Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>

Reconhecimento de grupos funcionais em um fragmento de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil

Jardim¹, Raissa Iana Leite; Melo Jr., João Carlos Ferreira^{1,2}

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) – Rua Paulo Maschitzki, 10, CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil. ² Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Laboratório de Morfologia e Ecologia Vegetal, joao.melo@univille.br

Artigo recebido em 02/08/2019 e aceito em 01/03/2020

RESUMO

Compreender a complexidade funcional de fragmentos florestais urbanos é uma medida fundamental para a conservação da biodiversidade. O presente estudo reconheceu grupos funcionais de subosque num fragmento de Mata Atlântica localizado na cidade de Joinville, Santa Catarina. Foram avaliados atributos relacionados a ecologia de 31 espécies lenhosas. A estatística apresentou a formação de quatro grupos funcionais: G1 composto por *Bathysa australis*, espécie megafanerófita, mesófito e megáfila; G2 composto por 7 espécies secundárias tardias ou climáticas; G3 integrado por 13 espécies de mesofanerófitas, polinizadas por abelhas e dispersas por aves; e G4 formado por 9 espécies macrófilas, secundárias iniciais e tardias. O fragmento apresentou baixa diversidade de grupos funcionais, com sobreposição destes em função da similaridade de requerimentos ecológicos, corroborando a tendência à redundância funcional em áreas florestais fragmentadas. Os resultados obtidos podem subsidiar medidas mitigatórias para a conservação e recuperação de áreas relictuais da Mata Atlântica.

Palavras-chave: ecologia funcional, Mata Atlântica, conservação da biodiversidade

Recognition of functional groups in a fragment of Atlantic Forest in Santa Catarina, Brazil

ABSTRACT

Understanding the functional complexity of urban forest fragments is a key measure for biodiversity conservation. The present study recognized functional groups of undersory in a fragment of Atlantic Forest located in Joinville city, Santa Catarina. Ecological attributes of 31 woody species were evaluated. The statistic presented the formation of four functional groups: G1 composed by *Bathysa australis*, megaphanerophyte, mesophyte and megaphilic species; G2 composed by 7 late secondary or climactic species; G3 composed by 13 species of mesophanerophytes, pollinated by bees and dispersed by birds; and G4 formed by 9 macrophyll species, initial and late secondary. The fragment presented low diversity of functional groups, with overlapping of these due to the similarity of ecological requirements, corroborating the tendency to functional redundancy in fragmented forest areas. The results obtained can support mitigating measures for the conservation and recovery of relict areas of the Atlantic Forest.

Key-words: functional ecology, rain forest, biodiversity conservation

Introdução

A Mata Atlântica foi, e ainda é, amplamente influenciada pelas pressões antrópicas. Sua atual cobertura é descontínua ao longo de toda a faixa de distribuição original da floresta, representada por fragmentos que encontram-se altamente perturbados, constituídos por florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais, com baixa conectividade entre si, pouco conhecidos e pouco protegidos (MMA, 2010), ocasionando processos de estresse,

alteração estrutural e florística de suas comunidades vegetais (Primack e Rodrigues, 2001; Ricklefs, 2003).

A escassez de áreas primárias, fundamentais para a conservação da biodiversidade (Gibson et al., 2011), faz dos remanescentes florestais em estágio secundário áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos, principalmente em

meio aos centros urbanos (De Walt et al., 2003; Chazdon 2012).

Segundo Melo Jr. et al. (2017) os principais remanescentes florestais do município de Joinville são caracterizados como fragmentos de vegetação secundária em estágio médio de regeneração, conforme critérios definidos pela Resolução CONAMA n° 04/1994. A exploração florestal e a abertura de trilhas são as principais perturbações que ameaçam a conservação desses remanescentes (PMJ, 2018). Tais distúrbios e perturbações na floresta resultam em alterações na composição e estrutura florestal ao longo do tempo (Chazdon, 2008).

Considerando tal cenário, iniciativas de reconhecimento da diversidade biológica são fundamentais para conservação da Mata Atlântica (Rodrigues et al., 2009). Na última década, houve um crescente interesse em agrupar organismos baseado em atributos funcionais das espécies (Cornelissen et al., 2003), devido a maior eficácia em identificar padrões, explicar e prever a estrutura das comunidades e suas respostas às condições ambientais (Naeem e Bunker, 2009; Dias e Huszar, 2011).

Atributo funcional é qualquer atributo morfológico, fenológico, ecofisiológico ou reprodutivo, em nível de indivíduo, que afeta indiretamente a eficácia biológica, com influência sobre o estabelecimento, crescimento, reprodução e sobrevivência (Violle et al., 2007). Os atributos, não entidades taxonômicas, são selecionados através dos filtros ambientais (Violle et al., 2007). A partir destes identifica-se a resposta da espécie diante dos fatores ambientais e sua função no ecossistema (Violle et al., 2007; Dias e Huszar, 2011). Espécies semelhantes funcionalmente e que respondem de forma similar às condições ambientais são agrupadas em grupos funcionais (Morais e Cianciaruso, 2014), independente da filogenética destas (Lavorel et al., 1997).

Tal abordagem permite a compreensão dos mecanismos envolvidos na estruturação e manutenção das comunidades (Mayfield et al., 2010), visto que a funcionalidade da espécie no ecossistema é, provavelmente, o fator biótico mais relevante e que exerce influência direta no funcionamento do ecossistema (Petchey e Gaston, 2006; Cianciaruso et al., 2009).

No cenário nacional existem alguns trabalhos que relacionam o conceito de grupos

funcionais com a recuperação de fragmentos florestais. Pesquisas baseadas nesse conceito foram desenvolvidas no ambiente Cerrado (Cavalcanti et al. 2009) e Floresta Ombrófila Mista (Missio et al., 2017).

O presente estudo realizou a classificação de grupos funcionais em um fragmento florestal secundário em estágio médio de regeneração de Floresta Ombrófila Densa Submontana, localizada no município de Joinville, Santa Catarina. As hipóteses do estudo são: 1) o fragmento florestal estudado apresenta uma baixa diversidade de grupos funcionais; 2) há sobreposição de grupos funcionais em função de requerimentos ecológicos similares exibido pelas espécies florestais.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa Submontana, com área aproximada de 50 ha e altitude de até 200 m, inserido na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Morro do Iririú, localizada da cidade de Joinville, Santa Catarina (Datum SIRGA 2000 Projeção UTM 716597,30 E – 7093594,59 S) (Figura 1).

O inventário florestal realizado no fragmento por Melo Jr. et al. (2017) caracterizou a flora do fragmento como vegetação secundária em estágio médio de regeneração, segundo critérios estabelecidos na Resolução CONAMA n° 04/1994. Inserido na ARIE do Morro do Iririú, encontra-se o Parque Municipal Morro do Finder, criado através do Decreto Municipal n° 29.791/2017. A área apresenta inúmeras trilhas abertas em toda sua extensão, oriundo da circulação dos visitantes do parque e dos moradores da região adjacente, com considerável impacto antrópico sobre a flora e fauna local.

O clima da área é tropical úmido, classificado como Cfa, temperado úmido com verão quente, segundo Köppen (Köppen e Geiger, 1928). A precipitação média anual é de 1.706 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano e com a temperatura média anual de 21,1 °C, sendo fevereiro o mês com maior precipitação (246 mm) e janeiro o mês com maior temperatura média (29,1 °C) (Climate-data, 2017).

Figura 1. Localização geográfica da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Morro do Iriú, Joinville/SC.

Considerando o inventário florestal realizado por Melo Jr. et al. (2017) na área de estudo, as espécies vegetais foram selecionadas a partir dos seguintes critérios de inclusão: a) forma de vida fanerófito; b) circunferência a altura do peito mínima de 10 cm; c) espécies pertencentes ao subosque. As espécies foram escolhidas aleatoriamente, pelo método de caminhada, dentro do fragmento florestal. Para cada espécie foram amostrados 5 indivíduos escolhidos aleatoriamente no remanescente, desde que atendessem aos critérios estabelecidos. Foram selecionados ramos férteis de cada indivíduo para herborização e identificação das espécies, seguindo o método padrão em estudos botânicos (IBGE, 2012) e a nomenclatura baseada na lista de plantas da flora do Brasil (Reflora, 2017).

Atributos funcionais foram baseados em Pérez-Harguindeguy et al. (2013), contemplando características morfológicas, fenológicas, ecofisiológicas e reprodutivas.

Os atributos morfológicos avaliados foram: altura da planta, obtida com o auxílio de régua milimetrada; diâmetro a altura do peito (DAP), obtido pela a partir da circunferência a altura do peito (CAP) π^{-1} , medido com fita métrica

milimetrada (cm) em campo; massa fresca foliar (g), obtida a partir da saturação hídrica pelo período de 12 h, medida em balança analítica de precisão SHIMADZU AUY 200; massa seca foliar (g), obtida a partir do peso seco constante após a herborização em estufa de circulação de ar durante o período de 72 h em temperatura de 70° C, medida em balança analítica de precisão; a área foliar (cm²), auferido por imagem digitalizada em scanner de mesa acoplado ao software Sigma Scan pro (versão 5.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA); a área específica foliar (cm².g⁻¹), calculada pela razão entre área foliar e massa seca (Witkowski e Lamont, 1991); a filotaxia, o tipo e a forma da lâmina foliar, classificados segundo o Leaf Working Group (1999) e a densidade da madeira, obtida em campo com o auxílio de serrote e formão, com a retirada do lenho de forma que não ultrapassasse 20% da circunferência do caule e passado calda bordalesa, a fim de evitar a ação fungicida sobre o corte no caule do vegetal, posteriormente o material foi seco em estufa de circulação de ar durante o período de 72 h em temperatura de 105° C e obtida a densidade da madeira através do método da balança hidrostática (ABNT, 2004).

Os atributos fenológicos avaliados foram: renovação foliar, observada em campo ou através de registro na literatura, classificada como perene ou decídua; período de floração e período de frutificação, observado em campo ou por registro na literatura, classificado a partir das estações do ano. A classificação foi realizada a partir de estudos científicos realizados na região Sul e Sudeste.

Os atributos ecofisiológicos avaliados foram: via fotossintética, determinada por registro na literatura ou por observação anatômica, classificada como C3, C4 e CAM; requerimento lumínico, classificado como heliófita ou ciófito; e desenvolvimento, classificado como pioneira, secundária inicial, secundária tardia e climácica, ambos por meio de registro na literatura (Lorenzi et al., 1996; Lorenzi, 2009).

Os atributos reprodutivos avaliados foram: síndrome de polinização, determinada por registro na literatura (Lorenzi et al., 1996; Martin-Gajardo et al., 2003; Barroso et al., 2004; EMBRAPA, 2006; Gressler et al., 2006; Pereira et al., 2008; Lorenzi, 2009; Cascaes et al., 2013; Martin et al. 2015), classificada como anemofilia, cantarofilia, hidrofilia, falenofilia, miofilia, melitofilia, ornitofilia, psicofilia e quiropterofilia; síndrome de dispersão, determinada por registro na literatura, classificada como anemocoria, autocoria, barocoria e as zoocóricas; e número de sementes, determinada por registro na literatura, classificada como monospérmica, dispérmica ou polispérmica.

Posteriormente os dados quantitativos foram relacionados com os sistemas de classificação propostos, sendo: a altura classificada de acordo com o Sistema de Classificação de Raunkiaer (1934), considerando nanofanerófita espécies com altura inferior a 0,5 m, microfanerófitas espécies com altura superior a 0,5

m e inferior a 2,0 m, mesofanerófita com altura superior a 2,0 m e inferior a 8,0 m, meganerófita com altura superior a 8,0 m; a área foliar de acordo com Leaf Working Group (1999), considerando: leptófila < 25 mm², nanófila > 25 – 225 mm², micrófila > 225 – 2,025 mm², notófila > 2,025 – 4,5 mm², mesófila > 4,5 – 18,25 mm², macrófila > 18,25 – 164,02 mm² e megáfila > 164,02 mm²; a densidade da madeira (g.cm⁻³) relacionada ao proposto por Coradin et al. (2010), considerando madeira de baixa densidade < 0,550, média densidade de 0,551 a 0,720 e alta densidade > 0,730. Ademais, foi calculado o Índice de Esclerofilia (IE) a partir da massa seca(g) 2 x área foliar⁻¹ (dm²), segundo Rizzini (1976), considerando plantas esclerófilas as que apresentam IE > 0,6 e plantas mesófilas IE < 0,6. Os dados coletados foram organizados em matrizes quantitativas ou binárias, avaliados por meio de Análise de Agrupamento de Cluster com o algoritmo Kmeans em ambiente R (Bocard et al., 2011).

Resultados e discussão

Quatro grupos funcionais foram formados a partir da Análise de Agrupamento de Cluster (Figura 2). O primeiro grupo funcional (G1) inclui unicamente a espécie *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K. Schum. e é caracterizado pelos atributos de: megafanerófita, mesófito, com folha megáfila, madeira de baixa densidade, folha simples, oposta, de forma elíptica, perene, floração no verão e a frutificação no outono/inverno, C3, esciófito, secundária tardia. Possui três síndromes de polinização: miofilia, melitofilia e falenofilia. Dispersão é anemocórica e semente polispérmica (Tabela 1, 2).

Figura 2. Dendrograma da formação de grupos funcionais a partir de 31 espécies de subosque da Floresta Ombrófila Densa Submontana da região de Joinville/SC.

O segundo grupo funcional (G2), composto por 7 espécies, é caracterizado como: mesofanerófito, mesófito, com folha macrófila; madeira de média densidade, exceto as espécies *Leandra melastomoides* Raddi. e *Miconia pusilliflora* (DC.) Naudin., que possuem madeira de alta densidade; folha simples, oposta, de forma elíptica, perene; floração na primavera e verão, frutificação majoritariamente no outono e inverno, C3, ciófitas, secundárias tardia ou clímax, a síndrome de polinização prevalente é a melitofilia e a de dispersão é a ornitocoria. As sementes variam entre polispérmicas e monospérmicas. A espécie que mais se distingue do padrão do grupo é a *M. pusilliflora*, dado que esta possui floração no outono, frutificação na primavera, é heliófita e pioneira ou secundária inicial, características distintas do observado no restante do grupo (Tabela 1, 2).

O terceiro grupo funcional (G3) é integrado por 13 espécies e caracterizado como: Jardim, R. I. L.; Melo Jr., J. C. F.

mesofanerófitas, exceto *Mollinedia brasiliensis* Schott. e *Psychotria* sp., que são megafanerófitas; mesófito, com folha variando de notófila, na espécie *Xylopia brasiliensis* Spreng., à macrofila no restante do grupo; madeira de baixa densidade nas espécies *Psychotria brasiliensis* Vell. e *Piper gaudichaudianum* Kunth., média densidade no restante do grupo, salvo as espécies *M. brasiliensis* e *Campomanesia reitziana* D. Legrand; folha simples, oposta, elíptica, perene; floração majoritariamente no período de primavera/verão e frutificação no período de outono/inverno, à exceção de *P. nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra. e *P. brasiliensis* que apresentam padrão oposto. Via fotossintética C3, ciófito, secundária inicial e tardia, salvo *P. suterella* Müll. Arg. e *Mollinedia schottiana* Spreng. Perkins. que são espécies climáticas. A síndrome de polinização mais influente sob o grupo é a melitofilia e a de dispersão é a ornitocoria, todas as sementes são polispérmicas (Tabela 1, 2).

O quarto grupo funcional (G4) é formado por 9 espécies e caracterizado como: mesofanerófitas, mesófitas, com folha macrófila, madeira de baixa e média densidade; folha simples, exceto as duas espécies da família Arecaceae que apresentam folha composta; maioria alterna, elíptica/oblonga, perene; floração na primavera e verão, exceto *Bactris setosa* Mart. e *Myrsine umbellata* Mart. que possuem floração no outono/inverno; frutificação no outono/inverno. A espécie *Piper amplum* Kunth. distingue-se por possuir floração e frutificação extensiva. Via fotossintética C3, exceto as duas espécies da família Arecaceae que possuem via fotossintética C4; ciófitas, secundária inicial e tardia, à exceção de *Tabernaemontana catharinensis* DC. e *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl. que são heliófitas e pioneiras. Melitofilia é a síndrome de polinização mais representativa do grupo e ornitocoria é a de dispersão, todas as sementes são polispérmicas. *M. umbellata* se distingue do restante do grupo, possui folha esclerófitas, madeira de alta densidade e é heliófita (Tabela 1, 2).

Atributos morfológicos

Pressões e limitações ambientais similares tendem a produzir respostas anatômicas, morfológicas, fisiológicas e ecológicas semelhantes (Violle et al., 2007. Pérez-Harguindeguy et al., 2013). A intensidade e quantidade de luz solar recebida pela folha são fatores cruciais ao desenvolvimento e crescimento do indivíduo, com influência nas características morfológicas e ecofisiológicas expressas pelas espécies, além de também influenciarem o funcionamento e a montagem das comunidades (Craine e Dybzinski, 2013).

A intensidade luminosa que incide diretamente sobre as espécies de dossel decresce gradativamente, ao longo de um gradiente vertical, até chegar nas espécies de subosque, que chegam a receber apenas 1-2% da luminosidade total (Valladares et al., 2004; Gommers et al., 2013). Dessa forma, espécies que se desenvolvem no subosque apresentam adaptações ao sombreamento a fim de otimizar a alocação do recurso lumínico, favorecendo seu desenvolvimento (Croce e Amerongen, 2014; Wit et al., 2016). Os quatro grupos funcionais apresentaram majoritariamente folha macrófila, com grande área foliar a fim de aumentar a superfície receptora de luz, corroborando o registrado na literatura para espécies de subosque (Pigliucci, 2001; Valladares et al., 2004).

O aumento da AEF representa maior investimento na formação de aparato fotossintético

por unidade de área, em detrimento ao tecido estrutural (Vendramini et al., 2002) e resulta na otimização da capacidade fotossintética da planta, essencial para a sobrevivência em ambientes sombreados. Os quatro grupos funcionais formados possuem espécies mesófilas, com valores abaixo de 0,6 de acordo com o índice de esclerofilia de Rizzini (1976).

Atributos ecofisiológicos

O desenvolvimento dos vegetais é dependente de sua eficiência fotossintética. As condições abióticas como disponibilidade hídrica, CO₂, disponibilidade de nutrientes no solo, incidência luminosa e temperatura possuem influência direta sobre as taxas de fotossíntese de uma planta (Kluge et al., 2014). Condições do meio exercem pressões seletivas sobre as espécies, sendo que o uso de estratégias ecofisiológicas pode ser fator determinante na perpetuação da espécie. No ambiente florestal, a via fotossintética predominante é a C3, conforme observado nas espécies do presente estudo, sendo esta vantajosa para espécies arbóreas uma vez que a fotossíntese para a árvore, como um todo, não é limitada pela concentração de CO₂, e sim pela disponibilidade de luz do ambiente florestal, que é majoritariamente sombreado (Valladares et al., 2004; Kluge et al., 2014). A estratégia das plantas C4 não é vantajosa nestes ambientes, sendo a via C3 a que melhor se adapta às condições ambientais da floresta em função dos menores níveis de luz que atingem os espécimes de subosque.

A contínua substituição de espécies secundárias tardias ou climácicas, tolerantes a sombra, por espécies pioneiras ou secundárias iniciais tolerantes a luz tende a aumentar em áreas com distúrbio (Lôbo et al. 2011). G1 e G2 apresentam espécies secundárias tardias e climácicas, enquanto G3 e G4 apresentam espécies pioneiras e secundárias iniciais, principalmente. Onze espécies encontradas na área são pioneiras e secundárias iniciais (*Bactris setosa*, *Campomanesia reitziana*, *Miconia pusilliflora*, *Myrsine umbellata*, *Piper aduncum*, *P. amplum*, *P. cernuum*, *P. gaudichaudianum*, *Piper sp.*, *Tabernaemontana catharinensis* e *Tetrorchidium rubrivenium*). Destas, 9 são heliófitas, representando 25,80%. Em áreas contínuas de floresta espécies pioneiras representam apenas 2-3% do total de espécies (Swaine & Whitmore 1988), porém podem representar até 80% das espécies em ambientes afetados pelo efeito de borda, especialmente fragmentos (Tabarelli & Aguiar 2010).

Tabela 1: Características funcionais morfológicos de 31 espécies arbóreas de subosque em um fragmento florestal de Floresta Ombrófila Densa Submontana em Joinville/SC, com suas respectivas médias e desvio padrão entre parênteses.

Legenda dos grupos funcionais: Massa fresca em gramas (g) – MF; Massa seca em g – MS; Área foliar em centímetro quadrado (cm²) – AF; Área específica foliar em cm² – AEF; Densidade da madeira – DM; Tipo de folha – F1; Filotaxia – F2; Forma da folha – F3. Legenda dos atributos funcionais: Tipo de folha – Simples: 1, Composta: 2; Filotaxia – Alternata: 1, Oposta: 2; Forma da folha - Elíptica: 1, Oblonga: 2, Sagitada: 3.

Família	Espécie	Altura	DAP	MF	MS	AF	AEF	DM	F1	F2	F3
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	5.6 (1)	5,9	0.6 (0.2)	0.1 (0.0)	20.7 (9.2)	165.9 (28.2)	0.7 (0.03)	1	2	1
Annonaceae	<i>Xylopia brasilienses</i>	6.1 (3,9)	6,5	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	3.9 (1.2)	160.7 (36.2)	0.7 (0.1)	1	1	1
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i>	2.8 (1.2)	5,1	1.8 (0.4)	0.7 (0.1)	77 (16)	114.2 (16.5)	0.4 (0.1)	2	2	1
	<i>Euterpe edulis</i>	6.5 (1.6)	7,3	2 (0.5)	0.8 (0.2)	83.3 (15.7)	104.7 (12.8)	0.6 (0.1)	2	1	1
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	7.4 (3,1)	7,1	4.2 (1.5)	0.8 (0.3)	114.2 (36.2)	143.3 (23.9)	0.3 (0.01)	1	1	2
Melastomataceae	<i>Leandra melastomoides</i>	2.4 (1.5)	3,7	1.2 (0.5)	0.3 (0.1)	36.2 (17)	126.5 (16.6)	0.8 (0.01)	1	2	1
	<i>L. sublanata</i>	3.8 (2.5)	4,4	1.9 (0.6)	0.4 (0.1)	86.7 (28.1)	195.6 (32.1)	0.6 (0.1)	1	2	1
	<i>Miconia pusilliflora</i>	3.7 (1.5)	4,3	1.2 (0.3)	0.4 (0.1)	48.1 (13.2)	130.9 (10)	0.8 (0.1)	1	2	1
Monimiaceae	<i>Mollinedia brasiliensis</i>	12.2 (2,8)	7,8	0.1 (0.1)	0.0 (0.0)	9.9 (2.7)	271.4 (40.9)	0.8 (0.05)	1	2	1
	<i>M. schottiana</i>	3.6 (1.3)	4,9	0.5 (0.3)	0.1 (0.1)	20.7 (10.3)	176.4 (23.2)	0.7 (0.04)	1	2	1
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i>	6.0 (2)	8,4	0.8 (0.3)	0.4 (0.1)	37.8 (15.2)	103.4 (22.4)	0.6 (0.05)	1	1	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia reitziana</i>	5.2 (2.3)	5,2	0.3 (0.1)	0.1 (0.0)	27.3 (12.3)	239.2 (44.9)	0.7 (0.01)	1	2	2
	<i>Eugenia mosenii</i>	6.0 (2.3)	5,9	1 (0.4)	0.2 (0.1)	27.7 (9.7)	128.3 (33.3)	0.5 (0.1)	1	2	1
	<i>Myrceugenia myrcioides</i>	6.3 (2)	6,0	0.6 (0.2)	0.1 (0.0)	19.2 (5)	134.5 (29.5)	0.6 (0.1)	1	2	1
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	6.4 (2.4)	8,8	4.8 (1.9)	0.9 (0.4)	117 (39.7)	126.2 (12.2)	0.7 (0.02)	1	1	1
	<i>P. amplum</i>	3.9 (0.9)	13,7	3.8 (1)	0.7 (0.2)	105.2 (34.7)	139.9 (15.7)	0.6 (0.1)	1	1	1
	<i>P. cernuum</i>	4.5 (0.6)	11,6	18 (6.1)	2.7 (0.9)	374.4 (121.2)	151.2 (58)	0.5 (0.02)	1	1	2
	<i>P. gaudichaudianum</i>	3.7 (0.9)	6,4	0.8 (0.2)	0.2 (0.0)	30.3 (6.4)	176.4 (86.4)	0.4 (0.08)	1	1	1
	<i>Piper sp.</i>	2.6 (0.5)	5,7	3.2 (1.2)	0.7 (0.2)	97.7 (36.7)	147.6 (66.1)	0.5 (0.02)	1	1	2
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	7.6 (1.7)	5,6	5.2 (2.5)	1.2 (0.5)	122.6 (54.4)	98.9 (25.1)	0.8 (0.1)	1	1	1
Rubiaceae	<i>Bathysa australis</i>	10.3 (3)	13,7	61.6 (23)	10.3 (4.5)	1091.5 (449.9)	122.6 (75.3)	0.3 (0.01)	1	2	1
	<i>Psychotria brachycera</i>	3.3 (1.9)	4,9	1 (0.6)	0.2 (0.1)	33.1 (14.3)	179.7 (26.8)	0.6 (0.01)	1	2	1
	<i>Psychotria brasiliensis</i>	4.7 (1.3)	13,3	0.8 (0.4)	0.1 (0.1)	24.5 (10.1)	164.9 (24.0)	0.5 (0.05)	1	2	1
	<i>P. carthagenensis</i>	4.8 (0.9)	5,3	1.2 (0.7)	0.3 (0.2)	36 (17.6)	120.2 (26.3)	0.6 (0.03)	1	2	1
	<i>P. mapouriioides</i>	6 (1)	9,1	3.2 (1.2)	0.7 (0.3)	97.8 (31.3)	113.2 (21.0)	0.6 (0.1)	1	2	2
	<i>P. nuda</i>	3.6 (0.9)	6,5	0.9 (0.2)	0.2 (0.0)	25 (6.2)	156.9 (36.6)	0.6 (0.1)	1	2	1
	<i>P. officinalis</i>	3.8 (1.8)	4,0	1.1 (0.5)	0.2 (0.1)	34.2 (13.3)	162.1 (43.5)	0.5 (0.05)	1	2	1
	<i>P. pubigera</i>	5.9 (1.4)	8,8	0.5 (0.3)	0.1 (0.0)	21.4 (11.6)	170.6 (34.3)	0.5 (0.02)	1	2	1
	<i>P. suterella</i>	2.6 (0.8)	4,6	0.5 (0.3)	0.1 (0.0)	20 (2.6)	179.8 (35.5)	0.5 (0.04)	1	2	1
	<i>Psychotria sp.</i>	10.6 (8)	12,7	0.6 (0.2)	0.2 (0.1)	26.4 (10.6)	151.9 (30)	0.6 (0.1)	1	2	1
	<i>Rudgea jasminoides</i>	3.9 (0.4)	3,8	1.6 (0.6)	0.4 (0.1)	43.4 (3.9)	118,8 (35.0)	0.6 (0.1)	1	2	1

Tabela 2: Características funcionais fenológicos, ecofisiológicos e reprodutivos de 31 espécies arbóreas de subosque em um fragmento florestal de Floresta Ombrófila Densa Submontana em Joinville/SC.

Espécie	Renovação foliar	Floração	Frutificação	Via fot.	Req. lum.	Desen	Poliniz.	Disper.	Semente
<i>T. catharinensis</i>	1	1	3	1	1	1	2	1	2
<i>X. brasilienses</i>	1	1, 2	1	1	1	3	3	1	2
<i>B. setosa</i>	1	3, 4	2	2	2	1, 2	2, 3	1, 3, 5	1
<i>E. edulis</i>	1	1, 2	3, 4	2	2	4	2, 4	1, 3, 5	1
<i>T. rubrivenium</i>	1	1	2	1	1	1	1	1	2
<i>L. melastomoides</i>	1	1, 2	2, 3	1	2	3	2	1	2
<i>L. sublanata</i>	1	1	2	1	2	3	2	1	2
<i>M. pusilliflora</i>	1	3	1	1	1	1, 2	2	1	2
<i>M. brasiliensis</i>	1	1	3, 4	1	2	3	2	1	2
<i>M. schottiana</i>	1	1, 4	3	1	2	4	2, 8	1, 4, 7	2
<i>S. bonplandii</i>	1	4	1	1	2	3	2	1, 5	1
<i>C. reitziana</i>	1	1, 4	3, 4	1	1	1	2, 3	1, 7	2
<i>E. mosenii</i>	1	2	4	1	2	3	2	1	1
<i>M. myrcioide</i>	1	2	3	1	2	3	2	1, 7	2
<i>P. aduncum</i>	1	1	2	1	3	1	1, 2, 6	1, 4	2
<i>P. amplum</i>	1	5	5	1	1	1	1	4	2
<i>P. cernuum</i>	1	5	5	1	1	1, 2	1	4	2
<i>P. gaudichaudianum</i>	1	5	5	1	1	1, 2	1	4	2
<i>Piper sp.</i>	1	1	3, 4	1	1	1	1	4	2
<i>M. umbellata</i>	1	1, 3, 4	4	1	1	1	1	1, 7	1
<i>B. australis</i>	1	2	3, 4	1	3	3	5, 6, 7	6	2
<i>P. brachycera</i>	1	1	5	1	2	4	2, 4, 5	1	2
<i>P. brasiliensis</i>	1	3, 4	5	1	2	3	4, 5	1	2
<i>P. carthagenensis</i>	1	2, 3	3, 4	1	3	3	2, 4, 5	1	2
<i>P. mapourioides</i>	1	5	3, 4	1	2	3	2, 5	1	2
<i>P. nuda</i>	1	3	5	1	2	2, 3	2, 4, 5	1, 5	2
<i>P. officinalis</i>	1	1	2	1	2	3	2	1	2
<i>P. pubigera</i>	1	1, 2	3, 4	1	2	3	2, 5	1	2
<i>P. suterella</i>	1	2	3, 4	1	2	4	2	1	2
<i>Psychotria sp.</i>	1	1	3	1	2	3	2, 5	1	2
<i>R. jasminoides</i>	1	1	5	1	2	4	5, 6	1, 7	2

Legenda dos grupos funcionais: Via fotossintética – Via fot.; Requerimento lumínico – Req. lum.; Desenvolvimento - Desen.; Síndrome de Polinização – Polinização; Síndrome de Dispersão – Dispersão; Semente – Sem. Legenda dos atributos funcionais: Renovação foliar - Perene: 1, Decídua: 2; Floração - Primavera: 1, Verão: 2, Outono: 3, Inverno: 4, Extensiva: 5; Frutificação - Primavera: 1, Verão: 2, Outono: 3, Inverno: 4, Extensiva: 5; Via Fotossintética – C3: 1, C4: 2, CAM: 3; Requerimento lumínico – Heliófila: 1, Ciófila: 2, Esciófila: 3; Estágio sucessional – Pioneira: 1, Secundária inicial: 2, Secundária tardia: 3, Clímax: 4; Síndrome de Polinização – Anemofilia: 1, Melitofilia: 2, Cantarofilia: 3, Ornitofilia: 4, Psicofilia: 5, Miofilia: 6, Falenofilia: 7, Mirmecofilia: 8; Síndrome de Dispersão – Ornitocórica: 1, Autocoria: 2, Mamaliocoria: 3, Quiropterocoria: 4, Barocoria: 5, Anemocoria: 6, Primatocoria: 7; Número de sementes – Polispermica: 1, Monospermica: 2.

O resultado sugere uma gradual substituição de espécies na área de estudo, resultado de processos de alteração das características originais das áreas florestais, como o efeito de borda, visto que este está diretamente relacionado com o processo de substituição dos grupos ecológicos em florestas fragmentadas (Oliveira 2003, Cara 2006), processo que também contribui para a redundância funcional dos fragmentos florestais.

Atributos fenológicos e reprodutivos

A perda da biodiversidade resulta em danos irreversíveis à comunidade, incluindo os ciclos biogeoquímicos, controle climático, decomposição, controle de pragas e polinização (Loreau et al., 2002). A fragmentação pode gerar a ruptura da relação planta-animal, especialmente a polinização e dispersão de sementes, processos primordiais para que o fluxo genético ocorra entre os ambientes (Cianciaruso et al., 2013), fomentando a regeneração das populações vegetais (Young et al., 1996).

A fenofase reprodutiva da planta tem uma grande influência na população de animais polinizadores e dispersores que fazem parte do ecossistema (Girão et al., 2007; Cascaes et al., 2013), que por sua vez, dependem dos recursos oferecidos pelas plantas para sua sobrevivência (Obermuller et al., 2008) e permanência nos fragmentos florestais. Espécies com longos períodos de frutificação e floração são, portanto, vitais para fornecer recurso alimentar aos animais, assegurando sua permanência no ambiente (Cara, 2006; Cascaes et al., 2013). Tal função é exercida no ambiente estudado por *Rudgea jasminoides*, *Psychotria nuda*, *Psychotria brasiliensis*, *Psychotria mapourioides*, *Piper gaudichaudianum*, *Piper amplum* e *Piper cernuum*, as quais integram grupos funcionais distintos.

Estudos realizados na Mata Atlântica sugerem que outros fatores influenciam nas fenofases reprodutivas, além dos fatores ambientais (Morellato et al., 2000). Um padrão sazonal é observado na floração com picos relacionados a mudança de temperatura, durante a transição do período frio para o período mais quente, de setembro a janeiro (Morellato et al., 2000; Talora e Morellato, 2000; Athayde et al., 2009; Cascaes et al., 2013). O presente estudo corrobora o supracitado, logo que todos os quatro grupos funcionais formados apresentam tal padrão de floração, exceto as espécies *M. pusilliflora* (G2), *P. nuda* e *P. brasiliensis* (G3), *Bactris setosa* e *Myrsine umbellata* (G4), que apresentam padrão oposto, correspondendo a 16,12% do total das

espécies em estudo com floração no período frio (outono e inverno) e frutificação no período mais quente (primavera e verão). A síndrome mais expressiva no fragmento de estudo é a melitofilia, padrão já observado em outros estudos desenvolvidos nas mesmas formações vegetacionais (Cara, 2006).

Em contrapartida, a produção de frutos está correlacionada com outros fatores além dos ambientais. Segundo Morellato et al. (1989), variações nas fenofases podem estar relacionadas com a presença de dispersores, predadores e competição intraespecífica, com significativa influência no hábito reprodutivo das espécies. No presente estudo, a maioria das espécies apresenta um curto período de frutificação, concentrado no outono e inverno, com uma correlação negativa entre o evento e as variáveis ambientais, visto que ocorrem no período mais seco. 60% das espécies exibem um curto período de frutificação no estudo elaborado por Cascaes et al. (2013) em uma floresta ripária de Santa Catarina. Dezoito espécies mostraram curtos período de frutificação no presente estudo, correspondendo a 58,06% do total de espécies, corroborando o registrado na literatura (Talora e Morellato, 2000; Morellato et al., 2010; Cascaes et al., 2013).

Segundo observado por Girão et al. (2007), em um fragmento de Mata Atlântica, plantas polinizadas e/ou dispersas por morcegos e mamíferos terrestres decresceram em frequência dentro de fragmentos, sendo as primeiras a desaparecer em áreas com distúrbio. Apenas cinco espécies na área de estudo são dispersas por morcegos e mamíferos terrestres, enquanto a dispersão por aves foi predominante entre as espécies estudadas.

Aves são responsáveis por grande parte da dispersão de sementes nas florestas tropicais, sendo também vulneráveis diante de distúrbios como fragmentação e perda de habitat (Gimenes & Anjos 2003). Segundo observado por Cianciaruso et al. (2013), no Cerrado, a extinção de aves polinizadoras resultou na extinção de famílias inteiras de plantas, com redução da diversidade filogenética e funcional. No fragmento estudado a ornitocoria a síndrome mais expressiva e, segundo Grose (2013) seis espécies de aves registradas na área são classificadas como vulneráveis ou em perigo na lista nacional de espécies ameaçadas.

Áreas fragmentadas apresentam maior quantidade de espécies generalistas, tanto na polinização quanto na dispersão, considerando generalistas aquelas que possuem mais que duas síndromes de polinização e dispersão,

corroborando os resultados obtidos no presente estudo e em estudos realizados em fragmentos de Mata Atlântica nordestina (Cara, 2006; Girão et al., 2007) e no ambiente de Cerrado (Cianciaruso et al., 2013).

Segundo Warring et al. (2016) a diversidade funcional de características reprodutivas aumentou em complexidade, diretamente relacionada com o avanço do estágio sucessional da floresta, em áreas fragmentadas de Mata Atlântica, sendo que o ápice da diversidade foi observado em florestas primárias. Em contrapartida, a redundância funcional de características reprodutivas, encontrada entre os quatro grupos funcionais formados no presente estudo, sugere que a área de estudo foi impactada por distúrbios antrópicos (Girão et al., 2007).

Ambas as hipóteses do presente estudo foram confirmadas, visto que o fragmento apresentou uma baixa diversidade de grupos funcionais e houve sobreposição dos grupos em função de requerimentos ecológicos similares exibidos pelas espécies florestais. Áreas fragmentadas sofrem uma redução gradual da diversidade devido, principalmente, a perda de espécies tolerantes à sombra (Laurance et al., 2006), espécies restritas ao subosque da floresta, ou espécies dispersas por vertebrados (Galetti et al., 2006). Em contrapartida, os fragmentos tendem a tornar-se dominados por espécies pioneiras, reduzindo a diversidade funcional de áreas fragmentadas. Tal padrão foi confirmado no fragmento estudado em função do aumento de espécies pioneiras heliófitas generalistas no subosque florestal, em detrimento de espécies ciófitas e de sucessão tardia.

O observado corrobora a alarmante tendência das florestas tropicais, suscetíveis a homogeneidade funcional decorrente dos contínuos processos de perda de habitat e fragmentação (Lôbo et al., 2011), resultando na conversão de áreas de floresta contínua e intocadas em pequenas áreas florestais homogêneas e redundantes funcionalmente.

O estudo das populações de plantas a partir do conceito de grupos funcionais e a resposta similar destas diante a distúrbios ambientais, tal qual mostrada no presente trabalho que exhibe um elenco de espécies com grande sobreposição de requerimentos ecológicos, mostra-se como um norteador para a tomada de ações e medidas mitigatórias e/ou compensatórias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica. Diante aos resultados obtidos, além da proteção dos remanescentes florestais, por meio do controle da abertura de trilhas e a criação de corredores e trampolins ecológicos que amenizam

os efeitos do isolamento entre fragmentos, o enriquecimento florestal com espécies pertencentes à grupos funcionais não mais observados na matriz florestal em questão pode ser uma importante ação de manejo da floresta a fim de restaurar a comunidade vegetal, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a manutenção das funções ecológicas do ecossistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro, à Secretária da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville por autorizar a realização da pesquisa na Unidade de Conservação e à Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. NBR 14660. Madeira – Amostragem e preparação para análise. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- Athayde, E.A., Giehl, E.L.H., Budke, J.C., Gesing, J.P.A., Eisinger, S.M. 2009. Fenologia de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 17, 43-51.
- Barroso, G.M., Mori, M.P., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F. 2004. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV.
- Cara, P.A.A. 2006. Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e dispersão de sementes de uma comunidade arbórea da Floresta Atlântica no Norte do Rio São Francisco. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco.
- Cascaes, M.F., Zanette V.C., Marques B.G. 2013. Reproductive phenology in a riparian rainforest in the south of Santa Catarina state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85, 4, 1449-1460.
- Chazdon, R.L. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. *Tropical Forest Community Ecology*, 384-408.
- Chazdon, R.L. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 7, 195-218.
- Cianciaruso, M.V., Silva, I.A., Batalha, M.A. 2009. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotropica* 9, 3, 93-103.
- Cianciaruso, M.V., Batalha, M.A., Petchey, O.L. 2013. High Loss of Plant Phylogenetic and

- Functional Diversity Due to Simulated Extinctions of Pollinators and Seed Dispersers in a Tropical Savanna. *Natureza & Conservação* 11, 36-42.
- Coradin, V.T.R., Camargos, J.A.A., Pastore, T.C.M., Christo, A.G. 2010. Madeiras comerciais do Brasil: Chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais: Brasília.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Pausas, J. G. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian journal of Botany* 51, 4, 335-380.
- Craine, J.M., Dybzinski, R. 2013. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. *Functional Ecology* 27, 833-840.
- Croce, R., Van Amerongen, H. 2014. Natural strategies for photosynthetic light harvesting. *Nature Chemical Biology* 10, 7-492.
- Dias, J. B., & Huszar, V. L. 2011. O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. *Oecologia Australis* 15, 4, 799-834.
- De Walt, S.J., Satya, K.M., Julie, S.D. 2003. Changes in vegetations structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management* 182, 139-151.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Espécies arbóreas brasileiras 2. Brasília, DF.
- Galetti, M., Donatti, C.I., Pires, A.S., Guimaraes, P.R., Jordano, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151, 141-149.
- Gressler, E., Pizo, M.A., Morellato, P.C. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 509-530.
- Gibson L., Tien M.L., Lian P.K., Barry W.B., Toby A.G., JOS B., Carlos A.P., Corey J.A.B., William F.L., Thomas E.L., Navjot S.S. 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity 478, 378-381.
- Gimenes M.R., Anjos L. 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 25, 2, 391-402.
- Girão, L. C., Lopes, A. V., Tabarelli, M., & Bruna, E. M. 2007. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic forest landscape. *Plos one* 2, 9, 908.
- Gommers, C.M.M., Visser, E.J.W., Onge, K.R.S., Voeselek, L.A.C.J., Pierick, R. 2013. Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in plant science* 12, 65-71.
- Grose, A.V. 2013. Avifauna em três unidades de conservação urbanas no município de Joinville, Santa Catarina, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 175, 48-57.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em geociências.
- Kluge, R.A., Tezotto-Uliana, J.V., Silva, P.P. 2014. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. *Revista Virtual de Química* 7, 1, 56-73.
- Köppen, W., Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.
- Laurance W.F. et al. 2006. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103, 19010-19014.
- Lavorel, S., McIntyre, S., Landsberg, J., Forbes T.D.A. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology & Evolution* 12, 474-478.
- Lôbo, D. et al. 2011. Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Diversity and Distributions* 17, 2, 287-296.
- Loreau, M. 2002. Biodiversity loss and the maintenance of our life-support system. In: Steffen W. et al. *Challenges of a changing Earth*. Berlin: Springer, 169-173.
- Lorenzi, H., Souza, H.M., Medeiros-Costa, J.T., Cerqueira, L.S.C., Behr, N. 1996. *Palmeiras no Brasil: exótica e nativa*. Nova Odessa: Editora Plantarum.
- Lorenzi, H. 2009. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 2.
- Martin-Gajardo, S., Morellato, L. P. C. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 299-309.
- Mayfield, M.M., Boni, M.J., Daily, G.C. Ackerly, D. 2005. Species and functional diversity of native and human-dominated plant communities. *Ecology* 86, 2365-2372.
- Melo Júnior, J. C. F., Amorim, M. W., Arriola, I. A., Canuto, K. K., Silva Pereira, L. G. 2017. Flora vascular, estrutura comunitária e conservação de fragmentos da floresta atlântica na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville, SC, Brasil. *Acta Biológica Catarinense* 4, 3, 41-72.

- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2010. Mata atlântica: Patrimônio nacional dos brasileiros. Brasília, 408.
- Missio, F. F. et al. 2017. Atributos funcionais de espécies arbóreas em um fragmento de floresta Ombrófila Mista em Lages - SC. *Ciência Florestal*, Santa Maria 27, 215-224.
- Morais, J.M., Cianciaruso, M.V. 2014. Plant functional groups: scientometric analysis focused on removal experiments. *Plant functional groups: scientometric analysis focused on removal experiments. Acta Botanica Brasilica* 28, 4, 502-511.
- Morellato, P.C., Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F., Joly, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. *Brazilian Journal of Botany* 12, 85-98.
- Morellato, P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C., Zipparro, V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study. *Biotropica* 32, 811-823.
- Morellato, L.P.C., Alberti, L.F., Hudson, I.L. 2010. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: *Phenological Research*. Springer, Dordrecht, 339-359.
- Naeem, S., Bunker, D. E., Hector, A., Loreau, M., Perrings, C. 2009. Biodiversity, ecosystem functioning, and human wellbeing: an ecological and economic perspective. Oxford University Press.
- Obermuller, E. A., Nascimento, G.B., Gava, H.Z., Ribeiro, L.F., Silva, A.G. 2008. O contraste entre síndromes de polinização e sistemas efetivos de polinização e suas perspectivas para ecossistemas associados à Mata Atlântica. *Natureza on line* [online]. Disponível: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/contendo/pdf/08_obermullerea_etal_4247.pdf. Acesso: 10 mai. 2018.
- Oliveira, M.A.D. 2003. Efeito da Fragmentação de habitats sobre as árvores em trecho de Floresta Atlântica Nordestina.
- Pacto pela restauração da Mata Atlântica. 2009. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ – Instituto BioAtlântica.
- Pereira, T.S., Costa, M.L.M.N., Moraes, L.F.D., Luchiari C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em floresta atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre 63, 329-339.
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Urcelay, C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of botany* 61, 3, 167-234.
- Pigliucci, M. 2001. Phenotypic plasticity: beyond nature and nurture. JHU Press.
- PMJ. Prefeitura Municipal de Joinville. 2018. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica. Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville.
- Primack, R.B., Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina: Midiograf.
- Petchey, O.L., Gaston K.J. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology letters* 9, 6, 741-758.
- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon.
- REFLORA. 2017. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [online]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB252>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- Ricklefs, R.E. 2003. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Rizzini, C.T. 1976. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. São Paulo v. 1.
- Swaine, M. D., Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75, 81-86.
- Tabarelli, M., Aguiar, A.V., Girão, L.C., Peres, C.A., Lopes A.V. 2010. Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in northeastern Brazil. *Conservation Biology* 24, 1654-1663.
- Talora, D.C., Morellato, P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 13-26.
- Valladares, F., Aranda, I., Gómez, D.S. 2004. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. In: Valladares F. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 335-369.
- Vendramini, F., Díaz, S., Gurvich, D.E., Wilson, P.J., Thompson, K., Hodgson, J.G. 2002. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. *New Phytologist* 154, 147-157.
- Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., Garnier, E. 2007. Let the concept of trait be functional!. *Oikos* 116, 5, 882-892.
- Warring, B., Cardoso, F.C.G., Marques, M.C.M., Varassin, I.G. 2016. Functional diversity of reproductive traits increases across succession

- in the Atlantic forest. Rio de Janeiro: Rodriguésia 67, 2.
- Wit, M., Galvão, V.C., Fankhauser, C. 2016. Light mediated hormonal regulation of plant growth and development. Reviews in Advance 67, 22-25.
- Witkowski, E. T. F., Lamont, B. B. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia 88, 4, 486-493.
- Young, A., Boyle, T., Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. Trends in Ecology and Evolution 11, 413-418.