desenvolvimento. Os resultados aqui mostrados, contudo, mostram que o transplante foi possível mesmo considerando espécies de diferentes famílias, sendo muito animador no ponto de vista da conservação da biodiversidade.

Referências

ANDRADE, J.L.; NOBEL, P.S. Microhabitats and water relations of epiphytic cacti and ferns in a lowland neotropical forest. **Biotropica**, Washington, v. 29, n. 3, p. 261-270, Sept. 1997.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering plants: APG III The Angiosperm Phylogeny Group. **Journal of Proceedings of the Linnean Society Botany**, London, v. 161, p. 105-121, Oct. 2009.

BARTHLOTT, W.; SCHMIT-NEUERBURG, V.; NIEDER, J.; ENGWALD, S. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 152, n. 2, p. 145-156, 2001.

BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. 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, cap. 1: fase 6, p. 55-61.

BENAVIDES, A.M.; WOLF, J.H.D.; DUIVENVOORDEN, J.F. Recovery and succession of epiphytes in upper Amazonian fallows. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 22, n. 6, p. 705-717, Nov. 2006.

BENZING, D.H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M.; RINKER, B. (Ed.). **Forest canopies**. 2nd ed. Boston: Elsevier, 2004. chap. 9, p. 175-211.

BREIER, T.B. **Epifitismo vascular em florestas do sudeste do Brasil**. 2005. 139p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CALLAWAY, R.M.; REINHART, K.O.; MOORE, G.W.; MOORE, D.J.; PENNINGS, S.C. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. **Oecologia**, Berlin, v. 132, p. 221-230, May 2002.

CASCANTE-MARÍN, A.; WOLF, J.H.D.; OOSTERMEIJER, J.G.B.; den NIJSA, J.C.M.; SANAHUJAB, O.; DURÁN-APUY, A. Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 7, n. 6, p. 520-532, 2006.

CEPAGRI – **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura**. Climas dos municípios paulistas. 2012. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_516.html. Acesso em: 19 dez. 2012.

DAE – **Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste**. Represas. Disponível em: <http://www.daesbo.sp.gov.br/site2010/>. Acesso em: 19 dez. 2012.

DAMASCENO, A.C.F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades do Pontal do Paranapanema**. 2005. 107p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DULMEN, A. van. Pollination and phenology of flowers in the canopy of two contrasting rain forest types in Amazonia, Colombia. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 153, n. 1/2, p. 73-85, Apr. 2001.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Editorial Labor, 1953. 1244p.

FORZZA, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B.; Souza, V.C. Introdução. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 1700p.

FRESCHI, L.; RODRIGUES, M.A.; TINÉ, M.A.; MERCIER, H. Correlation between citric acid and nitrate metabolisms during CAM cycle in the atmospheric bromeliad *Tillandsia pohliana*. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 167, n. 18, P. 1577-1583, 2010.

GARCIA, L.C.; HOBBS, R.J.; RIBEIRO, D.B.; TAMASHIRO, J.Y.; SANTOS, F.A.M.; RODRIGUES, R.R. Changes in vegetation along restoration time: Influence of composition and diversity of planted trees on natural regeneration. In: WORLD CONFERENCE ON ECOLOGICAL RESTORATION, 4., 2011, Mérida. **Book of abstracts...** Mérida: Society for Ecological Restoration, 2011. 320p.

GOODE, L.K.; ALLEN, M.F. Seed germination conditions and implications for establishment of an epiphyte, *Aechmea bracteata* (Bromeliaceae). **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 204, n. 2, p.179-188, Oct. 2009.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução de Fabrício Beggiano Baccaro et al. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528p.

HUBBELL, S.P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 166-172, Feb. 2005.

JASPER, A.; FREITAS, E. M.; MUSSKOPF, E.L.; BRUXEL, J. Metodologia de salvamento de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae na pequena central hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta – São José do Herval/Putinga-RS-Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 56, p. 265-284, 2005.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S.B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 375-391, abr.-jun. 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. v.1. 352p.

MONDRAGON, D.; CALVO-IRABIEN, M.L. Seed dispersal and germination of the epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in a tropical dry forest, México. **The Southwestern Naturalist**, Lubbock, v. 51, n. 4, p. 462-470, Dec. 2006.

MÔNICO, A.C. **Transferência de bancos de sementes superficiais como estratégia de enriquecimento de uma floresta em processo de restauração**. 2012. 174p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MORAES, C.P. de; ALMEIDA, M. de. Climatic influence on the *Catasetum fimbriatum* Lindley floral phenotypic plasticity. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 942-948, ago. 2004.

MORELLATO, L.P.C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

NETO, L.M.; FORZZA, R.C.; ZAPPI, D. Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 18, n. 14, p. 3785-3807, Dec. 2009.

NIEVOLA, C.C.; TAMAKI, V. 2009. O resgate de plantas no trecho sul do Rodoanel Mário Covas. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 55-60.

RAMIREZ, N. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 89, n. 5, p. 836-842, May 2002.

RODRIGUES, R.R. Florestas ciliares: uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, 2004. 320p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, 2011. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 05 set. 2012.

SCHEFFKNECHT, S.; WINKLER, M.; MATA-ROSAS, M.; HIETZ P. Survival and Growth of Juvenile Bromeliads in Coffee Plantations and Forests in Central Veracruz, Mexico. **Biotropica**. Washington, v. 44, n. 3, p. 341-349, May 2012.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai e Centrais Elétricas do Estado de São Paulo, 1966. 61p.

- SILLETT, S.C.; VAN PELT, R. Trunk reiteration promotes epiphytes and water storage in an old-growth redwood forest canopy. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 77, n. 3, p. 335-359, Aug. 2007.
- SUTHERLAND, S.; VICKERY, R.K. Jr. Trade-offs between sexual and asexual reproduction in the genus *Mimulus*. **Oecologia**, Berlin, v. 76, n. 3, p. 330-335, 1988.
- SUZUKI, R.M.; KERBAUY, G.B.; PESCADOR, R.; PURGATTO, E.; CECCANTINI, G.C.T.; FERREIRA, W.M. Dark-induced hormone changes coincide with the resumption of light-inhibited shoot growth in *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 167, n. 5, p. 375-381, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Mineral nutrition. In: _____. **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. chap. 5, p. 73-94.
- 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**, Washington, v. 40, n. 2, p. 246-250, Mar. 2008.
- TSCHAPKA, M.; VON HELVERSEN, O. Phenology, nectar production and visitation behaviour of bats on the flowers of the bromeliad *Werauhia gladioliflora* in a Costa Rican lowland rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 23, p. 385-395, July 2007.
- WESTLEY, L.C. The Effect of Inflorescence Bud Removal on Tuber Production in *Helianthus Tuberosus* L. (Asteraceae). **Ecology**, Tempe, v.74, n. 7, p. 2136-2144, Oct. 1993.
- WINKLER, M.; HÜLBER, K.; HIETZ, P. Effect of canopy position on germination and seedling survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid Montane Forest. **Annals of Botany**, London, v. 95, n. 6, p. 1039-1047, May 2005.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974. 620 p.
- ZOTZ, G. Size dependence in the reproductive allocation of *Dimeranda emarginata*, an epiphytic orchid. **Ecotropica**, Bonn, v. 6, p. 95-98, 2000.
- ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. **Acta Oecologica**, Paris, v. 23, n. 2, p. 99-102, May 2002.

5 GUIA DE PROCEDIMENTOS PARA TRANSPLANTES DE EPÍFITAS COM A FINALIDADE DE ENRIQUECIMENTO, NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Resumo

Expomos aqui vários procedimentos a serem adotados em transplantes de epífitas provenientes de áreas a serem desmatadas, com o intuito de enriquecer florestas em restauração. Eles resultam das principais conclusões tiradas durante todo este trabalho. Em geral, transplantes tiveram maior sucesso quando realizados usando-se barbante de sisal junto com fibra de palmeiras e no início de estação chuvosa. O enriquecimento foi possível em Florestas Estacionais Semidecíduais tanto de 13 como de 23 anos, onde a cobertura média anual de dossel variou de 62,2% a 92,9% entre diferentes indivíduos de forófitos. Algumas características particulares de espécies de epífitas que podem influenciar os transplantes são aqui mostradas.

Palavras-chave: Forófito; Precipitação; Cobertura de dossel; Método de transplante; *Aechmea bromeliifolia*; *Catasetum fibriatum*; *Lepismium cruciforme*; *Rhipsalis floccosa*; *Rodriguezia decora*; *Tillandsia pohliana*

Abstract

Here we expose various procedures to be adopted in transplations of epiphytes from forests about to be cut down, aiming the enrichment of forests in restoration. They result from the main conclusions taken from this entire work. In general, transplantations were more successful when performed using sisal string and plam tree fiber and at the beginning of the rainy season. Enrichment was possible both in 13-year-old and 23-year old Semideciduous Seasonal Forests, where canopy cover annual average ranged from 62.2% e 92.9% among distinct phorophytes. Some particular features of epiphytes species that may influence transplantations are shown.

Keywords: Phorophyte; Rain; Canopy cover; Transplantation method; *Aechmea bromeliifolia*; *Catasetum fibriatum*; *Lepismium cruciforme*; *Rhipsalis floccosa*; *Rodriguezia decora*; *Tillandsia pohliana*

5.1 Introdução

A partir das conclusões tiradas no decorrer de todo este trabalho, apresentamos um guia dos procedimentos práticos que sugerimos serem adotados na realização de transplantes de epífitas provenientes de florestas a serem desmatadas para enriquecimento de florestas em processo de restauração. Esse guia visa a auxiliar a destinação adequada das epífitas presentes em áreas submetidas supressão vegetal. Nosso objetivo aqui é, ao mesmo tempo, garantir um fim útil a essas plantas e incrementar a diversidade de formas de vida em florestas em restauração.

5.2 Escolha da floresta que receberá as epífitas

Ambas as florestas aqui estudadas, de 13 e de 23 anos, mostraram-se permeáveis a receber epífitas, atingindo valores de sobrevivência compatíveis com os de outros transplantes dessa forma de vida, mostrados pela literatura. A primeira delas foi uma Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração há 23 anos, em Iracemápolis-SP, que contou com 1.365 mm de chuva nos 13 meses de realização do experimento, e demonstrou, entre todos os forófitos analisados, média de cobertura de dossel mínima de 83,3%, em setembro, e máxima de 91,1%, em fevereiro. A outra foi uma também Floresta Estacional Semidecidual, mas em processo de restauração há 13 anos, em Santa Bárbara D'Oeste-SP. Ela demonstrou, em 13 meses de observações, 1.440,7 mm de chuva e médias de cobertura de dossel, entre todos os forófitos analisados, mínima de 64,7%, em setembro, e máxima de 84,3%, em maio. Nessa última floresta, a mais jovem, o transplante demonstrou maior sucesso que na floresta mais madura, por diversos fatores que serão aqui abordados, como o método de fixação das plantas e a transferência delas durante o período de chuvas. Podemos assim ver que a idade da floresta, sendo de pelo menos 13 anos, não restringiu o sucesso de transplante de epífitas. Novos estudos são sugeridos para testar se florestas ainda mais jovens estão aptas a receber essa forma de vida.

Outro fator importante a se considerar na escolha da floresta é a paisagem onde ela se insere. Uma paisagem mais rica em florestas proporcionará maior diversidade de polinizadores e dispersores, inclusive aqueles mais especializados. Por outro lado, as florestas em restauração mais isoladas de fragmentos provavelmente são aquelas que mais necessitam de enriquecimento, já que dificilmente receberão diásporos de áreas adjacentes. Logo, devem ser levados em conta o objetivo do transplante e as espécies de epífitas utilizadas nele: se ele visar à conservação de uma espécie que conta com polinizadores e dispersores particulares, deve ser feito em floresta conectada à paisagem; contudo, se tiver como objetivo principal a conservação e o enriquecimento da floresta alvo e contar com espécies de polinizadores e dispersores generalistas, pode ser realizado em área isolada.

5.3 Época de transplante

A época que se mostrou mais propícia para o transplante foi o início do período de chuvas. A abundância do recurso foi fundamental não só para garantir a sobrevivência de maior número de epífitas no período de estresse ocasionado pelo transplante, mas também por ter favorecido que grande parte delas se enraizassem logo, consolidando sua fixação.

5.4 Escolha de forófitos

As espécies de forófitos usadas neste trabalho não se distinguiram entre si em relação à sobrevivência e desenvolvimento das epífitas que foram colocadas sobre elas, no prazo de um ano de observações. Isso pode estar relacionado ao fato de que, em florestas em processo de restauração, as árvores não se encontram plenamente desenvolvidas, ainda não proporcionando uma ampla gama de variações de microambientes, como padrões de luz, condições de substrato, umidade etc.. As diferentes rugosidades de casca apresentadas por essas árvores também não resultaram em diferentes respostas das epífitas. Se a espécie de forófito não teve nenhum efeito significativo em curto prazo, recomendamos que sejam usadas no transplante aquelas mais longevas. Isso porque epífitas, no decorrer do experimento, tenderam a se reproduzir mais de forma assexuada que de forma sexuada. Logo, se colocadas em um forófito que ainda pode viver por muito tempo, elas têm a possibilidade de se propagar vegetativamente e aumentar sua população local sobre aquela árvore. Ao longo do tempo, a partir do amadurecimento dos indivíduos, eles podem passar a emitir flores e frutos, podendo dispersar seus diásporos a diferentes forófitos e se espalhar pela floresta.

Os forófitos usados em nossos dois experimentos, os quais proporcionaram satisfatória viabilidade nos transplantes, apresentaram médias anuais de cobertura de dossel entre 62,2% e 92,9% (tendo cada medição individual, para forófitos e meses distintos, variado dentro de uma amplitude de 38,9% a 97,1%). A maioria das epífitas não mostrou desenvolvimento diferencial quando expostas a esses diferentes níveis de luz. Apenas a espécie de Cactaceae *Rhipsalis floccosa* mostrou maior floração e frutificação sob dosséis mais abertos e a espécie de Orchidaceae *Catasetum fimbriatum* mostrou mais elevada propagação vegetativa e enraizamento

sob dosséis mais fechados. A sobrevivência de todas as epífitas não mostrou correlação com a cobertura de dossel, dentro dos valores em que ela ocorreu.

5.5 Método de transplante

Transplantes efetivos foram feitos amarrando-se epífitas a árvores usando barbante de sisal. Esse material pôde resistir cerca de um ano sem se romper, período suficiente para que a maioria das epífitas tivessem emitido raízes e se fixado ao forófito por conta própria. Além disso, ele é biodegradável, não deixando resíduos na floresta. Uma medida que também favoreceu bastante o enraizamento das plantas foi usar fibra retirada de palmeiras para forrar o substrato e para apoiar as epífitas. A fibra contribuiu para a retenção de água e acúmulo de nutrientes disponíveis às plantas, favorecendo sobrevivência, enraizamento e desenvolvimento delas.

É importante também atentar para a posição das raízes nas epífitas no momento do transplante. Elas devem ser postas direcionadas para a superfície do forófito, de modo que possam encontrá-la ao crescerem. Isso nem sempre é fácil, já que em algumas espécies não sabemos onde nascerão as novas raízes, porém, quando possível, é um procedimento que pode favorecer a fixação.

Para algumas espécies de epífitas, contudo, o enraizamento não se deu de forma eficiente. Somente para elas, recomendamos que o transplante seja feito com material não biodegradável, como arame ou grampos metálicos, com a ressalva de que eles deixam resíduos no ambiente. Elas podem também ser posicionadas entre galhos finos de copas de árvores, que possam apoiá-las e evitar sua queda.

As epífitas transplantadas a forquilhas de árvores não demonstraram, durante um ano de experimento, diferenças significativas daquelas transplantadas a troncos, para qualquer parâmetro de seu desenvolvimento. Recomendamos, contudo, que o transplante seja feito a forquilhas, pois, a mais longo prazo, isso pode favorecer a permanência de epífitas sobre forófitos. Isso porque, após o rompimento do barbante de sisal usado para amarrá-los, as forquilhas podem evitar a queda de indivíduos de epífitas que falharam ao se enraizar.

5.6 Características das epífitas a serem utilizadas

As diversas espécies de epífitas que estudamos mostraram entre si respostas muito diferentes de sobrevivência, fixação ao forófito, propagação vegetativa e reprodução sexuada. Isso mostra a importância de se estudar sua biologia antes de realizar o transplante, embora ausência de dados não deva ser utilizada como restrição para que ele não seja feito.

Algumas espécies podem se desenvolver de forma diferencial sob distintas condições de luz, ou tolerarem mais ou menos a dessecação. Podem também exigir determinadas condições para sua floração, frutificação ou propagação vegetativa.

Em geral, o ideal é se utilizarem plantas em boas condições nutricionais e vigorosas. Contudo, para algumas espécies, pode ser importante considerar a fase de vida delas. Para algumas, pode ser interessante transplantar indivíduos mais jovens, enquanto para outras, indivíduos adultos, mais próximos à maturidade, para que produzam frutos e brotos.

Em decorrência dessa diversidade de respostas de epífitas, resumimos aqui as principais observações feitas sobre as espécies estudadas.

***Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker – Bromeliaceae:** Apresentou altos níveis de sobrevivência e de enraizamento, acima de 90%, quando transplante foi feito em início de estação chuvosa e com o uso de barbante de sisal, acompanhado de fibra de palmeira, para a fixação. A propagação vegetativa foi bastante eficiente, especialmente quando transplante foi feito na estação úmida. Indivíduos mostraram longa fase juvenil, sendo que a emissão de flores muito raramente foi observada. O transplante de indivíduos de porte intermediário foi mais eficaz que o de jovens. Aqueles jovens transplantados, em geral não puderam sobreviver e crescer ao ponto de poderem se reproduzir, morriam antes disso. Já indivíduos mais maduros, não chegaram a ter inflorescências. Contudo, puderam sobreviver por mais tempo e emitir brotos que deram origem a novos indivíduos adultos, contribuindo para a permanência da espécie na floresta.

***Tillandsia pohliana* Mez – Bromeliaceae:** Seus níveis de sobrevivência não se mostraram altos em relação a outras espécies, perto de 65% dos indivíduos transplantados permaneceram vivos após um ano. A fixação se mostrou em níveis muito baixos. Em decorrência disso, recomendamos que o transplante seja feito com

material não biodegradável, como arames ou grampos de metal, ou então que a planta seja colocada entre galhos mais finos que possam ajudar a apoiá-la, na copa de forófitos. A propagação vegetativa se deu em níveis muito baixos. Por outro lado, a produção de inflorescências foi mais pronunciada que a de outras espécies, em ambiente em que transplante se deu em período chuvoso.

***Lepismium cruciforme* (Vell.) Miq. – Cactaceae:** Enraizamento ocorreu de maneira muito eficiente, todos os indivíduos que sobreviveram puderam se fixar. Sobrevivência foi alta quando transplante se deu com abundância de chuva e com ajuda de fibra de palmeira, de forma que mais de 95% das plantas puderam permanecer vivas após um ano. Propagação vegetativa se deu em altos níveis quando transplante foi realizado em estação úmida. Produção de flores e frutos não foi muito pronunciada.

***Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff. – Cactaceae:** Em todas as situações analisadas, a espécie mostrou elevadas taxas de sobrevivência, acima de 85% dos indivíduos transplantados sobreviventes dentro de um ano. Foram ainda mais elevadas, acima de 90%, quando transplante foi realizado em período chuvoso e usando fibra de palmeira. O enraizamento se deu de forma muito eficiente, sendo que todas as epífitas sobreviventes estavam já fixas em um ano. A reprodução sexuada se deu em níveis mais altos que a assexuada, tendo sido produzidos flores e frutos.

***Catasetum fimbriatum* (C.Morren) Lindl. – Orchidaceae:** Taxas de sobrevivência foram elevadas, sempre em torno de 90%, nos dois ambientes observados. A fixação e propagação vegetativa também se deram em níveis elevados, especialmente quando transplante foi feito em início de período chuvoso e utilizando-se fibra de palmeira. Elas também responderam à cobertura de dossel, sendo mais elevadas sob dosséis mais fechados, no intervalo de valores estudados. Há indícios de que a produção de flores e frutos também seja influenciada pela luz, porém isso não foi evidenciado em nossos resultados, já que a reprodução sexuada na espécie não foi muito pronunciada.

***Rodriguezia decora* (Lem.) Rchb.f. – Orchidaceae:** Teve altos índices de sobrevivência e fixação, acima de 95% das epífitas sobreviventes e fixas após um ano de observações, somente quando transplante foi realizado em estação úmida e

com ajuda de fibra de palmeira. A propagação vegetativa também se mostrou em valores elevados sob essas mesmas condições. Alguns indivíduos produziram flores. Nenhum, contudo, foi capaz de apresentar frutos.

O nosso intuito aqui não é eleger espécies de maior sucesso para o transplante, e sim proporcionar condições para que o maior número delas possa ser utilizado com êxito. Com base nesses dados, esperamos acrescentar informações ao que já se sabe hoje sobre esses transplantes, a fim de, concomitantemente, procurar conservar espécies de epífitas e incrementar a riqueza de formas de vida em áreas em processo de restauração ecológica.

5.7 Considerações finais

Podemos fazer as seguintes observações, a partir deste trabalho: há em nosso país disponibilidade de áreas a serem legalmente desmatadas; elas podem fornecer uma grande variedade de materiais passíveis de serem aproveitados e transferidos para outras áreas a fim de enriquecê-las; o transplante de epífitas adultas provenientes dessas áreas a serem suprimidas para florestas em processo de restauração pode demonstrar grande sucesso e ser uma eficiente forma de destinação de material biológico. Logo é possível, ao mesmo tempo, retirar material de florestas derrubadas e enriquecer outras florestas com ele. Obviamente, ocorre a mortalidade de indivíduos nesse processo e muito provavelmente as populações de epífitas teriam sua conservação mais bem assegurada se elas permanecessem em sua formação vegetal original. Por isso, de forma alguma encorajamos a retirada de epífitas de sua floresta nativa para enriquecimento de outras. Contudo, sabemos que há situações em que o desmatamento é inevitável, garantido por lei e necessário para a realização de determinadas obras. Isso torna importante que se tenha um plano de destinação do material que ele pode gerar.

Em geral, as situações de transplante se mostraram mais favoráveis quando ocorreram em início de estação úmida e contaram com material orgânico capaz de reter água para auxiliar a fixação das plantas. Diferentes espécies de epífitas apresentaram respostas muito distintas. É um indício de que nem sempre transplantes se darão com o mesmo sucesso, para quaisquer espécies que se utilizar. Isso é um fato a se considerar, já que em áreas a serem suprimidas, a

composição de espécies pode ser imprevisível e muito provavelmente elas serão diferentes daquelas utilizadas neste trabalho. Contudo, utilizamos indivíduos de três famílias diferentes e, mesmo assim, para todas as espécies, sem exceção, mais de metade dos indivíduos haviam sobrevivido um ano após o transplante. Na maioria dos casos, essa taxa de sobrevivência foi muito superior a 50%, ficando comumente acima de 90%. Isso é um dado muito animador no ponto de vista da conservação de espécies.

Por fim, determinaremos aqui possíveis cenários nos quais podem resultar a introdução de epífitas a um ecossistema:

Cenário 1: São introduzidas, podem se reproduzir e se dispersar. Assim, possivelmente, nova população das espécies nesse novo ambiente aumenta suas chances de preservação no espaço e tempo. Exercem efeito comunitário, proporcionando mais alimento, maior atração de fauna, maior ciclagem de nutrientes e maior papel como engenheiras do ecossistema (como, por exemplo, as bromélias tanque, que podem apresentar comunidade associada a essa estrutura), podendo até facilitar o estabelecimento de outras epífitas.

Cenário 2: São introduzidas, podem se reproduzir e se dispersar, porém morrem no local de introdução. Podem permanecer em novos locais, pois à medida que a floresta evolui, o local inicialmente perméavel poderia deixar de ser, porém outros locais poderiam passar a ser. Assim, novas populações das espécies, num novo ambiente, podem lá aumentar suas chances de preservação no espaço e exercer efeito comunitário.

Cenário 3: São introduzidas, porém com o tempo se extinguem. Podem exercer efeito comunitário momentâneo, fornecendo alimentos, micro-habitats e promovendo ciclagem de nutrientes. Podem até modificar o ambiente de forma duradoura, e assim favorecer a colonização dele por outras espécies, mesmo após a sua morte.

Em todos os cenários, mesmo nos casos quando não são capazes de sobreviver, as epífitas têm a possibilidade de aumentar a heterogeneidade dos ambientes aos quais são introduzidas. Podem contribuir, assim, para seu enriquecimento.