

Aplicação do protocolo de seleção de espécies alicerce para restauração ecológica baseada na flora arbórea catalogada em dois parques urbanos em São Paulo – SP, Brasil

Nicolas Giovanni Burilli ^{1*}

Viviane Rodrigues Reis ²

Natália Macedo Ivanauskas ³

¹ Universidade São Judas Tadeu, *Campus Mooca*
Rua Taquari, 546, CEP 03.166-000, São Paulo – SP, Brasil

² Universidade São Camilo
Rua Lino Coutinho, 1458, CEP 04.207001, São Paulo – SP, Brasil

³ Instituto de Pesquisas Ambientais
Rua do Horto, 931, CEP 02.377-000, São Paulo – SP, Brasil

* Autor para correspondência
ngiburilli@gmail.com

Submetido em 15/11/2021

Aceito para publicação em 25/02/2022

Resumo

O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) e o Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL) resguardam vegetação nativa e nascentes no ambiente urbano na cidade de São Paulo. Esses remanescentes da outrora Floresta Atlântica que ocupava o município podem ser utilizados como ecossistemas de referência para projetos de restauração ecológica. Este trabalho testou um protocolo para priorização de espécies arbóreas nativas recomendadas para plantio em projetos de restauração ecológica, baseando-se nas espécies arbóreas catalogadas nesses dois parques urbanos. Foram compiladas listas florísticas produzidas nas unidades ou em florestas naturais próximas (75 espécies para o PEAL e 83 espécies para o PNMFC) e, para cada espécie, foi realizada a busca bibliográfica de atributos funcionais, a fim de priorizar aquelas capazes de compor a estrutura do ecossistema e/ou desencadear processos ecológicos importantes para a autossustentabilidade. A base de dados de atributos funcionais foi aplicada num protocolo para o ranqueamento das “espécies alicerce”, para cada unidade de conservação. O protocolo mostrou-se eficaz na seleção das espécies promissoras para projetos de restauração, mas possui como fator limitante a disponibilidade de informações ecológicas sobre as espécies.

Palavras-chave: Conservação; Floresta Atlântica; Floresta Ombrófila Densa; Grupos funcionais

Abstract

Protocol for selecting framework species for ecological restoration based on the arboreal flora of two urban parks in São Paulo, SP, Brazil. Fazenda do Carmo Municipal Natural Park (PNMFC) and Alberto Löfgren State Park (PEAL) protect native vegetation and springs in the urban environment of the city of São Paulo. These remnants of Atlantic Forest, which once occupied the municipality, can be used as reference ecosystems for ecological restoration projects. This work tested a protocol for prioritizing native tree species recommended for planting in ecological restoration projects based on the cataloged tree species in these two urban



parks. A compilation of floristic lists produced in the parks and native forests around them was carried out (75 species for PEAL and 83 species for PNMFC). For each species, a bibliographic search of functional attributes was conducted to prioritize those capable of composing the ecosystem structure and/or triggering important ecological processes for self-sustainability. The functional attribute database was used in a protocol to rank the “framework species” for each conservation unit. The protocol was effective at selecting promising species for restoration projects, but its limiting factor is the availability of ecological information about the species.

Key words: Atlantic Forest; Conservation; Dense ombrophilous forest; Functional groups

Introdução

Restauração ecológica é o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído, na medida do possível e com base em um modelo local adequado, sendo este modelo denominado de ecossistema de referência (MCDONALD et al., 2016). O conceito inclui tanto a restauração passiva, baseada no processo natural de recuperação da área por meio da sucessão ecológica, portanto com menor interferência, ou sem sinais de perturbações de origem antrópica; quanto a denominada restauração ativa ou assistida, fundamentada nas ações humanas realizadas com a intenção de conduzir, direcionar e favorecer o processo natural de sucessão ecológica em áreas e paisagens degradadas (BRANCALION et al., 2015). A restauração ativa é necessária quando a proteção contra fatores de degradação não são suficientes para possibilitar o avanço sucessional, como no caso de florestas secundárias inseridas em paisagens muito fragmentadas (TABARELLI; GASCON, 2005). Portanto com menor interferência, ou sem sinais de perturbações de origem antrópica.

Quando a regeneração natural é insuficiente para garantir o avanço sucessional, ou quando é desejável acelerar o processo promovendo o aumento em riqueza de espécies e/ou a densidade de populações, é recomendado o plantio de espécies nativas por meio de mudas, sementes, estacas ou qualquer outro tipo de propágulo (MARÇON; FERREIRA, 2021). A obtenção da lista de espécies regionais e, entre elas, a seleção das mais adequadas à área a ser restaurada é uma das etapas fundamentais de um projeto de restauração (IVANAUSKAS, 2012).

O plantio de espécies nativas de uma determinada região e que atuem como catalizadoras da sucessão

ecológica pode aumentar a diversidade de florestas remanescentes, melhorando sua estrutura e função, retornando espécies localmente extintas à área, acelerando a regeneração natural e aumentando a diversidade genética e florística (GANDARA; KAGEYAMA, 1998; FRISON et al., 2013). Portanto, o sucesso dos plantios de restauração pode aumentar consideravelmente se as espécies forem selecionadas baseadas em seus atributos funcionais.

Os grupos funcionais são constituídos por um conjunto de espécies que desempenham papel similar num processo ecossistêmico específico (VITOUSEK; HOOPER, 1994; CANOSA; MORAES, 2016). Como exemplo, os atributos ecológicos relacionados às espécies de distribuição ampla (espécies de nicho amplo) podem ser entendidos como atributos funcionais desejáveis à restauração florestal, pela capacidade destas espécies se estabelecerem em diferentes locais de uma mesma região ecológica (FRISON et al., 2013). Dentre os grupos funcionais, Goosem e Tucker (1995) desenvolveram o método de restauração “*Framework Species*”, que consiste na seleção de espécies com base em suas características ecológicas e que sejam capazes de compor o alicerce e a estrutura do ecossistema e/ou desencadear processos ecológicos importantes para a autossustentabilidade. Frison et al. (2013) propuseram a tradução do termo “*Framework Species*” para “Espécies Alicerce”.

O método de seleção de espécies alicerce propõe a seleção de 20 ou 30 espécies arbóreas sobre as quais sejam previamente conhecidas informações a respeito de seus atributos funcionais e das técnicas de propagação em viveiros. Tais espécies devem possuir, entre seus atributos, copas amplas capazes de inibir o estabelecimento de espécies indesejáveis (ex. gramíneas invasoras); apresentar altas taxas de sobrevivência;

rápido crescimento; atrair dispersores e polinizadores para as áreas em que são plantadas, e ainda servir como poleiros para aves (PAKKAD et al., 2003). As espécies selecionadas neste método aceleram a recuperação da biodiversidade e viabilizam o restabelecimento dos processos ecológicos associados (GOOSEM; TUCKER, 1995). Também são indicadas espécies capazes de se estabelecer em condições limitantes, com crescimento rápido e que incrementem a deposição de serapilheira (CHADA et al., 2004).

Nesse contexto, este estudo testou o protocolo de seleção de espécies alicerce desenvolvido por Frison et al. (2013) para a restauração ecológica de florestas naturais no município de São Paulo. O intuito foi verificar se é viável aplicar o protocolo para a seleção de espécies alicerce mais promissoras para plantio em projetos de restauração ativa de áreas degradadas, utilizando as espécies arbóreas catalogadas em remanescentes naturais de dois parques urbanos, então considerados ecossistemas de referência para a flora regional.

Material e Métodos

Áreas de estudo

O protocolo foi aplicado no Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) e no Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL).

O PNMFC abrange 449,78 ha e pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) Parque e Fazenda do Carmo, abrigoando o maior remanescente de floresta atlântica na Zona Leste de São Paulo, com coordenadas de referência 23°35'55"S e 46°29'21"W (MARTINS; LOBÃO, 2011). O clima do PNMFC é Tropical de Altitude do Planalto Paulistano, com temperaturas que variam de 14,9°C a 24,9°C e pluviosidade anual em torno de 1.450 mm (MARTINS; LOBÃO, 2011). A amplitude altimétrica varia de 750 a 866 m, num relevo de morros médios e altos, e dimensões interfluviais médias, com drenagem de densidade média a alta. A antiga fazenda era utilizada para lazer, plantio de café, de pomares, criação de gado, além de pequenos bosques de essências nativas. A vegetação natural é composta predominantemente

por Floresta Ombrófila Densa Montana, mas também por Floresta Ombrófila Densa Aluvial, ambas florestas secundárias em estágio inicial e médio de regeneração, com flora conhecida de 269 espécies de fanerógamas (MARTINS; LOBÃO, 2011).

O PEAL localiza-se na cidade de São Paulo, com coordenadas de referência 23°27'32"S e 46°38'11"W e altitudes variando entre 770 a 825 m (ARZOLLA, 2012). O clima é mesotérmico e úmido, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média é de 19,9°C, com temperaturas médias mais elevadas em janeiro e fevereiro, respectivamente com 23°C e 22,8°C, e mais reduzidas em junho e julho, perfazendo média de 16,6°C. A precipitação média anual é de 1.322 mm (série 1992-2007), com período chuvoso de outubro a março, sendo que o mês mais chuvoso é janeiro (229,8 mm) e o mês mais seco é agosto (31,7 mm) (LEONEL, 2009). A unidade possui 187 ha e situa-se no interior da unidade morfoescultural do Planalto Atlântico (ROSS; MOROZ, 1997). A área do Parque e seu entorno é drenada pela bacia dos rios Cabuçu de Cima e Guaraú e pelos ribeirões Santa Clara e Juqueri, todos afluentes do Rio Tietê. O relevo é de colinas pequenas e morrotes e planícies fluvio-coluviais (LEONEL, 2009). Predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, que se associam a Latossolo Câmbico, Cambissolo Háplico, Afloramento Rochoso e Gleissolo Háplico nas planícies fluviais e fluvio-coluviais (ROSSI; BERTOLANI, 1997; OLIVEIRA, 1999). O PEAL foi o primeiro Horto Botânico do Estado de São Paulo, onde em parte da área foram implantados arboretos de experimentos florestais (LEITE et al., 2021). A vegetação natural ocupa cerca de 27% da área da unidade e é composta por Floresta Ombrófila Densa Montana com presença de alguns elementos da Floresta Estacional Semidecidual, já que a Serra da Cantareira é considerada área de ecótono entre essas formações (BAITELLO et al., 1993; IVANAUSKAS et al., 2000). São florestas em geral de porte médio e com estrutura de dossel desuniforme que, apesar das evidências de perturbação, abrigam flora conhecida de 786 espécies (ARZOLLA et al., 2011). A unidade encontra-se contígua ao Parque Estadual da Cantareira (7.916,52 ha), compondo importante corredor de florestas protegidas (LEONEL, 2009).

As duas áreas protegidas estão inseridas na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, que têm como objetivos específicos a preservação, conservação e gestão da cidade de São Paulo e de seu entorno (RODRIGUES et al., 2020).

Banco de dados de Taxa Arbóreas da Floresta Ombrófila Densa paulistana

A lista de espécies arbóreas nativas do PNMFC foi compilada do estudo de Oliveira e Rocha (2007). Para o PEAL, a lista de árvores nativas foi obtida do diagnóstico da vegetação desta unidade em seu Plano de Manejo (ARZOLLA, 2012) e complementada com as registradas em florestas naturais vizinhas no Núcleo Pedra Grande do Parque Estadual da Cantareira (TABARELLI, 1994). Os nomes científicos foram checados e atualizados por meio da base de dados Flora do Brasil 2020.

Após a compilação das espécies, foi feita a busca bibliográfica sobre os seus atributos, resultando no banco de dados composto por 75 espécies do PEAL e 83 espécies do PNMFC, disponível em Burilli et al. (2021). Esse banco de dados foi utilizado para a aplicação do protocolo de avaliação das espécies alicerce proposto por Frison et al. (2013), com pequenas alterações na amplitude ou modo de avaliação do atributo, conforme a disponibilidade de conhecimentos sobre a silvicultura das espécies explicitado a seguir.

Protocolo de avaliação das espécies alicerce

O protocolo de avaliação das espécies alicerce proposto por Frison et al. (2013) é apresentado na Tabela 1. As espécies arbóreas presentes nas florestas naturais de cada área protegida foram avaliadas quanto aos atributos relacionados aos processos ecológicos necessários à formação de um ecossistema restaurado. As categorias relacionadas a cada atributo receberam pontuação equivalente à sua importância para a construção das comunidades, com base no conhecimento científico sobre os processos ecológicos envolvidos (GOOSEM; TUCKER, 1995). O número de papéis esperados das espécies para cada atributo foi utilizado como critério para a atribuição dos pesos a cada atributo (Tabela 2).

O protocolo foi aplicado para 75 espécies arbóreas nativas com ocorrência no PNMFC e 83 espécies para o PEAL. Cada espécie recebeu um valor parcial por atributo, resultante da multiplicação do peso do atributo pela nota atribuída conforme a amplitude do atributo (Tabela 1). Foi adotado o valor zero para atributos não preenchidos por falta de informação disponível. O valor final alcançado por cada espécie resultou da somatória dos valores parciais de seus atributos.

TABELA 1: Pesos, categorias, amplitudes e valores para os atributos de seleção de espécies alicerce. Adaptado de Frison et al. (2013).

Cod.	Atributo	Peso	Categoria	Amplitude	Nota
P	Porte	4	Grande	< 20m	5
			Intermediário	9 a 20 m	3
			Pequeno	> 9m	1
AC	Arquitetura da copa (com base em árvores isoladas)	3	Ampla e moderadamente permeável	Largura da copa > altura / semicaducifolia	5
			Ampla e impermeável	Largura da copa > altura / perenifolia	4
			Ampla e muito permeável	Largura da copa > que altura / caducifolia	3
			Amplitude intermediária	Altura total > largura da copa > metade da altura total	2
			Estreita	Largura da copa < metade da altura total	1

Cod.	Atributo	Peso	Categoria	Amplitude	Nota
RCr	Ritmo de crescimento da árvore (baseado no incremento volumétrico anual com casca expresso em m ³ . ha ⁻¹ . ano ⁻¹)	3	Rápido	< 14,0 m ³ . ha ⁻¹ . ano ⁻¹	5
			Moderado	5,0 - 14,0 m ³ . ha ⁻¹ . ano ⁻¹	3
			Lento	> 5,0 m ³ . ha ⁻¹ . ano ⁻¹	1
FN	Fixação de nitrogênio	3	Fixadora	Associa com <i>Rhizobium</i>	5
			Não fixadora	Não associa com <i>Rhizobium</i>	1
PRg	Potencial de regeneração natural (nº sementes. Kg ⁻¹ e taxa de germinação)	2	Alto	< 80%	5
			Intermediário	40 - 80%	3
			Baixo	> 40%	1
DL	Desenvolvimento a plena luz	2	Sem restrições	Heliófila	5
			Com restrições	Semi-heliófila	3
			Não se estabelece	Ciófila	1
TRep	Tempo até a fase adulta (primeira reprodução)	2	> 5 anos		5
			5 - 10 anos		4
			10 - 15 anos		3
			15 - 20 anos		2
			< 20 anos		1
SDis	Síndrome de dispersão	1	Mais de uma síndrome		5
			Zoocórica (aves, morcegos)		4
			Zoocórica (insetos, mamíferos não voadores)		3
			Anemocórica		2
			Autocórica/hidrocórica		1
SPol	Síndrome de polinização	1	Mais de uma síndrome		5
			Zoofilia – aves e morcegos		4
			Zoofilia – insetos		3
			Anemofilia – vento		2
			Não especializada		1
PFr	Período de frutificação	1	1 mês		1
			1 - 3 meses		3
			> 3 meses		5
PFl	Período de floração	1	1 mês		1
			1 - 3 meses		3
			> 3 meses		5

TABELA 2: Lista e natureza dos atributos, com destaque para a importância para restauração florestal e pontuação baseada nas funções esperadas das espécies alicerce na restauração florestal. Adaptado de Frison et al. (2013). Cod – Código do atributo. N – Natureza do atributo: E – Ecológica, T – Técnica. Pontuação: (+) mais pontos, (-) menos pontos. Funções: A – Formação rápida de dossel, B – Atração de fauna, C – Inibição de gramíneas invasoras, D – Favorecimento da regeneração de outras espécies sob sua copa, E – Rápida colonização da área em restauração.

Cod.	Atributo	N	Importância	Pontuação	Funções	Peso
P	Porte	E	Influência na chuva de sementes e no estabelecimento de plântulas	Árvores de maior porte atraem mais dispersores de sementes (+)	A, B, C, D	4
AC	Arquitetura da copa (com base em árvores isoladas)	E	Rapidez de cobertura do terreno, atração de fauna (poleiros)	Copa ampla beneficia a regeneração (+) Copas impermeáveis à luz inibem a regeneração (-) e muito permeáveis permitem a ocupação por gramíneas (-)	A, C, D	3
RCr	Ritmo de crescimento (baseado no incremento volumétrico anual com casca expresso em m ³ . ha ⁻¹ . ano ⁻¹)	E	Fechamento de copas, diminuição da competição por gramíneas, maior persistência no ecossistema restaurado, restabelecimento de processos ecológicos e serviços ecossistêmicos	Árvores de rápido crescimento recobrem o terreno mais rapidamente (+)	A, C, E	3
FN	Fixação de nitrogênio	E	Adaptação a solos pobres, adição de nutrientes no solo em áreas de baixa fertilidade	Potencial de melhorar a qualidade do solo (+) e facilitar a regeneração de outras espécies (+), especialmente em solos pobres ou degradados	A, D, E	3
PRg	Potencial de regeneração natural (n ^o sementes. Kg ⁻¹ e taxa de germinação)	E	Estabelecimento e persistência das espécies, colonização de novos habitat e expansão da área restaurada	Maior quantidade de descendentes (+)	E, F	2
DL	Desenvolvimento a plena luz	E, T	Favorece o plantio a céu aberto e tendência a sair do sistema rapidamente	Melhor desenvolvimento a plena luz (+) e se estabelecem com maior sucesso em áreas degradadas (+)	A, E	2
TRep	Tempo até a fase adulta (primeira reprodução)	E	Influência na dinâmica da vegetação, atração de animais, formação de banco de sementes	Fase juvenil breve, com início da floração e frutificação (+)	B, F	2
SDis	Síndrome de dispersão	E	A fenologia reprodutiva é importante para os mecanismos de polinização, predação e dispersão de frutos e sementes. Aspectos temporais e de disponibilidade de recursos influenciam a dinâmica populacional de animais relacionados diretamente com estes mecanismos	Maior atração de fauna dispersora de sementes (+)	B	1
SPol	Síndrome de polinização	E	A fenologia reprodutiva é importante para os mecanismos de polinização, de predação e de dispersão de frutos e sementes. Aspectos temporais e de disponibilidade de recursos influenciam a dinâmica populacional de animais relacionados diretamente com estes mecanismos.	Atração e diversificação de fauna (+). Aves e morcegos polinizadores (+) também atuam como dispersores e têm maior alcance de voo, com maior probabilidade de polinizar árvores isoladas	B	1
PFr	Período de frutificação	E	Tempo (duração) e época de oferta de recursos aos frugívoros	Longos períodos de frutificação (+) resultam em maior oferta de recursos para a fauna e aumentam as chances de regeneração natural da espécie	B	1
PFl	Período de floração	E	Tempo (duração) e época de oferta de recursos aos polinizadores	Longos períodos de floração (+) resultam em maior oferta de recursos (néctar e/ou pólen) para a fauna	B	1

No entanto, devido à ausência de informações disponíveis, não foi possível atribuir valores parciais a todos os atributos de parte das espécies. Como Frison et al. (2013) recomendam a seleção de 20 ou 30 espécies arbóreas, foram então selecionadas 30 espécies em cada unidade de conservação, sendo essas as de maior pontuação no valor final. O corte em trinta espécies se mostrou satisfatório porque, no ranqueamento em ordem decrescente de notas finais, as espécies com maior número de atributos preenchidos se encontravam acima desse patamar

Resultados

As 30 espécies selecionadas para projetos de restauração e enriquecimento no PNMFC estão disponibilizadas na Tabela 3 e para o PEAL na Tabela 4.

Os atributos que mais contribuíram para a seleção das espécies foram o porte (P), a arquitetura da copa (AC) e o ritmo de crescimento (RCr), embora esses atributos tenham variado bastante entre as espécies

(Figura 1). A fase juvenil também se destacou entre os atributos das espécies recomendadas para os dois Parques (TRep).

Os períodos de floração (PFI) e de frutificação (PFR) contribuíram em menor proporção para o valor final. Do mesmo modo, a síndrome de polinização (SPol) pouco variou entre as espécies, com predomínio das polinizadas por animais (aves, morcegos e insetos), com poucas exceções (polinizadas pelo vento e não especializadas). Com relação à dispersão (SDis), a maior parte das espécies apresentou mais de uma síndrome, predominando aquelas dispersas por aves ou mamíferos voadores (morcegos) e não voadores. As demais espécies são anemocóricas e nenhuma foi considerada autocórica ou hidrocórica.

Entre as 30 espécies selecionadas, poucas são fixadoras de nitrogênio (FN), mas apresentam alto potencial de regeneração natural (PRg) e/ou desenvolvimento à plena luz (DL). Portanto, as espécies com tais atributos se diferenciam das demais, atingindo maior valor para a restauração.

TABELA 3: Ranking de 30 espécies selecionadas para a restauração florestal no Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo. Pesos (P), notas (N), valores (V), valor total (Total) e em porcentagem (%). Atributos: porte (P), arquitetura da copa (AC), ritmo de crescimento (RCr), fixação de nitrogênio (FN), potencial de regeneração natural (PRg), desenvolvimento a plena luz (DL), primeira reprodução (TRep), SDis - síndrome de dispersão (SDis), síndrome de polinização (SPol), período de frutificação (PFR), período de floração (PFI). * Espécie com ocorrência registrada no Parque Estadual “Alberto Löfgren”.

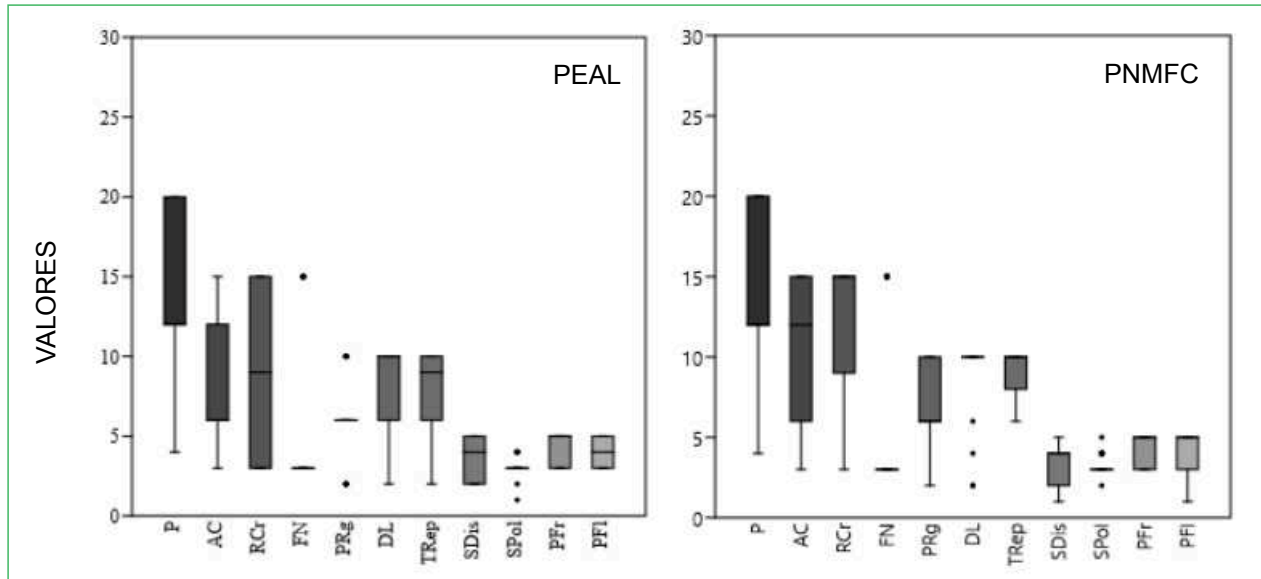
Espécie	Atributos																								Total	%									
	P		AC			RCr			FN			PRg		DL		TRep		SDis		SPol		PFR		PFI											
	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V			P	N	V						
<i>Inga sessilis</i> * (Vell.) Mart.	4	5	20	3	5	15	3	3	9	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	4	4	1	5	5	1	5	5	104	100
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	4	5	20	3	5	15	3	5	15	3	5	15	2	1	2	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	102	98
<i>Piptadenia gonoacantha</i> * (Mart.) J.F. Macbr.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	5	5	102	98
<i>Schinus terebinthifolia</i> * Raddi	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	92	88
<i>Alchornea glandulosa</i> * Poepp. & Endl.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	2	4	2	4	8	1	4	4	1	5	5	1	3	3	1	3	3	78	75
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	4	3	12	3	2	6	3	5	15	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	1	1	1	3	3	1	5	5	1	3	3	88	85
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	4	5	20	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	3	6	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	3	3	1	3	3	86	83
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A. Robyns	4	5	20	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	2	2	1	4	4	1	3	3	1	5	5	86	83
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müll. Arg.	4	5	20	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	3	3	1	5	5	84	81
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	5	5	87	84
<i>Centrolibium robustum</i> * (Vell.) Mart. ex Benth.	4	5	20	3	1	3	3	3	9	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	3	3	86	83
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	3	3	9	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	85	82
<i>Pleroma raddianum</i> (DC.) Gardner	4	3	12	3	4	12	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	5	5	83	80
<i>Inga marginata</i> * Willd.	4	3	12	3	4	12	3	1	3	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	83	80
<i>Phytolacca dioica</i> L.	4	3	12	3	3	9	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	80	77
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	3	12	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	3	3	80	77
<i>Luehea divaricata</i> * Mart.	4	3	12	3	3	9	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	4	4	1	3	3	1	1	1	79	76
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng) Harms	4	5	20	3	4	12	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	3	6	1	2	2	1	2	2	1	3	3	1	3	3	82	78
<i>Vatairea fusca</i> (Ducke)	4	3	12	3	5	15	3	1	3	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	82	78

<i>Vatairea fusca</i> (Ducke)	4	3	12	3	5	15	3	1	3	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	82	78
<i>Lafoensia pacari</i> * A.St.-Hil.	4	3	12	3	3	9	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	4	4	1	5	5	1	5	5	75	72
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	4	3	12	3	1	3	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	4	4	1	5	5	1	3	3	75	72
<i>Calophyllum brasiliense</i> * Cambess.	4	5	20	3	2	6	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	79	76
<i>Hyeronima alchorneoides</i> * Allemão	4	5	20	3	2	6	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	79	76
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	4	5	20	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	1	2	2	3	6	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	78	75
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	4	5	20	3	1	3	3	5	15	3	1	3	2	1	2	2	5	10	2	3	6	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	76	73
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	3	12	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	1	2	2	5	10	1	5	5	1	3	3	1	5	5	1	5	5	75	72
<i>Prunus myrtifolia</i> * L.	4	1	4	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	76	73
<i>Psidium cattleianum</i> * Sabine	4	1	4	3	4	12	3	3	9	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	75	72
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	4	3	12	3	4	12	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	75	72
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	4	3	12	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	77	74

TABELA 4: Ranking das 30 primeiras espécies selecionadas para a restauração florestal no Parque Estadual “Alberto Löfgren”. Pesos (P), notas (N), valores (V), valor total (Total) e em porcentagem (%). Atributos: porte (P), arquitetura da copa (AC), ritmo de crescimento (RCr), fixação de nitrogênio (FN), potencial de regeneração natural (PRg), desenvolvimento a plena luz (DL), primeira reprodução (TRep), SDis - síndrome de dispersão (SDis), síndrome de polinização (SPol), período de frutificação (PFr), período de floração (PFI). * Espécie com ocorrência registrada no Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo.

Espécie	Atributos																																		Total	%		
	P		AC			RCr			FN			PRg			DL			TRep			SDis			SPol			PFr			PFI								
	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V	P	N	V					
<i>Inga sessilis</i> * (Vell.) Mart.	4	5	20	3	5	15	3	3	9	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	104	100
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	4	5	20	3	5	15	3	5	15	3	5	15	2	1	2	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	102	98			
<i>Piptadenia gonoacantha</i> * (Mart.) J.F.Macbr.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	5	5	102	98			
<i>Schinus terebinthifolia</i> * Raddi	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	92	88			
<i>Alchornea glandulosa</i> * Poepp. & Endl.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	2	4	2	4	8	1	4	4	1	5	5	1	3	3	1	3	3	78	75			
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	4	3	12	3	2	6	3	5	15	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	1	1	1	3	3	1	5	5	1	3	3	88	85			
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	4	5	20	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	3	6	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	3	3	1	3	3	86	83			
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns	4	5	20	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	2	2	1	4	4	1	3	3	1	5	5	86	83			
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	4	5	20	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	3	3	1	5	5	84	81			
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	5	5	87	84			
<i>Centrolobium robustum</i> * (Vell.) Mart. ex Benth.	4	5	20	3	1	3	3	3	9	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	3	3	86	83			
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	3	12	3	5	15	3	5	15	3	1	3	3	3	9	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	85	82			
<i>Pleroma raddianum</i> (DC.) Gardner	4	3	12	3	4	12	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	3	3	1	5	5	1	5	5	83	80			
<i>Inga marginata</i> * Willd.	4	3	12	3	4	12	3	1	3	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	83	80			
<i>Phytolacca dioica</i> L.	4	3	12	3	3	9	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	80	77			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	3	12	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	3	3	80	77			
<i>Luehea divaricata</i> * Mart.	4	3	12	3	3	9	3	5	15	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	4	4	1	3	3	1	1	1	79	76			
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	4	5	20	3	4	12	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	3	6	1	2	2	1	2	2	1	3	3	1	3	3	82	78			
<i>Vatairea fusca</i> (Ducke)	4	3	12	3	5	15	3	1	3	3	5	15	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	3	3	82	78			
<i>Lafoensia pacari</i> * A.St.-Hil.	4	3	12	3	3	9	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	2	2	1	4	4	1	5	5	1	5	5	75	72			
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	4	3	12	3	1	3	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	4	4	1	5	5	1	3	3	75	72			
<i>Calophyllum brasiliense</i> * Cambess.	4	5	20	3	2	6	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	79	76			
<i>Hyeronima alchorneoides</i> * Allemão	4	5	20	3	2	6	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	79	76			
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	4	5	20	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	1	2	2	3	6	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	78	75			
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	4	5	20	3	1	3	3	5	15	3	1	3	2	1	2	2	5	10	2	3	6	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	76	73			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	3	12	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	1	2	2	5	10	1	5	5	1	3	3	1	5	5	1	5	5	75	72			
<i>Prunus myrtifolia</i> * L.	4	1	4	3	5	15	3	3	9	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	76	73			
<i>Psidium cattleianum</i> * Sabine	4	1	4	3	4	12	3	3	9	3	1	3	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	75	72			
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	4	3	12	3	4	12	3	3	9	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	3	3	1	5	5	75	72			
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	4	3	12	3	2	6	3	5	15	3	1	3	2	3	6	2	5	10	2	4	8	1	4	4	1	3	3	1	5	5	1	5	5	77	74			

FIGURA 1: Contribuição de cada atributo entre as 30 espécies com potencial alicerce para restauração do Parque Estadual “Alberto Löffgren” (PEAL) e Parque Natural Municipal do Carmo (PNMFC). As caixas representam os quartis de 25-75 e a linha horizontal no interior da caixa é a mediana dos valores dos atributos no universo total das espécies de cada parque. As linhas horizontais representam os valores mínimo e máximo dos atributos e os pontos isolados são *outliers*. Atributos: porte (P), arquitetura da copa (AC), ritmo de crescimento (RCr), fixação de nitrogênio (FN), potencial de regeneração natural (PRg), desenvolvimento a plena luz (DL), primeira reprodução (TRep), SDIs - síndrome de dispersão (SDis), síndrome de polinização (SPol), período de frutificação (PFr), período de floração (PFI).



Discussão

O protocolo de avaliação das espécies alicerce para restauração ecológica aplicado no PNMFC e PEAL apresentou espécies em comum, o que já era esperado, considerando que as duas unidades compartilham a mesma região fitogeográfica, a Floresta Ombrófila Densa, com alguma influência da Floresta Estacional Semidecidual (OLIVEIRA; ROCHA, 2007; ARZOLLA, 2012). Entre as dez espécies de maior nota em ambas as unidades, constam: *Inga sessilis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Schinus terebinthifolia* e *Alchornea glandulosa*. Essas espécies alicerce são de fato muito empregadas em projetos para restauração florestal em Floresta Ombrófila Densa, além de serem facilmente encontradas na forma de sementes e mudas em viveiros (BARBOSA, 2017).

A maior dificuldade na aplicação do protocolo está na ausência de informações disponíveis na literatura sobre atributos de algumas espécies, como a época de primeira reprodução e a fixação de nitrogênio. Em

contrapartida, atributos como porte, a arquitetura da copa, ritmo de crescimento e síndromes de floração e frutificação estão disponíveis para grande parte das espécies, o que permite o ranqueamento.

A aplicação do protocolo para ranqueamento e seleção de espécies alicerce é simples e eficaz, desde que se tenha em mãos uma lista da flora regional e uma base de dados robusta sobre os atributos das espécies na região de estudo. É importante ressaltar que alguns atributos tendem a permanecer constantes, independentemente da localidade em que as espécies ocorrem, como é o caso da fixação de nitrogênio ou das síndromes de polinização e dispersão (FRISON et al., 2013). Já o período em que as espécies florescem e frutificam, por exemplo, podem sofrer alterações significativas de acordo com as condições climáticas ou edáficas da área a ser restaurada (FACHINELLO et al., 2008). Portanto, a base de dados a ser utilizada no protocolo deve ser revista e atualizada para cada localidade de interesse.

Vale ressaltar que o protocolo é recomendado somente para projetos de restauração ativa em que

seja necessário ou desejável o plantio de espécies. Selecionamos remanescentes em duas unidades de conservação como ecossistemas de referência e, com base na flora arbórea conhecida para essas localidades, aplicamos o protocolo para a seleção de espécies mais promissoras. No entanto, na ausência dessa informação para ecossistemas naturais próximos ao local onde a restauração será realizada, a aplicação do protocolo perde eficácia.

Outra questão a ser avaliada é a possibilidade de alterar os pesos, categorias, amplitudes e valores dos atributos de seleção das espécies de acordo com os objetivos a serem alcançados no projeto, e a depender da fase em que a comunidade em restauração se encontra: fase de estruturação, consolidação ou maturação, conforme Brancalion et al. (2015). Como exemplo, a versão do protocolo avaliada neste estudo atribui maior peso ao porte, arquitetura da copa e ritmo de crescimento da árvore, atributos comprovadamente importantes nas fases iniciais de estruturação e consolidação, que correspondem ao início do processo de criação de uma floresta no local degradado e da substituição das espécies pioneiras por secundárias iniciais e tolerantes à sombra. Na fase de maturação, na qual se espera uma lenta acumulação de novas espécies e formas de vida vegetais, de fauna e de interações flora-fauna, a seleção de espécies a serem introduzidas no sistema pode ser baseada em atributos mais desejáveis para a atração de polinizadores e dispersores, aumentando-se o peso desses atributos.

Por fim, ressaltamos que testamos o protocolo para a seleção de espécies alicerce, mas não há comprovação científica de que as espécies selecionadas de fato são capazes de compor a estrutura do ecossistema e/ou desencadear processos ecológicos importantes para a autossustentabilidade da floresta restaurada, quando comparadas àquelas não selecionadas. Essas respostas somente serão alcançadas com pesquisas de longo prazo, que avaliem os atributos funcionais das espécies em seu habitat natural e em áreas restauradas. Nas áreas restauradas, é preciso comprovar que a presença dessas espécies contribui positivamente para acelerar o processo sucessional. Com a aplicação do protocolo em ecossistemas de referência no município de São Paulo,

disponibilizamos uma seleção de espécies alicerce para futuros projetos de restauração em áreas próximas, as quais podem ser alvo de estudos para essas finalidades. Mesmo com tais ressalvas, concluímos que o protocolo é uma ferramenta bastante útil para a seleção das espécies regionais mais indicadas para a restauração de áreas degradadas.

Agradecimentos

À Sergianne Frison, Vera Lex Engel e Giselda Durigan, pela cessão dos arquivos originais do protocolo de seleção de espécies alicerce para a restauração ecológica. À Yasmin Karpienko da Gama e Silva, pela formatação e revisão do artigo. Aos revisores anônimos do artigo, pela contribuição no aprimoramento do artigo, especialmente no item discussão.

Referências

- ARZOLLA, F. A. R. D. P. (Coord.). Meio Biótico. ARZOLLA, F. A. R. D. P. (Coord.). In: **Parque Estadual Alberto Löfgren: plano de manejo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2012.
- ARZOLLA, F. A. R. D. P.; VILELA, F. E. S. P.; PAULA, G. C. R. de; SHEPHERD, G. J.; DESCIO, F.; MOURA, C. de. Composição florística e a conservação de florestas secundárias na serra da cantareira, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 149-171, 2011.
- BAITELLO, J. B.; AGUIAR, O. T.; ROCHA, F. T.; PASTORE, J. A.; ESTEVES, R. Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea da Serra da Cantareira (SP) – Núcleo Pinheirinho. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 133-161, 1993.
- BARBOSA, L. M. (Org.). **Lista de espécies indicadas para restauração Ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2017. 344 p. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf>>.
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 432 p.
- BURILLI, N. G.; REIS, V. R.; SILVA, Y. K. da G. e; IVANAUSKAS, N. M. **Base de dados para o protocolo de avaliação das espécies alicerce para restauração ecológica no Parque Estadual Alberto Löfgren e Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo, São Paulo – SP**. Figshare. Dataset. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16415775.v3>>.
- CANOSA, G. A.; MORAES, L. F. D. **Atributos funcionais de espécies da Mata Atlântica: ferramentas para o planejamento ambiental e econômico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2016. 168 p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 305).

- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reforestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.
- MCDONALD, T.; GANN, G. D.; JONSON, J.; DIXON, K. W. **International standards for the practice of ecological restoration** – including principles and key concepts. Washington: Society for Ecological Restoration, 2016. Disponível em: <https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/SER_Standards_Portuguese.pdf>.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura**: fundamentos e práticas. Pelotas: UFPEL, 2008. 311 p.
- FRISON, S.; ENGEL, V. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies alicerce para a restauração florestal no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, V 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2013. p. 309-310.
- GANDARA, F. B.; KAGEYAMA, P. Y. Indicadores de sustentabilidade de florestas naturais. **Serie Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 79-83, 1998.
- GOOSEM, S. P.; TUCKER, N. I. J. **Repairing the rainforest** – Theory and practice of rainforest re-establishment in North Queensland's Wet Tropics. Cairns: Wet Tropics Management Authority, 1995. 71 p.
- IVANAUSKAS, N. M. A importância da flora regional para o sucesso da restauração florestal. In: MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P.; MARTINS, R. B. (Org.). **Sementes florestais**: guia para germinação de 100 espécies nativas. São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. p. 15-17.
- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Ecology**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 71-81, 2000.
- LEITE, T. S.; ESTEVES, R.; FRANCO, G. A. D. C.; KANASHIRO, M. M.; BAITELLO, J. B.; AGUIAR, O. T.; IVANAUSKAS, N. M. Conservação ex situ: diagnóstico do acervo do Arboreto “Gustavo Edwall” e recomendações de manejo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 33, p. 17-39, 2021.
- LEONEL, C. (Coord.). **Plano de manejo do Parque Estadual da Cantareira**: resumo executivo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2019. 60 p.
- MARÇON, S. L.; FERREIRA, L. G. (Coord.) **Agro Legal**: orientações, diretrizes e critérios aplicáveis à recomposição da vegetação nativa. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente e Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2021. 152 p. Disponível em: <https://www.cdms.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/MT%20Programa%20Agro%20legal%20web_compressed.pdf>.
- MARTINS, A. C. S.; LOBÃO, P. S. P. **Conflitos socioambientais do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo**. São Paulo: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, 2011. 44 p.
- OLIVEIRA, J. B. **Solos do estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Boletim Científico 45, 1999. 112 p.
- OLIVEIRA, P. P.; ROCHA, Y. T. **Aspectos históricos, físicos e sociais da Área de Proteção Ambiental Parque e Fazenda do Carmo, município de São Paulo (SP)**. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo & Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo5/020.pdf>.
- PAKKAD, G.; TORRE, F.; ELLIOTT, S.; BLAKESLEY, D. Selecting seed trees for a forest restoration program: A case study using *Spondias axillaries* Roxb. (Anacardiaceae). **Forest Ecology and Management**, Ringwood, v. 99, p. 363-70, 2003.
- RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M.; PIRES, B. C. C.; LUCA, E. F. (Org.). **Serviços Ecológicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão verde da Cidade de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2020. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacao_ambiental/prateleira-ambiental/servicos-ecossistemicos-e-bem-estar-humano-na-reserva-da-biosfera-do-cinturao-verde-da-cidade-de-sao-paulo/>.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**: escala 1:500 000. Vol. 1. São Paulo: FFLCH-USP/IPT/FAPESP, 1997. 64 p.
- ROSSI, M.; BERTOLANI, F. C. Levantamento pedológico detalhado da microbacia córrego palmitalzinho e cabeceiras do ribeirão Santo Anastácio, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1996, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, SBCS. 1997.
- TABARELLI, M. **Clareiras naturais e a dinâmica sucessiona de um trecho de floresta secundária na Serra da Cantareira, SP**. 1994. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.
- TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, San Francisco, v. 19, p. 734-739, 2005.
- VITOUSEK, P. M.; HOOPER, D. U. Biological diversity and terrestrial ecosystem biogeochemistry. In: SCHULZE, E. D., MOONEY, H. A. (Ed.). **Biodiversity and ecosystem function**. Berlin: Springer-Verlag, 1994. p. 3-14.