Rev. Inst. Flor. v. 28 n. 2 p. 177-191 dez. 2016
http://dx.doi.org/10.24278/2178-5031.201628207
ISSN impresso 0103-2674/*on-line* 2178-5031

SOBREVIVÊNCIA DE *Ctenanthe lanceolata Petersen* e *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez (Marantaceae) APÓS O DESMATAMENTO[1]

SURVIVAL OF *Ctenanthe lanceolata Petersen* and *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez (Marantaceae) AFTER DEFORESTATION

Vanessa Rebouças dos SANTOS[2, 3]; Vívian TAMAKI[2]; Rogério Mamoru SUZUKI[2]; Ivomar Aparecido MEDINA[2]; Sarah Moreno CARRIÃO[2]; Regina Tomoko SHIRASUNA[2]

RESUMO – A construção do Rodoanel Mário Covas – Trecho Sul no Estado de São Paulo suprimiu uma área de mata com regiões de várzea e vegetação remanescente da Mata Atlântica. Após o resgate de plantas presentes na área, muitos espécimes, que antes da supressão estavam no interior da mata, passaram a localizar-se nas bordas da pista, como é o caso de duas espécies de marantáceas: *Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez, que foram escolhidas para este estudo por se encontrarem presentes, em grande número, na área afetada pela construção dessa obra. Essas alterações levam a mudanças na composição da vegetação, favorecendo as espécies mais adaptadas às novas condições. O objetivo do presente trabalho foi acompanhar a sobrevivência dos indivíduos transplantados em áreas adjacentes à obra e dos exemplares que permaneceram na beira da estrada após a supressão da vegetação dessas duas espécies de Marantaceae. De modo geral, os resultados demonstram que não é necessário o resgate de exemplares de *Ctenanthe lanceolata* Petersen nem de *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez, que permaneceram na borda da mata após o desmatamento, pois a taxa de sobrevivência destas duas espécies é alta (*Ctenanthe*, 80% na borda e 100% no interior e *Goeppertia*, 100% na borda e interior). Porém, uma vez resgatadas e realocadas, essas espécies apresentaram boa adaptação (100% de sobrevivência das duas espécies) nas condições ambientais (ensolarada e sombreada) avaliadas neste estudo. Desta forma tais realocações, quando consideradas oportunas, seriam viáveis.

Palavras-chave: efeito de borda; realocação; preservação ambiental; Mata Atlântica; ecologia de estradas.

[1]Recebido para análise em 25.02.2016. Aceito para publicação em 10.12.2016.
[2]Instituto de Botânica, Av. Miguel Stefano, 3687, Bairro Água Funda, 04301-902, São Paulo, SP, Brasil.
[3]Autor para correspondência: Vanessa Rebouças dos Santos – vanessareb21@yahoo.com.br

ABSTRACT – The construction of the Mario Covas Rodoanel – Southern Section in São Paulo/BR deforested an area with lowland regions and remnant vegetation of the Atlantic Forest. After the rescue of plants present in the area, many specimens, which were inside the woods before the suppression, happened to be located in the runway edge, as in the case of two species of Marantaceae: *Ctenanthe lanceolata* Petersen and *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S.Suárez, which were chosen for this study because they are present in large numbers in the area affected by the construction of this road. These alterations lead to changes in the composition of vegetation, favoring the most adapted species to new conditions. The aim of this study was to follow the survival of transplanted plants in areas adjacent to the road and the specimens that remained on the roadside after the removal of vegetation of those two species of Marantaceae. In general, it is not necessary to rescue plants of *Ctenanthe lanceolata* Petersen nor *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez that remained on the edge of the forest after deforestation, since the survival rate of these two species is high (*Ctenanthe*, 80% in the border and 100% in the interior, and *Goeppertia*, 100% in the border and interior). However, once rescued and relocated, these species showed good adaptation (100% survival of both species) in the environmental conditions (sunny and shaded) evaluated in this study. In this way, such reallocations, when considered appropriate, would be viable.

Keywords: edge effect; development; environmental preservation; Atlantic Forest; road ecology.

1 INTRODUÇÃO

As estradas e rodovias fazem parte do cotidiano de muitas sociedades, sendo importantes para o desenvolvimento socioeconômico, mas determinam impactos ambientais crônicos e agudos, influenciando a perda de biodiversidade em intensidades ainda impossíveis de serem quantificadas de forma eficiente (Bager e Fontoura, 2012). Os efeitos ecológicos da construção de uma rodovia estendem-se pela paisagem gerando impactos biológicos, como a destruição de ambientes naturais (Forman et al., 2003). Neste contexto, está a construção do Rodoanel Mário Covas – Trecho Sul no Estado de São Paulo.

O Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas foi construído com 53 quilômetros de extensão no limite da mancha urbana da cidade de São Paulo, sendo necessária a supressão de cerca de 31 hectares de florestas. Nesse trecho, encontravam-se regiões de várzea e vegetação remanescente da Mata Atlântica (florestas em estágio médio e avançado).

Essa rodovia separou a mata em duas partes, cujos fragmentos florestais restantes ficaram isolados, não havendo mais uma floresta contínua. As plantas que permaneceram nas bordas ficaram expostas a alterações como, por exemplo, aumento da incidência de luz solar, ventos e redução da umidade. Essas modificações promovem alterações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do sistema (Murcia, 1995; Primak e Rodrigues, 2001; Ribeiro, 2008; Lima-Ribeiro, 2008). Há, então, uma influência mútua entre dois tipos de ambientes e as plantas dessa floresta podem responder de diferentes modos a essa alteração, denominada efeito de borda (Tabarelli et al., 2004).

Essas alterações levam a mudanças na composição da vegetação, favorecendo as espécies mais adaptadas às novas condições. Além disso, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (Carvalho et al., 2006). Moraes Neto et al. (2000) ressaltam que várias características constituem parâmetros para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa. Entre essas, a de uso mais frequente é a altura das plantas, visto que a capacidade de crescer rapidamente, quando sombreadas, é um mecanismo de adaptação das plantas, compreendendo uma valiosa estratégia para adequar-se a esta condição.

Os estudos sobre resgate de plântulas de espécies tropicais são escassos, mas necessários para preservação da biodiversidade, tanto que tem sido uma das principais condições impostas pelos órgãos ambientais no licenciamento de empreendimentos que irão desmatar grandes áreas (Silva et al., 2015). Segundo Jasper et al. (2005), a realocação de plantas provenientes de supressão da mata é considerada uma das medidas de conservação para diminuir o impacto ambiental decorrente da necessidade de eliminação de parte da vegetação.

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do Brasil com níveis muito elevados de riqueza e endemismo (cerca de 20 mil espécies, sendo seis mil endêmicas), estando entre os 34 *hotspots* globais de biodiversidade, sendo uma área prioritária para a conservação (Sugyiama, 2010). Em virtude da ação antrópica, como a construção de obras viárias, restam somente 7% dessa floresta (Sugyiama, 2010), acentuando a importância de medidas de mitigação. Entre as espécies existentes na Mata Atlântica estão as pertencentes à família Marantaceae, com ocorrência de 11 gêneros e 108 espécies, sendo 86 endêmicas (Braga, 2005).

Essa família é predominantemente neotropical sendo a maioria de seus representantes do Novo Mundo. Apresenta cerca de 31 gêneros e 550 espécies, com o centro de diversidade nas florestas Neotropicais (Dahlgren et al., 1985; Mabberley, 1993; Anderson, 1998) e com distribuição pantropical (Braga, 2008). Compreende plantas típicas de florestas úmidas, crescendo principalmente em margem de rios e interior da mata (Heywood, 1978).

Recente estudo filogenético confirmou a polifilia de *Calathea* G. Mey resultando na redefinição do grupo (Borchsenius et al., 2012). Cerca de 245 espécies do gênero *Calathea* foram sinonimizados no gênero *Goeppertia* Nees, tornando-se o gênero mais representativo da família (Borchsenius et al., 2012).

Das 141 espécies de *Calathea* listadas para o Brasil, apenas três permaneceram em *Calathea* como circunscrito atualmente e o restante incluído em *Goeppertia* (Saka e Lombardi, 2013). Duas espécies desses gêneros, presentes em grande número no Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas, foram estudadas em áreas afetadas pela construção desta obra, *Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez.

Ctenanthe lanceolata Petersen é uma erva terrícola que ocupa locais sombreados, endêmica da Mata Atlântica com ocorrência nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Braga e Saka, 2016). Possui folhas oblongo-lanceoladas com inflorescência em espiga (Petersen, 1890).

Goeppertia monophylla (Vell.) Borchs. & S. Suárez é uma erva terrícola, endêmica da Mata Atlântica e ocorre em todos os estados do Sul e Sudeste do Brasil (Braga e Saka, 2016). É muito comum, habitando os sub-bosques da Mata Atlântica, na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual. Possui lâminas foliares lanceoladas a oblongo-lanceoladas com nervuras conspícuas de consistência fibrosa e que se tornam laceradas à medida que envelhecem. As flores apresentam diversas colorações ao longo do desenvolvimento, de esbranquiçadas e amareladas a acinzentadas (Wanderley e Vieira, 2002). É considerada como espécie pioneira por apresentar ocorrência preferencial em ambiente iluminado, formação de banco de sementes na serrapilheira e rápido crescimento vegetativo formando extensa rede de tubérculos (Lima e Gandolfi, 2009).

As espécies não arbóreas apresentam grande contribuição na diversidade, sendo que o número de espécies herbáceas e subarbustivas pode variar de 33 a 52% da riqueza específica de uma área de mata tropical, enquanto as espécies arbóreas constituem de 15 a 22% (Gentry e Dodson, 1987). Portanto, os estudos relacionados à realocação das duas espécies mencionadas de Marantaceae são de grande importância para a preservação da biodiversidade.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi acompanhar a sobrevivência dos indivíduos transplantados em áreas adjacentes à obra e dos exemplares que permaneceram à beira da estrada após a supressão da vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Os experimentos foram desenvolvidos no entorno das obras da construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas, no município de Mauá/SP, com cerca de 780 m de altitude (23º45'15,9"S e 46º30'12,5"O). A vegetação predominante na área de estudo pertence à Mata Atlântica, classificada como Floresta Tropical Latifoliada Perenifólia (Eiten, 1970). O clima regional dominante é o Cwa, segundo a classificação de Köppen (1948), clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22 ºC. A caracterização local incluiu os dados mensais de precipitação total e temperaturas médias mínimas e máximas (Figura 1), obtidos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2012).

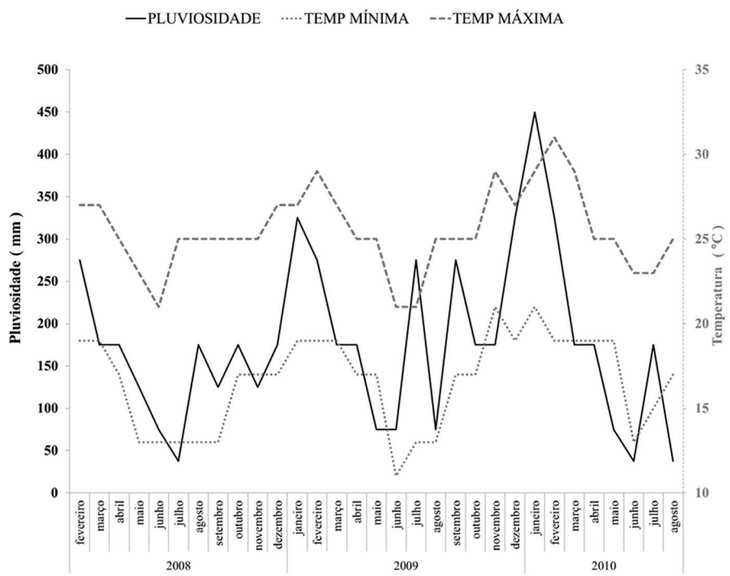

Figura 1. Pluviosidade total mensal e temperaturas médias mínimas e máximas obtidos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2012).

Figure 1. Total monthly rainfall and average minimum and maximum temperatures obtained from Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2012).

2.2 Material de Estudo e Descrição dos Experimentos

Foram utilizados exemplares adultos de duas espécies de Marantaceae, *Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez. Os experimentos foram conduzidos da seguinte forma: 1) com exemplares transplantados das duas espécies, denominados Experimento de Avaliação do Transplante de plantas de *C. lanceolata* (ATC) e de Avaliação do Transplante de plantas de *G. monophylla* (ATG); 2) com exemplares de *C. lanceolata* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEC) e 3) com exemplares de *G. monophylla* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEG). As avaliações não foram realizadas em alguns meses do ano devido ao acesso impossibilitado em decorrência do andamento da obra nestes meses.

Os resultados de todos os experimentos foram relacionados (correlação linear de Pearson-p) aos dados climatológicos (temperatura e precipitação pluviométrica – Figura 1), semelhantemente ao realizado por Tamaki et al. (2014), para auxiliar na discussão das hipóteses dos dados obtidos.

2.2.1 Avaliação dos Transplantes de plantas de *C. lanceolata* (ATC) e *G. monophylla* (ATG)

Entre as plantas realocadas foram escolhidos, ao acaso, 40 exemplares de cada espécie com a finalidade de avaliar o seu crescimento e desenvolvimento. Essas plantas foram transplantadass no solo, dispersas nas áreas de mata adjacentes ao desmatamento em dois ambientes: ensolarado em clareiras (1.700 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$) e sombreado pela copa das árvores (800 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$), constituindo dois grupos de análise, com 20 plantas cada. O crescimento foi avaliado mensalmente, durante o período de fevereiro de 2009 a agosto de 2010, observando-se as seguintes variáveis: número médio de brotos (média de todos os brotos das 20 plantas para cada ambiente); número médio de folhas por planta (obtido através de contagem direta de folhas totalmente expandidas por planta); altura média das 20 plantas (da superfície do solo até o ápice da maior folha esticada na posição vertical); comprimento médio da maior folha (definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha).

2.2.2 Avaliação das plantas de *C. lanceolata* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEC)

Foram analisados dois lotes com 20 exemplares dispersos em cada: um que permaneceu na borda (experimental) e outro localizado a 3 metros da borda, no interior da mata (controle). A distância entre os lotes controle e experimental foi determinada pela presença de exemplares remanescentes no interior da mata.

O desmatamento ocorreu em março de 2008 e, mensalmente, até julho de 2009, as plantas foram analisadas quanto à sobrevivência. Foram coletadas nos tempos 0, 7 e 16 meses, após o início da avaliação, duas folhas de três exemplares de cada lote para análises de pigmentos fotossintéticos.

Para a extração de pigmentos fotossintéticos foram utilizadas triplicatas de 0,5 a 1,0 g de massa fresca de folhas, que foram previamente armazenadas a -20 ºC até o momento das análises. O material foliar foi macerado em almofariz com nitrogênio líquido e, em seguida, diluído com 3 mL de acetona gelada. Cada amostra foi filtrada em funil previamente forrado com papel de filtro umedecido com acetona gelada. O filtrado foi recolhido em balões volumétricos de 25 mL. Em seguida, cada volume coletado foi armazenado no gelo em tubos de ensaio que foram tampados com papel alumínio e filme de PVC transparente, até o momento da leitura. As amostras foram lidas em espectrofotômetro, calibradas com acetona pura. A absorbância (A) da clorofila *a* foi lida em 661,6 nm e a da clorofila *b*, em 644,8 nm. Os cálculos das concentrações da clorofila *a* (C_a) e da clorofila *b* (C_b) foram realizados de acordo com as equações definidas em Lichtenthaler (1987).

$$C_a = 1\ 1{,}24\ A_{661{,}6} - 2{,}04\ A_{644{,}8}$$
$$C_b = 20{,}13\ A_{644{,}8} - 4{,}19\ A_{661{,}6}$$

Os conteúdos de clorofilas dos tecidos foliares foram expressos em µg do pigmento por grama de matéria fresca.

2.2.3 Avaliação das plantas de *G. monophylla* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEG)

Foram analisados 20 exemplares que permaneceram na borda tendo como controle 20 exemplares localizados a cerca de 25 metros da borda (interior da mata). A definição da distância entre os lotes controle e experimental seguiu o mesmo critério adotado no experimento ABEC. O desmatamento ocorreu entre os meses de janeiro e fevereiro de 2008. Foram analisadas nos tempos 0, 4 e 18 meses, após o início da avaliação, as variáveis comprimento da maior folha (medida da distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha), número total de folhas e a porcentagem de sobrevivência.

2.3 Análise dos Dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 20 repetições (cada planta é uma repetição) para dados de crescimento e três repetições de duas amostras de folhas para análise de pigmentos fotossintéticos.

As médias dos dados de crescimento estão apresentadas com seus respectivos desvios-padrão e os dados obtidos de pigmentos fotossintéticos foram submetidos à análise de variância fatorial 2 x 3 (localização borda ou interior x tempos 0, 7 e 16 meses) (teste F) (a interação foi avaliada em alguns casos e em outros não foi explorada porque o resultado da análise de variância não foi significativo, por exemplo, no ABEG) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados Climatológicos

Conforme apresentado na Figura 1, os dados mensais de temperaturas médias, mínimas e máximas, e de precipitação total, exibiram flutuações ao longo do período analisado (fevereiro de 2008 a agosto de 2010). As maiores pluviosidades variaram de 250 a 400 mm mensais, foram verificadas nos meses de fevereiro de 2008, fevereiro, julho, setembro e dezembro de 2009, e janeiro e fevereiro de 2010 (em janeiro ocorreu a maior pluviosidade registrada durante todo o período de estudo). As menores precipitações (inferiores a 100 mm mensais) ocorreram nos meses de junho e julho de 2008, e maio, junho e agosto de 2009 e de 2010.

3.2 Avaliação dos transplantes de plantas de *C. lanceolata* (ATC) e *G. monophylla* (ATG)

Ctenanthe lanceolata: todas as plantas de *Ctenanthe lanceolata* mantidas na sombra e em local ensolarado sobreviveram durante o período avaliado.

A produção de folhas das plantas de *C. lanceolata* transplantadas em local ensolarado aumentou nos primeiros meses após o replantio e se manteve praticamente constante no decorrer da avaliação. Não houve diferença substancial no número e no comprimento foliar das plantas realocadas tanto em local sombreado quanto ensolarado (Figura 2A e 2B).

Com relação ao número de brotos (Figura 2C), observou-se que as plantas que se encontravam em local ensolarado apresentaram maior número de brotos quando comparadas com as plantas de sombra, sendo que o pico de produção de brotos ocorreu entre janeiro e março/2010, meses que apresentaram maior temperatura e índice de pluviosidade, conforme Figura 1.

As alturas das plantas de *C. lanceolata* realocadas na sombra foram semelhantes daquelas transplantadas em local ensolarado e cresceram continuamente durante todo o período avaliado (Figura 2D).

Goeppertia monophylla: todas as plantas de *Goeppertia monophylla* mantidas na sombra e em local ensolarado sobreviveram durante o período avaliado. O número de folhas de plantas de *G. monophylla* variou pouco durante o período avaliado, com média de nove folhas mensais e não diferindo entre as plantas cultivadas nos diferentes ambientes, embora nos primeiros sete meses o número de folhas tenha sido maior naquelas cultivadas na sombra, diferente do que foi observado nos meses seguintes, nos quais o número de folhas foi maior nas plantas mantidas em local ensolarado (Figura 3A). De acordo com Nodari et al. (1999), o número de folhas não é a característica mais indicada para representar diferenças no crescimento de plantas quando submetidas a diferentes níveis de luz, uma vez que, continuamente, há queda e emissão de novas folhas. Mesmo assim, o número de folhas, em conjunto com as demais características avaliadas, principalmente a produção de brotos, sugeriu que o crescimento de plantas de *G. monophylla* pode ser favorecido pelo sombreamento.

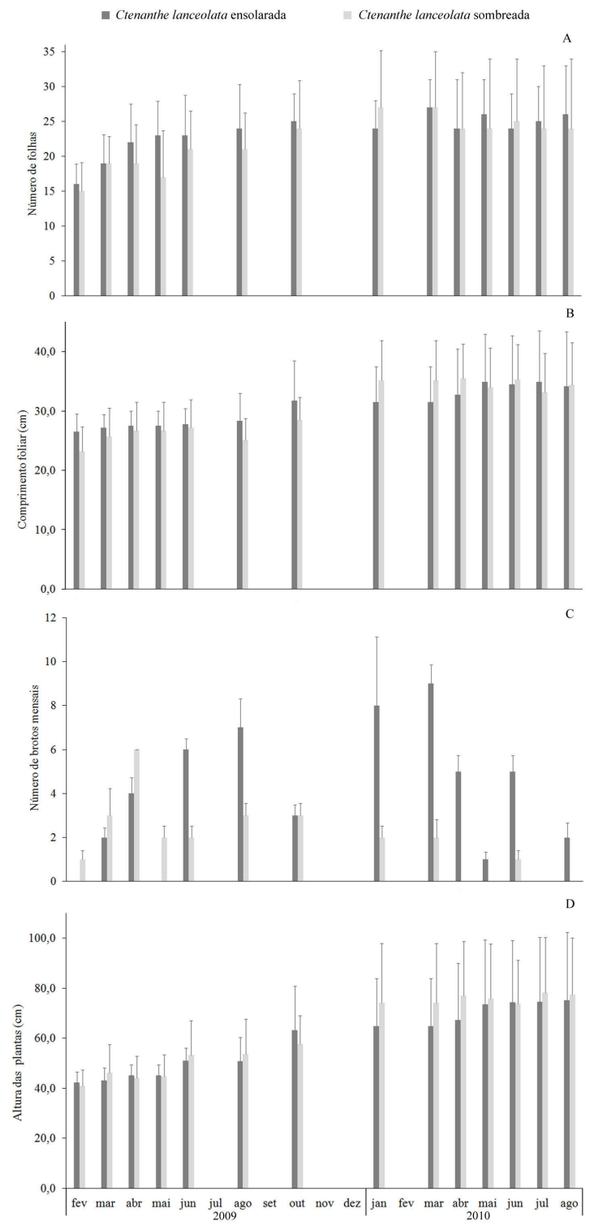

Figura 2. Avaliação do número de folhas (A); comprimento foliar (B); brotos mensais (C) e altura (D) por planta de *Ctenanthe lanceolata*, entre fevereiro/2009 e agosto/2010, realocadas em local sombreado e ensolarado (n = 20). Rodoanel Trecho Sul/SP.

Figure 2. Evaluation of the average number of fiddleheads (A); leaf length (B); monthly sprouts (C) and height (D) of *Ctenanthe lanceolata* for each plant, between February/2009 to August/2011, realocated on the shaded and sunny location (n = 20). Rodoanel Trecho Sul/SP.

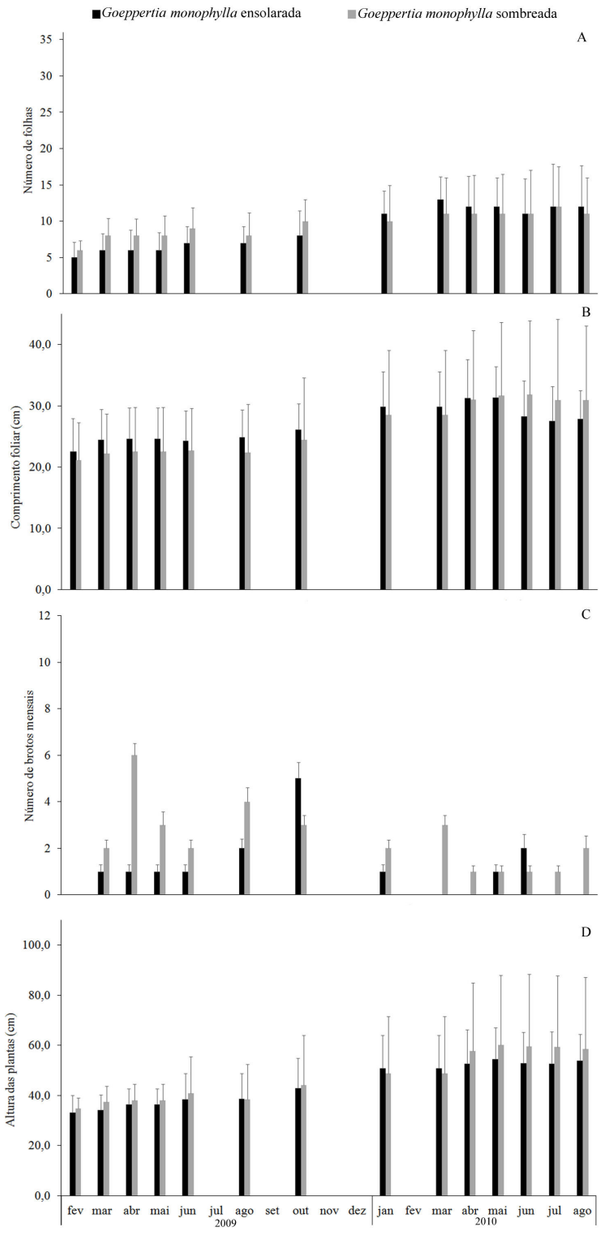

Figura 3. Avaliação do número de folhas (A); comprimento foliar (B); brotos mensais (C) e altura (D) por planta de *Goeppertia monophylla*, entre fevereiro/2009 e agosto/2010, realocadas em local sombreado e ensolarado (n = 20). Rodoanel Trecho Sul/SP.

Figure 3. Evaluation of the average number of fiddleheads (A); leaf length (B); monthly sprouts (C) and height (D) of *Goeppertia monophylla* for each plant, between February/2009 to August/2011, realocated on the shaded and sunny location (n = 20). Rodoanel Trecho Sul/SP.

Não houve diferença substancial com relação ao comprimento das folhas de plantas de *G. monophylla*, independente do ambiente onde foram realocadas (Figura 3B). Durante o período avaliado, o parâmetro número de brotos nas plantas de *G. monophylla* foi o único influenciado pelo ambiente escolhido para realocação, pois o maior número ocorreu nas plantas mantidas em local sombreado, apresentando pico de produção após 2 meses de realocação das plantas. As plantas transplantadas na área ensolarada apresentaram produção de brotos relativamente menor e houve um atraso na maior produção, se comparada às plantas mantidas na sombra, pois o maior número de brotos ocorreu somente no mês de outubro (Figura 3C). Com relação ao parâmetro altura, o crescimento foi semelhante entre as plantas de *G. monophylla* que cresceram em ambientes distintos (sombreado e ensolarado), e, após um ano de avaliação, a tendência de crescimento em altura foi similar entre elas (Figura 3D).

As espécies de marantáceas analisadas nestes experimentos tiveram alta porcentagem de sobrevivência nos dois ambientes avaliados. A porcentagem de sobrevivência de palmiteiros na realocação realizada em Mauá (SP) foi de 43% no trabalho de Tamaki e Medina (2011) sem ter sido realizado nenhum trato cultural. Tamaki e Medina (2009), trabalhando com realocação da bromélia *Nidularium innocentii* Lem., resgatadas de áreas de desmatamento durante a execução do Rodoanel Mário Covas-Trecho Sul, obtiveram, após 20 meses, apenas 23% de sobrevivência dos exemplares fixados nas árvores em Mauá (SP). Segundo Santos Junior e Tamaki (2014), as plantas terrícolas realocadas no Parque Estadual da Cantareira – PEC, principalmente do grupo das Bromeliaceae, Orchidaceae, Marantaceae, Arecaceae e pteridófitas arborescentes (samambaiaçus), apresentaram boa porcentagem de sobrevivência (100%, 100%, 100%, > 93%, > 77%, respectivamente). Em outro trabalho de realocação de plantas, realizada em Mauá, resgatadas durante supressão da vegetação, Tamaki et al. (2014) verificaram que exemplares de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin apresentaram 80% de sobrevivência, quando a realocação foi realizada no início do período de maior pluviosidade.

Mesmo sendo de família típica de florestas tropicais úmidas, as Marantaceae também podem ser encontradas em locais com vegetação aberta (Costa et al., 2008). Essa eficiência de crescimento, de acordo com Atroch et al. (2001) e Searle et al. (2011), se deve à capacidade e habilidade que a maioria das plantas têm para se aclimatar às variações de temperatura e luminosidade.

Osunkoya e Ash (1991) e King (1994) relataram que o crescimento maior em altura das plantas em ambientes sombreados é uma resposta bastante comum, podendo ser atribuída a um maior investimento no alongamento celular, visando à busca por maior luminosidade. Segundo Wardlaw (1990), plantas cultivadas sob condições de baixa disponibilidade de luz tentariam investir maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea. Esses resultados não foram observados nas plantas avaliadas, possivelmente causado pelo estresse do período de realocação.

3.3 Avaliação das plantas de *C. lanceolata* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEC)

Os exemplares de *C. lanceolata* que permaneceram na borda da área de vegetação suprimida tiveram alta taxa de sobrevivência (80%) (Tabela 1) ao longo do período de observação. Um estudo com sobrevivência de uma samambaia arborescente (*Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin), após a supressão da vegetação, também mostrou alta taxa de sobrevivência (97%) de seus exemplares na mesma área de estudo (Tamaki et al., 2014). Plantas de *Heliconia acuminata* Rich., que permaneceram em fragmentos de matas, tiveram seu crescimento e reprodução reduzidos, de acordo com Bruna et al., 2002; alguns fatores que podem ter ocasionado este resultado estão relacionados às características dessas áreas, que são mais quentes e secas do que o interior das matas.

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência dos exemplares de *Ctenanthe lanceolata* Petersen que permaneceram na borda da pista após a supressão da vegetação e de exemplares do interior da mata (n = 20).

Table 1. Survival percentage of *Ctenanthe lanceolata* Petersen plants that remained on the edge of the road after deforestation and the specimens that remained inside the forest (n = 20).

Ambiente	% de sobrevivência
Borda	80
Interior	100

Após o desmatamento, observou-se um acentuado amarelecimento foliar nas plantas que permaneceram na borda, confirmado nas análises de pigmentos fotossintéticos tanto para clorofila *a* quanto para clorofila *b* (Tabela 2), em que foi possível verificar, estatisticamente, menor quantidade de pigmentos fotossintéticos nas plantas da borda do que nas do interior da mata. Na análise ao longo dos 16 meses, observou-se maior quantidade de pigmentos fotossintéticos (clorofilas *a* e *b*) no tempo zero em relação aos demais tempos (Tabela 2). No 7º mês após a exposição das plantas à condição de borda, houve uma redução na quantidade dos pigmentos, cerca de 50% da quantidade existente no tempo zero (Tabela 2). No 16º mês, observou-se um aumento numérico na quantidade de pigmentos, apesar de não apresentarem diferenças significativas, em relação ao tempo de 7 meses (Tabela 2), sugerindo certa recuperação das plantas presentes na borda.

Tabela 2. Síntese da análise de variância e do teste de médias, em *Ctenanthe lanceolata* Peterson para os pigmentos fotossintéticos analisados (clorofila *a* e clorofila *b*) nas diferentes localizações das plantas (borda da pista e interior da mata) e tempos de análise dos parâmetros (0, 7 e 16 meses). Valores seguidos de letras diferentes apresentaram variação significativa entre os tratamentos. Valores seguidos de "NS" não apresentaram variação significativa entre os tratamentos (n = 20).

Table 2. Summary of analysis of variance and the means test in *Ctenanthe lanceolata* Peterson to photosynthetic pigments analyzed (chlorophyll *a* and chlorophyll *b*) in different locations of the plants (edge of the road and inside the forest) and parameters analysis times (0, 7 and 16 months). Values followed by different letters show significant variation between treatments. Values followed by "NS" presented no significant variation between treatments (n = 20).

Fator	µg de pigmento/grama de massa fresca		
	Tratamentos	clorofila *a*	clorofila *b*
Localização (T)	Borda	831,6 b	400,4 b
	Interior	1338,8 a	560,7 a
Tempos de análise (meses) (T)	0	1470,5 a	636,5 a
	7	775,6 b	352,5 b
	16	1009,6 b	452,6 b
Teste F	Localização (L)	20,54 ***	13,32 **
	Tempo de análise (T)	13,31 ***	14,33 ***
	L*T	0,49 NS	0,07 NS
	CV%	21,9	19,4

*significativo (P < 0,05); **significativo (P < 0,01); ***significativo (P < 0,001); NS: não significativo.
*significant (P < 0.05); **significant (P < 0.01); ***significant (P < 0.001); NS: not significant.

A exposição das plantas à alteração de intensidade luminosa altera o aparato fotossintético das mesmas, ocasionando, inicialmente, degradação dos pigmentos fotossintéticos, o que leva à clorose foliar (Larcher, 2004; Lüttge, 2008). O excesso de intensidade luminosa pode danificar o fotossistema II, levando à perda de clorofila, ocasionando a clorose (Taiz e Zeiger, 2010). Observou-se em *C. lanceolata* uma tendência de recuperação desse aparato fotossintético das plantas que permaneceram na borda ao longo do tempo, sugerindo não haver necessidade de realocação destes exemplares que permaneceram na borda da área de vegetação suprimida, visto não se tratar de uma espécie ameaçada.

Não foram observadas interações estatisticamente significativas entre os fatores local e tempo (dias) para o experimento ABEC (Tabela 2).

Adicionalmente, após três meses da supressão da vegetação, algumas das plantas que permaneceram na borda começaram a apresentar folhas novas, mas tinham cerca de 1/3 do tamanho das folhas novas do interior da mata (dados não apresentados).

3.4 Avaliação das plantas de *G. monophylla* que permaneceram na beira da estrada após o desmatamento (ABEG)

Não foi observada a morte de nenhuma planta avaliada (Tabela 3), entretanto, notou-se, inicialmente, que as folhas das plantas que permaneceram na borda apresentaram rápido amarelecimento, com necrose em várias partes, o que não foi observado nas plantas do interior da mata, que tiveram crescimento e desenvolvimento foliar contínuo, não apresentando amarelecimento e necroses (dados não apresentados). De acordo com Murcia (1995), Tabarelli et al. (2005) e Ribeiro et al. (2009), em relação ao interior da mata, a borda pode apresentar mudanças microclimáticas como, por exemplo, aumento na temperatura, maior radiação e intensidade de ventos e menor umidade relativa do ar e do solo, o que pode explicar o amarelecimento e necrose observados nas plantas que permaneceram na borda.

Os resultados indicam que se seguiu a emissão de novas folhas substituindo as que sofreram danos, embora em menor número, sendo que as folhas desenvolvidas apresentaram redução de cerca de 25% no comprimento foliar, quando comparadas com as plantas do interior da mata (Tabela 4). É possível que a redução no número e comprimento foliar verificada nas plantas que permaneceram na borda seja decorrente de um período de aclimatação resultante da exposição ao efeito de borda provocado pelo desmatamento. Mulkey (1986), ao estudar três espécies de bambu no sub-bosque de floresta localizada no Panamá, verificou que as novas folhas formadas já apresentavam comprimento do limbo foliar e do pecíolo semelhantes aos verificados logo após a supressão da vegetação, decorridos 18 meses do início do acompanhamento. Tais resultados são diferentes dos encontrados por Chazdon (1986), que verificou em três espécies de palmeiras do sub-bosque da Costa Rica que o número de folhas e o comprimento foliar era maior nas plantas da borda. Em uma outra espécie de Marantaceae (*Calathea inocephala* (Kuntze) T. Durand & B.D. Jacks.), Mulkey et al. (1991) verificaram grande adaptação das plantas à abertura do dossel na floresta, devido à capacidade das folhas em reduzir a perda de água, e a presença de raízes espessas, que conferem capacidade de armazenamento de água. Lowe et al. (2005) relataram que os efeitos de borda não ocorrem da mesma maneira em todas as bordas e as espécies florestais nem sempre respondem da mesma maneira a estes efeitos, devendo-se levar em conta suas características e as alterações ambientais ocorridas. Alguns táxons vegetais podem ser favorecidos pela maior incidência de radiação, apresentando aumento nas taxas de crescimento e de recrutamento de plântulas, principalmente pioneiras (Sizer et al., 1999; Laurance et al., 1998; Tabarelli et al., 2009), enquanto outros grupos como, por exemplo, árvores de grande porte, árvores polinizadas por vertebrados e principalmente aquelas sensíveis à alta radiação morrem (Tabarelli et al., 2009).

Tabela 3. Porcentagem de sobrevivência dos exemplares de *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez que permaneceram na borda da pista após a supressão da vegetação e de exemplares do interior da mata (n = 20).

Table 3. Survival percentage of *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez plants that remained on the edge of the road after deforestation and the specimens that remained inside the forest (n = 20).

Ambiente	% de sobrevivência
Borda	100
Interior	100

Tabela 4. Médias do comprimento foliar e número de folhas dos exemplares de *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez que permaneceram no interior da mata e de exemplares que ficaram na borda da pista após a supressão da vegetação, no início, aos 4 e 18 meses (n = 20).

Table 4. Average of leaf length and number of leaves of specimens of *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez that remained on the edge of the road after deforestation and the specimens that remained inside the forest, at the beginning, at 4 and 18 months (n = 20).

Característica	Ambiente/Tempo após Desmatamento					
	Interior/início	Interior/ após 4 meses	Interior/ após 18 meses	Borda/início	Borda/ após 4 meses	Borda/ após 18 meses
comprimento foliar	158,3 ± 10,2	158,1 ± 11,3	164,3 ± 8,4	114,4 ± 8,6	86,1 ± 8,1	117,7 ± 10,8
número de folhas	5,5 ± 1,6	5,5 ± 3,6	6,4 ± 1,9	5,0 ± 1,4	4,6 ± 1,4	5,8 ± 1,3

Os resultados com *Goeppertia* indicam que esta espécie, assim como outras Marantaceae, também apresenta plasticidade fenotípica, conforme proposto por Paixão et al. (2014), exibindo elevada capacidade de adaptação, com pequeno período de aclimatação aos efeitos de borda promovidos pelo desmatamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, não é necessário o resgate de exemplares de *Ctenanthe lanceolata* Petersen nem de *Goeppertia monophylla* (Vell.) Borchs. & S. Suárez que permaneceram na borda da mata após o desmatamento, pois a taxa de sobrevivência destas duas espécies é alta. Porém, uma vez resgatadas e realocadas, essas espécies apresentaram boa adaptação e desenvolvimento nas condições ambientais (ensolarada e sombreada) avaliadas neste estudo, sugerindo que tais realocações, quando consideradas oportunas, seriam viáveis.

Os impactos oriundos de construções de rodovias e outros empreendimentos são grandes, e reduzir estes impactos é um grande desafio. Estudos como este servem de experiência e base para medidas que poderão ser empregadas em outros projetos, com o objetivo de diminuir e compensar os impactos ambientais causados por estes tipos de obras.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa de Desenvolvimento Rodoviário S.A. – DERSA e ao Instituto de Botânica, pelos recursos fornecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. Marantaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **The families and genera of vascular plants**. Volume IV. Flowering plants, Monocotyledons, Alismatanae and Commelinanae (except Graminae). Berlin: Springer, 1998. p. 278-293.

ATROCH, E.M.A.C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de estradas no Brasil. – contexto histórico e perspectivas futuras. In: BAGER, A. (Ed.). **Ecologia de estradas**. Lavras: UFLA, 2012. p. 13-24.

BORCHSENIUS, F. et al. Molecular phylogeny and redefined generic limits of *Calathea* (Marantaceae). **Systematic Botany**, v. 37, n. 3, p. 620-635, 2012.

BRAGA, J.M.A. Marantaceae – novidades taxonômicas e nomenclaturais III: tipificações, sinonímias e uma nova combinação em *Calathea*. **Acta Bot. Bras.**, v. 19, n. 4, p. 763-768, 2005.

_____. Two news species of *Calathea* (Marantaceae) from South-eastern Brazil. **KewBulletin**, v. 63, p. 309-314, 2008.

_____.; SAKA, M. Marantaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB157>. Acesso em: 24 jun. 2016.

BRUNA, E.M. et al. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in fragmented Amazonian landscape. **Journal of Ecology**, v. 90, p. 639-649, 2002.

CARVALHO, N.O.S. et al. Crescimento inicial de plantas de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc. em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CHAZDON, R.L. Light variation and carbon gain in rain forest under storey palms. **Journal of Ecology**, v. 74, p. 995-1012, 1986.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. **Previsão climática**. 2012. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt#>. Acesso em: 11 fev. 2016.

COSTA, F.R.C.; ESPINELLI, F.P.; FIGUEIREDO, F.O.G. **Guia de marantáceas da Reserva Ducke e da Reserva Biológica do Uatumã**. Manaus: INPA, 2008. 154 p.

DAHLGREN, R.M.; CLIFFORD, H.T.; YEO, P.F. **The families of the monocotyledons –** structure, evolution and taxonomy. New York: Springer, 1985. 520 p.

EITEN, G. A vegetação do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 7, p. 1-147, 1970.

FORMAN, R.T.T. et al. **Road ecology:** science and solutions. Washington, D.C.: Island Press, 2003. 481 p.

GENTRY, A.H.; DODSON, C. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica**, v. 19, p. 149-156, 1987.

HEYWOOD, V.M. Marantaceae. In: _____. **Flowering plants of the world**. Oxford: Oxford University Press,1978. p. 300-301.

JASPER, A. et al. Metodologia de salvamento de Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae na pequena central hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta – São José do Herval/Putinga – RS – Brasil. **Pesquisas Botânica**, v. 56, p. 265-284, 2005.

KING, D. Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. **American Journal of Botany**, v. 81, n. 8, p. 948-957, 1994.

KÖPPEN, W. **Climatología:** con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

LAURANCE, W.F. et al. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, v. 12, p. 460-464, 1998.

LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S. Structure of the herb stratum under different light regimes in the Submontane Atlantic Rain Forest. **Braz. J. Biol.**, v. 69, p. 289-296, 2009.

LIMA-RIBEIRO, M.S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, n. 2, p. 535-545, 2008.

LOWE, A.J. et al. Genetic resource impacts of habitat loss and degradation: reconciling empirical evidence and predicted theory for Neotropical trees. **Heredity**, v. 95, p. 255-273, 2005.

LÜTTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer, 2008. p. 107-125.

MABBERLEY, D.J. **The plant-book –** a portable dictionary of higher plants. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 706 p.

MORAES NETO, S.P. et al. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p.35-45, 2000.

MULKEY, S.S. Photosynthetic acclimation and water-use efficiency of three species of understory herbaceous bamboo (Graminae) in Panama. **Oecologia**, v. 70, p. 514-519, 1986.

_____. et al. Comparative life history and physiology of two understory neotropical herbs. **Oecologia**, v. 88, p. 263-273, 1991.

MURCIA, C. Edges effects in fragmented forest: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NODARI, R.O. et al. Crescimento de mudas de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 285-292, 1999.

OSUNKOYA. O.A.; ASH, J.E. Acclimation to a change in light regime in seedlings of six Australian rainforest tree species. **Australian Journal of Botany**, v. 39, p. 591-605, 1991.

PAIXÃO B.H.; COSTA G.A.P.; CLEMENTE-CARVALHO, R.B.G. Efeito da fitofisionomia sobre a morfometria foliar e seleção de habitat de morfoespécies da família Marantaceae numa área de Mata Atlântica sobre a formação Barreiras. **Natureza Online**, v. 12, n. 5, p. 240-244, 2014.

PETERSEN, O.G. Marantaceae. In: MARTIUS, C.F.P.; EICHLER, A.G.; URBAN, I. (Ed.). **Flora Brasiliensis**. Leipzig, 1890. v. 3, part 3, p. 81-172.

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

RIBEIRO, M.T.; RAMOS, F.N.; SANTOS, F.A.M. Tree structure and richness in an Atlantic Forest fragment: distance from anthropogenic and natural edges. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1123-1132, 2009.

SAKA, M.N.; LOMBARDI, J.A. Contribuição ao conhecimento de *Goeppertia* (Marantaceae) no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64., 2013, Belo Horizonte, 2013. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Botânica, 2013. Disponível em: <http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins18393-id5094.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

SANTOS JUNIOR, N.A.; TAMAKI, V. Realocação de plantas resgatadas em processos de supressão da vegetação: uma ação do Projeto Rodoanel Trecho Norte/SP. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE BOTÂNICA, 21., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2014. p. 1-5.

SEARLE, S.Y. et al. Leaf respiration and alternative oxidase in field-grown alpine grasses respond to natural changes in temperature and light. **New Phytologist**, v. 189, p. 1027-1039, 2011.

SILVA, N.F. et al. Resgate de mudas de *Lychnophora pohlii* como alternativa para recuperação e conservação de campo rupestre. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 645-654, 2015.

SUGIYAMA, M. Biomas do Estado de São Paulo. In: BONONI, V.L.R (Coord.). **Biodiversidade**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2010. p. 31-49.

TABARELLI, M. et al. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1419-1425, 2004.

_____. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, p. 132-138, 2005.

_____.; PINTO, S.R.; LEAL, I.R. Floresta Atlântica nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. **Ciência Hoje**, v. 44, n. 263, p. 36-41, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5th ed. Massachusetts: Sinauer, 2010. 782 p.

TAMAKI, V. et al. Sobrevivência de *Cyathea atrovirens* (Cyatheaceae; Pteridophyta) após desmatamento. **Revista do Instituto Florestal**, v. 26, n. 2, p. 215-225, 2014.

_____; MEDINA, I.A. Realocação da bromélia *Nidularium innocentii* Lem. resgatada após o desmatamento das obras do Rodoanel Mário Covas. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Anais do III Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 264.

_____. Mudas de *Euterpe edulis* realocadas em floresta remanescente. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica:** desafios atuais e futuros. São Paulo: Instituto de Botânica, 2011. p. 310.

WANDERLEY, M.G.L.; VIEIRA, S. Nova espécie de *Calathea* G. Mey. (Marantaceae) para o Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n. 2, p. 115-118, 2002.

WARDLAW, I.F. The control of carbon partitioning in plants. **New Phytologist**, v. 116, n. 3, p. 341-381, 1990.