



65 anos depois: Diversidade e composição florística de uma floresta ribeirinha reflorestada por meio do plantio de espécies exóticas

65 years latter: Diversity and floristic composition of a riparian forest reforestation with exotic species

B. A. Aranha^{1*}; M. R. Gorenstein²; S. C. P. M. Souza³; J. L. F. Batista⁴

¹Geonoma Florestal, Rua Cataguazes, 45, CEP 02042-020, São Paulo-SP, Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Estrada para Boa Esperança, km 4, CEP 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, CEP 02377-000, São Paulo-SP, Brasil

⁴Departamento de Ciências Florestais, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, ESALQ, CEP 13418-900, Piracicaba-SP, Brasil

*baaranha@gmail.com

(Recebido em 02 de março de 2018; aceito em 07 de agosto de 2018)

Se, por um lado, a utilização de espécies exóticas pode dificultar a recuperação de ecossistemas naturais, por outro, diversos estudos realizados nas últimas décadas demonstram o contrário, sugerindo que tais plantios podem catalisar a regeneração natural em seu subosque e, conseqüentemente, favorecer o processo de recuperação. Neste estudo, caracterizamos a riqueza, a diversidade e a composição funcional da comunidade arbórea resultante da regeneração natural sob um plantio de exóticas realizado há 65 anos em 0,95 ha de zona ripária (Piracicaba, SP) e comparamos a composição florística da área de estudo com remanescentes naturais na mesma região ecológica. Registramos 602 ind ha⁻¹ (411 ind ha⁻¹ nativos, 148 ind ha⁻¹ exóticos e 43 ind ha⁻¹ mortos), pertencentes a 76 espécies (61 nativas e 15 exóticas). As espécies exóticas corresponderam a 26% dos indivíduos. Predominaram dentre as nativas, espécies zoocóricas (48%), secundárias (60%) e tolerantes à sombra (94%). Dentre o total de espécies, 11,5% apresentaram algum grau de ameaça de extinção. A diversidade para as espécies nativas foi de $H' = 3,3$. A área reflorestada esteve dentro dos padrões encontrados para vegetações semelhantes em bom estado de conservação, a similaridade florística variou de 0,31 a 0,18. Alguns elementos florísticos estiveram ausentes e a riqueza de espécies foi menor do que o esperado. As espécies exóticas ainda ocupam um espaço importante na comunidade, entretanto não impediram o estabelecimento de um grande número de espécies nativas provenientes do entorno. As espécies exóticas plantadas atuaram como facilitadoras da regeneração natural, catalizando o processo de recuperação da biodiversidade original do local.

Palavras-chave: Floresta Estacional Semidecidual, espécies invasoras, recuperação ecológica.

If, on the one hand, the use of exotic species can hinder the reclamation of natural ecosystems, on the other hand, several studies from the last decades have reported the opposite, suggesting that such plantations can catalyze the natural regeneration in their understory and, consequently, facilitate the reclamation process. In this study, we characterize the richness, diversity and functional composition of the tree community resulting from natural regeneration under a 65 year old exotic planting in 0.95 ha of riparian zone (Piracicaba, SP) and compared the floristic composition of the area study with natural remnants in the same ecological region. We recorded 602 ind ha⁻¹ (411 ind ha⁻¹ native, 148 ind ha⁻¹ exotic and 43 ind ha⁻¹ dead), belonging to 76 species (61 native and 15 exotic). Exotic species accounted for 26% of individuals. Among the natives, zoocoric species (48%), secondary (60%) and shadow tolerant (94%) prevailed. Among the total of species, 11.5% presented some degree of threat of extinction. The diversity for the native species was $H' = 3.3$. The restored area was within the patterns found for similar vegetation in good condition, the floristic similarity ranged from 0.31 to 0.18. Some floristic elements were absent and species richness was lower than expected. Exotic species still occupy an important space in the community, although they did not prevent the establishment of a large number of native species from the environment. The exotic species planted acted as facilitators of natural regeneration, catalyzing the process of reclamation of the original biodiversity of the place.

Keywords: seasonal semi-deciduous forest, invasive species, reclamation ecology.

1. INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas com o propósito de restabelecer a biodiversidade utilizando espécies exóticas como facilitadoras da regeneração natural é bastante controversa [1, 2, 3, 4, 5]. Por um lado, há maior disponibilidade de mudas e de conhecimentos silviculturais das espécies exóticas [6] e, por outro, há o risco da invasão biológica em remanescentes de vegetação nativa próximos à área em recuperação [7] e/ou o risco das espécies exóticas tornarem-se dominantes no local onde foram plantadas e não permitirem que a vegetação nativa se restabeleça espontaneamente [8, 9].

Do ponto de vista legal, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) – Lei Federal 12.651 de 2012 [10] - permite que Áreas de Preservação Permanente (APP), como margens de cursos d'água, sejam recompostas por meio da utilização de espécies exóticas intercaladas como espécies nativas. De acordo com o inciso IV do § 13 do artigo 61-A a recomposição de APPs com espécies exóticas só é permitida se essas espécies forem lenhosas, perenes ou de ciclo longo, intercaladas com espécies nativas em até 50% da área a ser recomposta, em pequenas propriedades rurais exploradas mediante agricultura familiar [10]. Dessa forma, o conhecimento sobre os riscos e benefícios da recuperação da vegetação nativa por meio de espécies exóticas é de interesse para compreender quais impactos esse dispositivo da LPVN terá para a recuperação da biodiversidade.

Espécies exóticas produzidas comercialmente, além da grande disponibilidade de mudas e sementes, possuem menor custo de aquisição em relação às nativas e algumas espécies se destacam pelo seu rápido desenvolvimento. Crescimento rápido é uma característica desejada em projetos de recuperação da vegetação florestal nativa, porque se estabelece uma cobertura arbórea, permitindo a proteção e o sombreamento do solo [1]. As condições favoráveis proporcionadas pela cobertura do solo permitem o assentamento de espécies nativas tolerantes à sombra. Assim, as espécies exóticas podem agir como pioneiras e facilitadoras da sucessão florestal [3, 11]. No entanto, para que as espécies exóticas de fato cumpram esse papel de facilitadoras da regeneração natural, a área em recuperação necessita estar próxima a uma fonte de propágulos de espécies nativas [12, 13], bem como as espécies exóticas não podem apresentar um comportamento invasor ou dominante [3], inibindo a colonização por outras espécies.

Espécies exóticas com alto potencial invasor como *Pinus* spp. [14, 15] e *Leucaena leucocephala* [14, 16] quando introduzidas tornam-se dominantes, impedindo a regeneração natural das espécies nativas originais do local e se dispersam para áreas naturais vizinhas. Porém, o comportamento invasor das espécies exóticas depende de características ecológicas da região onde elas são introduzidas. Ocasionalmente, espécies altamente invasoras em uma região não possuem o mesmo comportamento em outras regiões [17]. Assim, as exóticas que não apresentam comportamento invasor, podem atuar como facilitadoras. No entanto, o uso de espécies exóticas deve ser feito sempre com muita cautela e só depois de se conhecer muito bem o risco potencial de invasão das espécies introduzidas para a região em questão [2] e os efeitos dessas espécies no longo prazo na recuperação da vegetação nativa da área [3].

Na ciência da restauração ecológica há o consenso de que é infactível restaurar um ecossistema exatamente igual ao que era antes de ser degradado [18]. A recuperação é uma ação que busca iniciar os processos ecológicos para que eles trilhem caminhos que possam levar a ecossistemas com características distintas do anteriormente existente [19].

É possível verificar se uma área reflorestada conseguiu restabelecer os seus processos ecológicos naturais por meio da comparação, utilizando-se ecossistemas de referência, a partir de descritores estruturais como a densidade de indivíduos arbóreos e padrões de diversidade funcional; como a proporção síndromes de dispersão e tolerância à sombra [20], além da comparação de padrões da composição florística [21] e da semelhança florística com remanescentes naturais do entorno [3].

Para contribuir com o avanço no conhecimento sobre os riscos e benefícios da utilização de espécies exóticas na recuperação da vegetação nativa, estudamos a composição florística, a densidade e a diversidade de um trecho de floresta ribeirinha nas margens do ribeirão Piracicamirim dentro do campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP). Às margens do ribeirão Piracicamirim, a partir de 1940, foi efetuado o plantio de espécies exóticas, como: *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., *Tipuana* sp., *Libidibia ferrea*, *Paubrasilia echinata* e *Poincinela pluviosa* [22]. A recuperação da cobertura arbórea nessa área estabeleceu um corredor ecológico conectando o ribeirão Piracicamirim, a Mata da Pedreira, a Mata do Pomar e o

Parque da ESALQ, formando um contínuo que é o principal fragmento de vegetação florestal na região urbana de Piracicaba [23]. O trecho de floresta estudado é, portanto, uma área reflorestada, próxima a trechos com vegetação florestal que compreende tanto remanescentes nativos, como áreas arborizadas com fins paisagísticos, um misto de espécies nativas e exóticas, que formam o Parque da ESALQ.

Dentro deste contexto, o objetivo desse estudo foi caracterizar a composição florística, a densidade e a diversidade da comunidade arbórea formada a partir do plantio de espécie arbórea exótica ao longo das margens do ribeirão Piracicamirim.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A floresta ribeirinha estudada está localizada as margens do ribeirão Piracicamirim ($22^{\circ}42'23''$ S e $47^{\circ}37'39''$ W), no interior do campus da ESALQ/ USP, no município de Piracicaba, São Paulo (Figura 1). O solo é classificado como uma associação de Nitossolo vermelho eutroférico léptico, Nitossolo vermelho eutroférico típico e Cambissolo háplico eutroférico léptico, sobre diabásio da formação Serra Geral [24]. O clima é Cwa, tropical com inverno seco e verão chuvoso, segundo o sistema de Köppen (1948) [25]. A precipitação média anual é de 1.200 mm e a temperatura média de $21,4^{\circ}\text{C}$. A situação topográfica na área é comum aos rios da região de Piracicaba [26], com o ribeirão bem encaixado e uma elevação suave no terreno à medida que se distancia do curso d'água, a altitude média é de 528 m e a declividade chega a 15% [27].

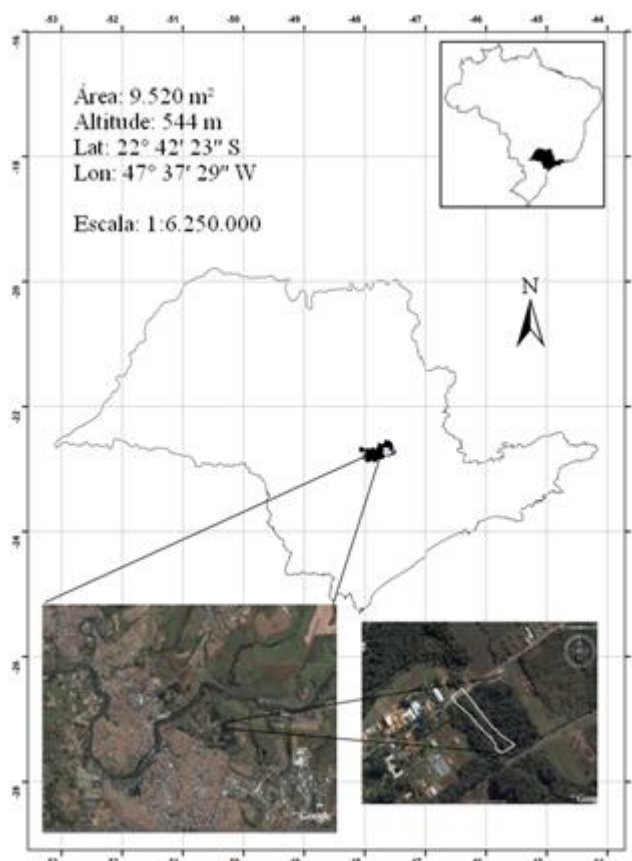


Figura 1: Localização da área de estudo da vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP.

A vegetação nativa da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, que se caracteriza pela estacionalidade, com verão quente e chuvoso e inverno frio e seco, e pela perda das folhas no inverno por parte das espécies [28]. Com base em sua situação topográfica e ao regime

hidrológico local, a vegetação à margem do ribeirão Piracicamirim é considerada formação ribeirinha com influência fluvial sazonal [29].

O trecho de floresta estudado possui um total de 0,95 ha em estágio avançado de regeneração, apresenta um dossel contínuo de cerca de 20 m de altura com árvores emergentes que podem alcançar até 30 m e, estratos intermediários com alturas variando entre 10 a 15 m. No subbosque há um grande número de indivíduos de *Coffea arabica* L. (café) e também plantas herbáceas e lianas, além de muitos indivíduos arbóreos regenerantes. Vale destacar a presença de três grandes touceiras de bambus que atingem cerca de 15 metros de altura.

A degradação nestas áreas vem de longa data, segundo Catharino (1989) [22] a mata ciliar do rio Piracicaba e as margens do ribeirão Piracicamirim, eram denominados em 1894 como “pasto para porcos”, progressivamente estas áreas foram dando lugar a culturas de algodão, café, cana-de-açúcar, entre outras e, partir de 1940, foi efetuado o plantio de espécies exóticas como: *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., *Tipuana* sp., *Libidibia ferrea*, *Paubrasilia echinata* e *Poincinela pluviosa*.

Coleta de dados

Na área total (0,95 ha) realizamos o censo dos indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito - DAP (1,30 m) maior ou igual a 10 cm. Considerando este critério, incluímos todas as árvores plantadas e em regeneração natural, nativas ou exóticas. Coletamos o material botânico e herborizamos conforme Fidalgo & Bononi (1989) [30]. Identificamos o material coletado por comparação com o material depositado no Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESA) e/ou validado por especialistas. Para a classificação das famílias nos baseamos no Angiosperm Phylogeny Group (APG IV) [31] e a grafia dos nomes científicos averiguamos por comparação com a Lista de Espécies da Flora do Brasil [32].

Consideramos espécie nativa aquela que ocorre naturalmente em um dado local, devendo sua presença na área à sua própria capacidade dispersiva e competência ecológica. Espécies nativas estão em dado local ou porque evoluíram ali, ou porque evoluíram em outros locais e se dispersaram sem ajuda humana até atingir sua atual distribuição geográfica [33]. Nesse contexto, consideramos nativas as espécies de ocorrência natural na Floresta Estacional Semidecidual ou nas áreas de ecótono desta formação [34].

Definimos como exóticas as espécies que foram transportadas de uma dada região geográfica para outra em que não ocorreriam naturalmente, independentemente de seu eventual impacto sobre os ecossistemas nativos, sendo o transporte realizado por ação humana intencional ou acidental [35]. Em síntese, consideramos exóticas aquelas provenientes de outro país, ou de ocorrência restrita a outra tipologia vegetal que não a Floresta Estacional Semidecidual.

Classificamos as espécies exóticas de acordo com os atributos da espécie e observações de campo, conforme o agrupamento proposto por Durigan et al. (2013) [36]: exóticas transientes e invasoras (dominantes e não dominantes). Pesquisamos os atributos destas espécies no banco de dados de espécies exóticas invasoras no Brasil [37, 38] e/ou no compêndio de espécies exóticas invasoras [39]. Aplicamos essa classificação somente para os *taxa* identificados até espécie, *taxa* classificados até família ou gêneros foram classificados como sem informação.

Categorizamos as espécies nativas em grupos sucessionais, seguindo Brancalion et al. (2015) [40]: pioneiras (P); secundárias (S); climácidas de dossel (Cd); e climácidas de subosque (Cs). A alocação das espécies nesses grupos sucessionais fundamentou-se em adaptações de classificações anteriores das mesmas espécies nos estudos publicados por Grombone et al. (1990) [41], Gandolfi (1991, 2000) [42, 43], Dislich et al. (2001) [44], Bernacci et al. (2006) [45], Arzolla et al. (2010) [46] e Barreto (2013) [47]. Como também, agrupamos as espécies por síndrome de dispersão em três categorias (anemocóricas, zoocóricas e autocóricas), conforme os critérios estabelecidos por Pijl (1982) [48].

Para a classificação quanto ao grau de ameaça de extinção das espécies levantadas consultamos as seguintes listas oficiais: Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado de São Paulo [49]; Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção [50], com categorias apresentadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil [51]; e Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Globalmente [52]. Desse modo, classificamos as espécies em três escalas de ameaça de extinção: local, nacional e global.

Análise de dados

Calculamos a densidade dos indivíduos levantados [53] e estimamos a diversidade das espécies pelo índice de Shannon (H'), utilizando logaritmo com base neperiana, e pelo índice de concentração de Simpson (C) [54]. Para as análises de similaridade construímos uma matriz binária utilizando somente as espécies nativas registradas neste estudo e os dados florísticos de cinco levantamentos realizados em remanescentes de vegetação nativa próximos da área de estudo (Tabela 1). Da lista florística resultante, excluimos todas as espécies não identificadas com confiança (p.ex. *cf.* e *aff.*). Calculamos a dissimilaridade florística por meio do índice de Jaccard (J) [53] e construímos um dendrograma utilizando o método de pareamento por média aritmética (UPGMA) [55]. Para os cálculos de diversidade, análises de dissimilaridade e construção do dendrograma, utilizamos o pacote “vegan” do software R versão 3.3.3 [56].

Tabela 1: Florestas nativas utilizadas para análise de similaridade florística, indicando o código utilizado nesse estudo (Cód.), a autoria do estudo, local, o número de espécies nativas amostradas (nº esp.), altitude (m) e tipo de solo.

Cód.	Autor	Local	Município	Coordenadas	nº esp.	Altitude (m)	Solo
MPD	Catharino (1989)	Mata da Pedreira (ESALQ/USP)	Piracicaba	22°42'S; 47°37'W	143	530	Latossolo vermelho-amarelo
IB11	Custodio-Filho et al. (1994)	Estação Ecológica de Ibicatu	Piracicaba	22°46'S; 47°43'W	97	500	Latossolo vermelho-amarelo
IB12	Costa & Mantovani (1995)	Estação Ecológica de Ibicatu	Piracicaba	22°46'S; 47°43'W	91	500	Latossolo vermelho-amarelo
MP	Nascimento et al. (1999)	Mata do Pomar (ESALQ/USP)	Piracicaba	22°47'S; 47°49'W	44	500	Latossolo vermelho-amarelo
IPE	Bertani et al. (2001)	Mata de Ipeúna	Ipeúna	22°26'S; 47°43'W	100	540	Neossolo quartizarenico
PIS	Este estudo	Ribeirão Piracicamirim (ESALQ/USP)	Piracicaba	22°42'S; 47°38'W	62	530	Nitossolo vermelho

3. RESULTADOS

Em 0,95 ha foram inventariados 572 indivíduos, com uma densidade de 602 ind ha⁻¹. Desse total 41 indivíduos estavam mortos em pé, o que representa uma densidade de 43 ind ha⁻¹. Considerando apenas os indivíduos vivos, a diversidade total calculada por meio do índice de Shannon (H') foi de 3,6. Ao considerarmos somente as espécies nativas registramos 390 indivíduos, com uma densidade de 411 ind ha⁻¹ e a diversidade $H' = 3,3$. A porcentagem de espécies representadas na amostra por apenas um indivíduo foi de 43% (33 espécies).

A listagem florística totalizou 76 espécies (15 exóticas), pertencentes a 66 gêneros e 26 famílias (Tabela 2). As seis famílias de maior riqueza representaram 59% do total de espécies encontradas. A família de maior riqueza foi Fabaceae (21 espécies), seguida por Meliaceae (8 espécies) e com quatro espécies cada uma, as famílias: Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae e Sapindaceae.

Tabela 2: Densidade, riqueza e diversidade de espécies arbóreas encontradas em um trecho da vegetação ribeirinha plantada ao longo do Ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP, para a comunidade como um todo e separadamente para espécies nativas.

Descritores	Total	Nativas
Número de espécies (Riqueza)	76	61
Número de gêneros	66	51
Número de indivíduos	572	390
Densidade (ind ha ⁻¹)	602	411
Índice de Shannon (H')	3,57	3,30
Concentração de Simpson (C)	0,95	0,94

Considerando somente as espécies nativas, as famílias Fabaceae (16 espécies) e Meliaceae (8 espécies) se destacaram, enquanto as famílias Euphorbiaceae e Sapindaceae apresentaram quatro espécies cada, e as famílias Malvaceae e Rutaceae foram representadas por três espécies cada (Figura 2). O gênero mais rico foi *Trichilia* com quatro espécies, enquanto que os demais gêneros ou tinham duas espécies ou eram monoespecíficos. Por outro lado, 11 famílias foram representadas por apenas uma espécie (Tabela 3).

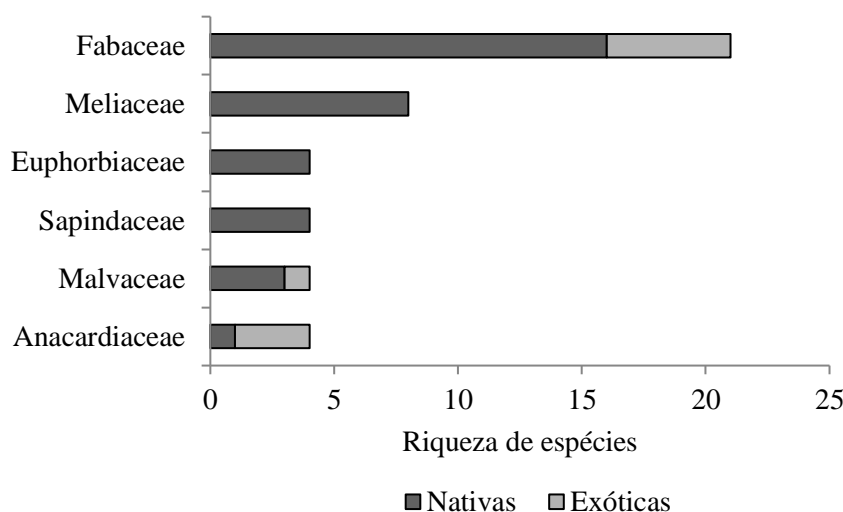


Figura 2: Famílias de maior riqueza na vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP.

Cinco espécies concentraram 43% de todos os indivíduos levantados (Tabela 3): *Sterculia apetala* (63 indivíduos), *Trichilia clausenii* (60), *Diatenopteryx sorbifolia* (43), *Alchornea triplinervia* (33), *Trichilia elegans* (32). *Sterculia apetala*, foi a única classificada como exótica entre as mais abundantes, e correspondeu a 48,8% de todos os indivíduos exóticos registrados (Tabela 3).

Com relação às 15 espécies classificadas como exóticas, seis são originárias de outros países: *Carica papaya*, *Caryota urens*, *Eryobotrya japonica*, *Mangifera indica*, *Persea americana* e *Phoenix dactylifera*; seis ocorrem no território nacional, mas não ocorrem naturalmente nos ecossistemas do Estado de São Paulo: *Libidibia ferrea*, *Paubrasilia echinata*, *Poincianella pluviosa*, *Schinus molle*, *Spondias mombin* e *Sterculia apetala*; e três espécies ocorrem naturalmente no Estado de São Paulo, todavia não na Floresta Estacional Semidecidual: *Dalbergia nigra*, *Plinia cauliflora* e *Schizolobium parahyba*. A maioria das espécies exóticas (12 espécies) são consideradas como exóticas invasoras não dominantes, incluindo a espécie com maior densidade *Sterculia apetala* (Tabela 3). Apenas a espécie *Caryota urens* é considerada como exótica invasora dominante, essa espécie apresenta densidade acima de 10 ind ha⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3: Lista das espécies encontradas em um trecho da vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP. Ni - número de indivíduos, Or - origem, Gs- grupo sucessional, Sd - síndrome de dispersão, N - Nativa; Categoria de invasão quando exótica (ExT - exótica transiente, ExInd - Invasora não dominante, ExId - Invasora dominante), com a origem da espécie apresentada entre parênteses: P - Outro país, E - Outro estado, F - outra formação florestal. ane - anemocórica, aut - autocórica, zoo - zoocórica, Cd - clímax de dossel, Cs - clímax de subosque, P - pioneira, S - secundária, D - Floresta Ombrófila Densa.

Família/Espécie	Nome popular	Ni	Or	Gs	Sd
ANACARDIACEAE					
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá	1	N	S	ane
<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	4	ExInd (P)	-	zoo
<i>Schinus molle</i> L.	aroeira-mansa	1	ExInd (E)	-	zoo
<i>Spondias mombin</i> L.	cajá-mirim	1	ExInd (E)	-	zoo
APOCYNACEAE					
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba-rosa	1	N	Cd	ane
ARECACEAE					
<i>Caryota urens</i> L.	palmeira rabo-de-peixe	18	ExId (P)	-	zoo
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	tamareira	1	ExT (P)	-	zoo
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	4	N	S	zoo
BIGNONIACEAE					
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	3	N	S	ane
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-roxo	7	N	S	ane
BORAGINACEAE					
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guaiuvira	1	N	Cd	ane
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	1	N	S	ane
CARDIOPTERIDACEAE					
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	perobossu	3	N	Cs	zoo
CARICACEAE					
<i>Carica papaya</i> L.	mamoeiro	1	ExT (P)		zoo
CLUSIACEAE					
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacuparí	1	N	Cs	zoo
COMBRETACEAE					
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	capitãozinho	1	N	S	ane
EUPHORBIACEAE					
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	tapiá-de-folha-redonda	2	N	S	zoo
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tapiá	33	N	S	zoo
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	2	N	P	aut
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	boleira	8	N	S	aut
FABACEAE					
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	farinha-seca	1	N	S	aut
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	1	N	S	aut
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	araribá	2	N	S	ane
<i>Cyclolobium brasiliense</i> Benth.	louveira	6	N	S	ane
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G. Azevedo	guaianã	1	N	S	ane

Família/Espécie	Nome popular	Ni	Or	Gs	Sd
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-de-bahia	1	ExInd (F)	-	ane
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	mulungu	1	N	S	zoo
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim-de-campinas	13	N	Cd	zoo
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	14	N	Cd	zoo
<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá	1	N	S	zoo
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	15	ExInd (E)	-	aut
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	sapúva	1	N	S	ane
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	sapúva	1	N	S	ane
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	cabreúva	13	N	Cd	ane
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	1	N	S	ane
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	pau-brasil	1	ExInd (E)	-	aut
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	pau-jacaré	1	N	S	ane
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	sibipiruna	14	ExInd (E)	-	ane
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim-bravo	2	N	S	ane
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvú	12	ExInd (F)	S	ane
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	monjoleiro	8	N	S	aut
LAURACEAE					
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha	17	N	Cs	zoo
<i>Persea americana</i> Mill.	abacateiro	7	ExInd (P)	-	zoo
LECYTHIDACEAE					
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá-branco	8	N	Cd	ane
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	3	N	Cd	ane
MALVACEAE					
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	pau-jangada	3	N	P	aut
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira	7	N	S	ane
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	cabeça-de-negro	5	N	S	zoo
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	chichá	63	ExInd (E)	-	zoo
MELIACEAE					
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana	4	N	Cd	zoo
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	13	N	Cd	ane
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	marinheiro	3	N	S	zoo
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	café-bravo	1	N	S	zoo
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	catiguá	1	N	Cs	zoo
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	catiguá-vermelho	60	N	Cs	zoo
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	catiguá	32	N	Cs	zoo
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	catiguá	3	N	Cs	zoo
MORACEAE					
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	figueira	1	N	S	zoo
MYRTACEAE					
<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim	2	N	Cs	zoo
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	jabuticaba	1	ExInd (F)	-	zoo
PHYLLANTHACEAE					
<i>Savia dictyocarpa</i> Müll. Arg.	guaraiuva	11	N	Cd	aut

Família/Espécie	Nome popular	Ni	Or	Gs	Sd
PHYTOLACCACEAE					
<i>Gallsia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d'alho	2	N	Cd	ane
<i>Phytolacca dioica</i> L.	cebolaço	1	N	Cd	zoo
ROSACEAE					
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	nespera	1	ExInd (P)	-	zoo
RUTACEAE					
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	9	N	Cd	ane
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	mamica-de-porca	1	N	S	zoo
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	tinguaciba	1	N	S	zoo
SALICACEAE					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	3	N	S	zoo
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	fruta-de-pombo	1	N	S	zoo
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	cuvantã	2	N	S	zoo
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	43	N	S	ane
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	cuvantã	1	N	S	zoo
SAPOTACEAE					
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	guatambú-de-leite	13	N	S	zoo
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	acá	1	N	S	zoo
URTICACEAE					
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	urtiga	2	N	P	zoo
VERBENACEAE					
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	lixreira	1	N	P	ane

Quanto à categorização sucessional, das 61 espécies nativas, 36 (59%) são secundárias, 13 (21%) são clímax de dossel, oito (13%) são clímax de subosque e quatro (7%) são pioneiras (Figura 3A). Ao considerar a participação desses grupos funcionais na estrutura da comunidade, nota-se uma diminuição na contribuição das espécies secundárias (44%), seguido de um aumento das espécies clímax de subosque (30%) e de dossel (24%); já o grupo das espécies das pioneiras apresentaram uma diminuição do percentual com 2% de participação na estrutura da comunidade (Figura 3B).

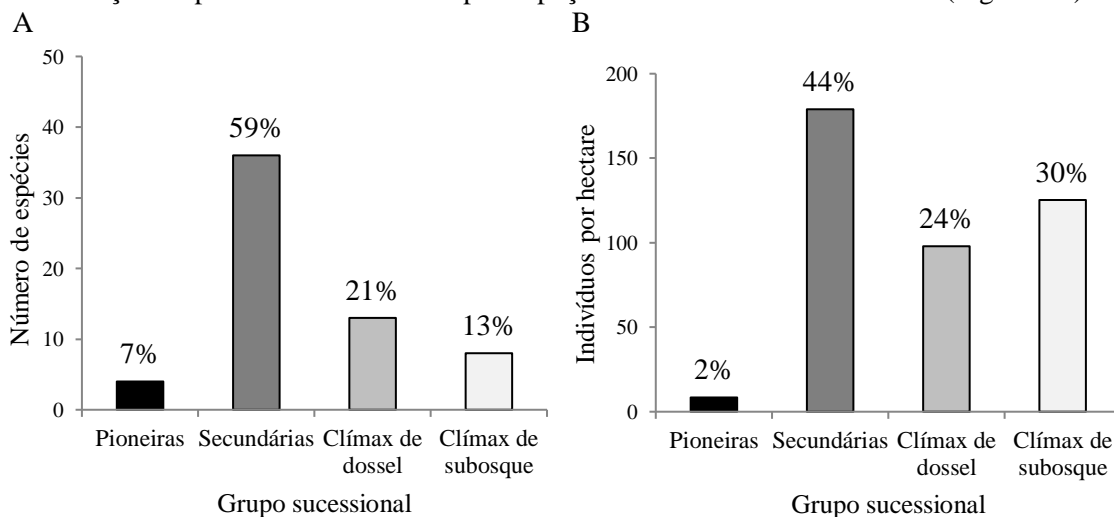


Figura 3: Número e proporção de espécies (A) e indivíduos (B) de espécies nativas por grupo sucessional encontradas na vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP.

Entre as espécies nativas, a síndrome de dispersão predominante foi a zoocórica com 30 espécies (49%), seguida da anemocórica com 24 espécies (39%), e autocórica com 7 espécies (12%) (Figura 4A). A dispersão zoocórica também prevaleceu na análise da estrutura da comunidade, com 58% dos indivíduos pertencentes a este grupo funcional (Figura 4B).

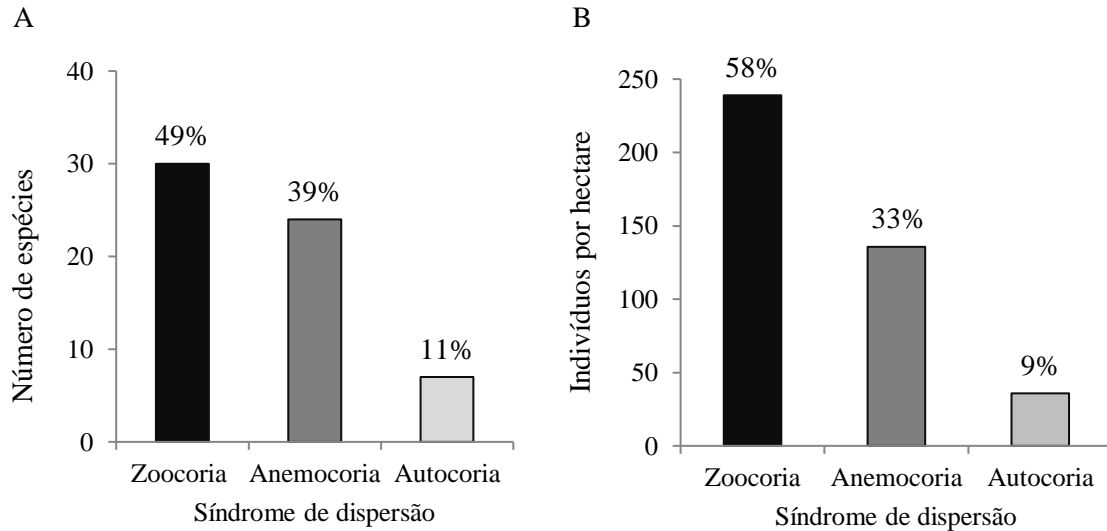


Figura 4: Síndromes de dispersão das espécies nativas encontradas na vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP. Agrupamentos por número de espécies (A) e por densidade absoluta (B).

Entre todas as espécies (nativas e exóticas), registramos nove espécies ameaçadas de extinção, sendo três espécies consideradas ameaçadas de extinção em São Paulo, quatro na lista nacional e nove na lista global (Tabela 4). Como algumas espécies são consideradas ameaçadas em mais de uma escala, há sobreposição de espécies na lista. As espécies *Dalbergia nigra*, *Cedrela fissilis* e *Cariniana legalis* são consideradas ameaçadas nas três escalas. *Paubrasilia echinata* foi considerada ameaçada na escala nacional e global. Já as espécies *Aspidosperma polyneuron*, *Joannesia princeps*, *Myroxylon peruiferum*, *Trichilia casaretti*, *Balfourodendron riedelianum* foram consideradas ameaçadas somente na escala global. A maior parte das espécies foi incluída na categoria vulnerável (VU) ou em perigo (EN) (Tabela 4). Em termos gerais, a comunidade estudada apresentou 11,8% das espécies sob algum grau de ameaça, correspondendo a 8,7% dos indivíduos amostrados. Dentre as espécies ameaçadas, duas não são nativas da região: *Dalbergia nigra* e *Paubrasilia echinata*.

Tabela 4. Espécies ameaçadas de extinção registradas na vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP, categorizadas de acordo com as listas da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN, Ministério do Meio Ambiente - MMA e Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SMA-SP. EM - Em Perigo; VU - Vulnerável, * = espécie exótica.

FAMÍLIA/Espécie	IUCN	MMA	SMA-SP
APOCYNACEAE			
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	EN		
EUPHORBIACEAE			
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	VU		
FABACEAE			
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.*	VU	VU	CR
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	VU		
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis*	EN	EN	
LECYTHIDACEAE			
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	VU	EN	VU
MELIACEAE			
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	EN	VU	VU
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	VU		
RUTACEAE			
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	EN		

O valor médio entre todas as combinações de dissimilaridade foi de 0,73. A floresta estudada (PIS) apresentou menor dissimilaridade com a Mata do Pomar (MP) (Figura 5) com 0,69, e maior dissimilaridade com o levantamento realizado em Ibicatu (IBI2) por Costa & Mantovani (1995), com 0,81.

4. DISCUSSÃO

As famílias Fabaceae e Meliaceae, assim como o gênero *Trichilia*, estão entre as que apresentam maior riqueza nas Florestas Estacionais Semidecíduais [21, 57] e nas florestas ribeirinhas [57]. O que chama atenção, no entanto, é a baixa representatividade de espécies da família Myrtaceae e a ausência de Rubiaceae. Essas duas famílias são muito ricas em espécies na Floresta Estacional Semidecidual e florestas ribeirinhas [21, 58], bem como nos remanescentes de vegetação próximos [22, 59]. Ademais, a presença das famílias Myrtaceae e Rubiaceae entre as mais ricas em espécies no domínio Mata Atlântica indica o estágio avançado de regeneração da área sob este domínio [60]. Dessa forma, embora a composição florística esteja de acordo com o esperado, componentes importantes ainda estão ausentes na área estudada.

A riqueza florística foi menor quando comparada com vegetações semelhantes [20, 57, 59, 61]. Custódio-Filho et al. (1994) [59], em um levantamento utilizando o mesmo critério de inclusão que o presente estudo, encontraram 110 espécies, riqueza maior do que se considerarmos a soma das espécies nativas e exóticas deste estudo. No entanto, em áreas recuperadas utilizando espécies exóticas a riqueza de espécies nativas é comumente mais baixa se comparada com vegetações maduras [1]. Esse resultado pode estar relacionado tanto a incapacidade das espécies nativas chegarem à área reflorestada, como a competição exercida pelas espécies exóticas, principalmente por espaço.

Dentre as espécies citadas por Catharino (1989) [22] como inicialmente plantadas nas margens do ribeirão Piracicamirim, somente *Libidibia ferrea*, *Paubrasilia echinata* e *Poincinela pluviosa* foram registradas na comunidade após 65 anos. Como não encontramos indivíduos de *Eucalyptus* spp. ou de *Pinus* spp. acredita-se que especificamente no local de estudo essas espécies não foram plantadas. A elevada abundância relativa da espécie exótica *Sterculia apetala* indica boa adaptação às condições locais e sucesso reprodutivo. *Sterculia apetala* é uma espécie que ocorre do Domínio Amazônico e Cerrado [32] e é encontrada plantada como ornamental no Parque da ESALQ [62].

Todas as demais espécies exóticas registradas na área estudada também ocorrem no Parque da ESALQ [62], de modo que sua presença no levantamento pode ser creditada à colonização espontânea por meio da chegada via dispersão natural e não devido ao plantio dessas espécies no local.

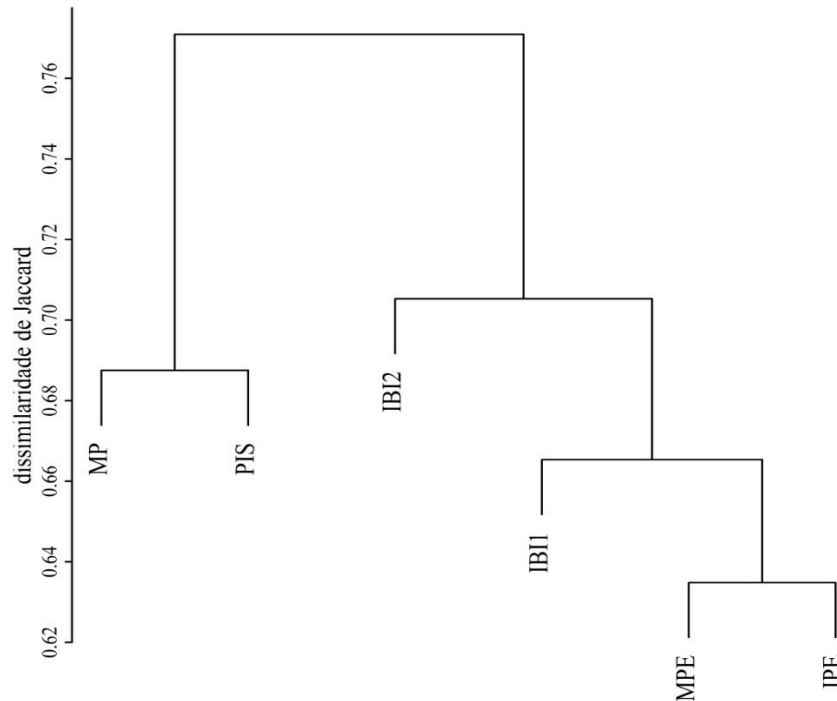


Figura 5: Dendrograma, construído pelo método UPGMA, de dissimilaridade florística entre os fragmentos próximos a vegetação ribeirinha do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP. IBII - Custódio-Filho et al. (1994); IBII - Costa & Mantovani (1995); MP - Nascimento et al. (1999); PIS - este estudo; MPE - Catharino (1989); e IPE - Bertani et al. (2001).

É reconhecido que espécies exóticas disputam espaço com as nativas [8] e podem atrair mais espécies exóticas com comportamento invasor [63]. Contudo, a presença de espécies exóticas também pode facilitar a chegada de espécies nativas a partir do favorecimento da germinação e do estabelecimento de plântulas, em decorrência do desenvolvimento de uma camada de serapilheira e húmus e do aumento da complexidade estrutural do habitat, além disso, o sombreamento pode aumentar o trânsito de aves e morcegos, que contribuem para a regeneração ao transportar diásporos para as áreas [64]. Entretanto, monitoramentos periódicos são necessários, já que as espécies exóticas podem competir com as nativas e dificultar o estabelecimento destas últimas.

Os valores dos índices de diversidade considerando somente as espécies nativas estiveram dentro dos valores comumente encontrados para vegetações semelhantes. Para Florestas Estacionais Semidecíduas e matas ciliares dessa formação o índice de Shannon (H') varia em torno de 3,00 [57, 61] e há baixa concentração de indivíduos. Esses resultados indicam que a área estudada tem diversidade de espécies nativas semelhante a áreas maduras e bem conservadas. Há que se destacar, porém, que as espécies exóticas plantadas ou imigrantes oferecem contribuição relevante para a diversidade arbórea, já que o índice de Shannon é superior quando essas espécies são incluídas no cálculo. Isto significa que tais espécies podem oferecer maior diversidade de habitats e alimento para a fauna, em comparação apenas com o conjunto de espécies nativas.

O predomínio das espécies nativas no levantamento pode ser consequência do baixo potencial de invasão da maioria das espécies exóticas encontradas na área de estudo e, especialmente, da melhor adaptação das espécies nativas à condição local. Espécies exóticas consideradas invasoras dominantes ocupam rapidamente o espaço reduzindo a oportunidade de novas espécies se

estabelecerem [36]. Por outro lado, espécies exóticas consideradas invasoras não dominantes conseguem se estabelecer, mas não ocupam todo o espaço disponível e permitem a regeneração de outras espécies [36]. Logo, as espécies exóticas invasoras não dominantes têm potencial para atuar como facilitadoras da sucessão florestal.

O avanço no estágio sucessional da floresta aumenta o número de espécies e de indivíduos tolerantes a sombra e com dispersão zoocórica [60, 63]. Esse aumento é relacionado ao aumento da cobertura arbórea, que age como barreira física para o vento e atrai a avifauna, mesmo se essa cobertura for composta exclusivamente por espécies exóticas [1]. Suganuma et al. (2013) [20] comparando quatro levantamentos realizados em matas ciliares de Floresta Estacional Semidecidual bem conservadas, consideradas como ecossistemas de referência para áreas em recuperação, encontraram, no estrato arbóreo, uma média de 63% e 52% de espécies e indivíduos com dispersão zoocórica; 82% e 89% de espécie e indivíduos tolerantes à sombra; e 7% de espécies ameaçadas de extinção. Aqui nesse estudo encontramos 48% e 56% de espécies e indivíduos nativos zoocóricos; 94% e 98% de espécies e indivíduos nativos tolerantes à sombra; e 11,3% de espécies nativas ameaçadas de extinção. Dada a relação do aumento do valor desses indicadores acima, com o avanço da sucessão e a sua pequena variação entre vegetações semelhantes, os mesmos indicam se uma área pode ser considerada recuperada [4, 20]. Os valores das proporções de espécies e indivíduos tolerantes à sombra, com dispersão zoocórica e ameaçados de extinção estiveram muito próximos ou acima do esperado para vegetações maduras, demonstrando que padrões da diversidade funcional foram recuperados no local de estudo.

As análises de dissimilaridade florística mostraram que o trecho de vegetação estudado está inserido no contexto dos fragmentos florestais do entorno. Dos cinco levantamentos comparados com o presente, três tiveram dissimilaridade menor do que 0,75, número a partir do qual duas comunidades são consideradas floristicamente semelhantes [53]. Dessa forma, os resultados apontam que as espécies nativas registradas são espécies provenientes do entorno e são representantes da diversidade vegetal local. As espécies nativas existentes no entorno encontraram condições para se estabelecerem na área, beneficiadas pela cobertura arbórea e demais condições edafo-climáticas-ecológicas proporcionadas pelas espécies exóticas introduzidas, para recompor a vegetação na área estudada e potencializar o processo de recuperação da função e estrutura da floresta ribeirinha.

5. CONCLUSÃO

A composição florística e padrões de diversidade são compatíveis com vegetações semelhantes consideradas maduras. As espécies exóticas inicialmente plantadas facilitaram a regeneração natural das espécies nativas da região, promovendo um incremento na biodiversidade da área. Todavia, visto que alguns elementos florísticos muito comuns da Floresta Estacional Semidecidual ainda estão ausentes e a área apresenta riqueza abaixo do esperado para vegetações maduras, conclui-se que a recuperação da estrutura ainda não foi totalmente alcançada. Embora, tenha sido possível constatar o efeito facilitador das espécies exóticas utilizadas no reflorestamento, essas ainda ocupam um espaço importante na comunidade, mesmo depois de 65 anos da sua introdução.

O uso de espécies exóticas na recomposição e recuperação de florestas ribeirinhas com fins de se restabelecer a cobertura florestal e a biodiversidade arbórea pode ser uma alternativa, mas requer monitoramento periódico e, caso seja detectado algum processo de invasão biológica, ações de manejo devem ser implementadas.

Causa preocupação a presença da espécie *Caryota urens* classificada como exótica invasora dominante, há indícios que esta espécie iniciou um processo de invasão biológica na área em questão, sendo necessário o manejo da sua população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Viani RAG, Durigan G, Melo ACG. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? *Ciência Florestal*. 2010 Jul-Set;20(3):533-552, dx.doi.org/10.5902/198050982067.
2. Assis GB, Sukanuma MS, Melo ACG, Durigan G. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de

- matas ciliares no estado de São Paulo (1957-2008). *Revista Árvore*. 2013;37(4):599-609, dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000400003.
3. Santilli C, Durigan G. Do alien species dominate plant communities undergoing restoration? A case study in the Brazilian savanna. *Scientia Forestalis*. 2014 Set;42(103):371-382.
 4. Suganuma MS, Assis GB, Durigan G. Changes in plant species composition and functional traits along the successional trajectory of a restored patch of Atlantic Forest. *Community Ecology*. 2014; 15(1):27-36, doi: 10.1556/ComEc.15.2014.1.3.
 5. Amazonas NT, Forrester DI, Silva CC, Almeida DRA, Rodrigues RR, Brancalion PHS. High diversity mixed plantations of *Eucalyptus* and native trees: An interface between production and restoration for the tropics. *Forest Ecology and Management*. 2018;417:247-256, doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.015.
 6. Moreira da Silva AP, Schweizer D, Marques HR, Teixeira AMC, Nascente dos Santos TVM, Sambuichi RHR, Badari CG, Gaudare U, Brancalion HS. Can current native tree seedling production and infrastructure meet an increasing forest restoration demand in Brazil? *Restoration Ecology*. 2017 Jul;25(4):509-515, doi:10.1111/rec.12470.
 7. Rejmanek M, Richardson DM, Pysek P. Plant invasions and invasibility of plant communities. In: Maarel E. van der (Ed.). *Vegetation ecology*. Oxford: Blackwell Publishing. 2005. p.332-355.
 8. Davis MA. *Invasion biology*. New York: Oxford, 2009. 259 p.
 9. Nascimento LM, Sampaio SBEV, Rodal MJN. Secondary succession in a fragmented Atlantic Forest landscape: evidence of structural and diversity convergence along a chronosequence. *Journal of Forest Research*. 2014 Dec;19(6):501-513, doi.org/10.1007/s10310-014-0441-6.
 10. Brasil. Lei Federal nº 12.651, de 25/maio/2012. Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. (acesso em: 30-VI-2018).
 11. Venzke TS, Neri AV, Cunha JF, Martins SV. Regeneração natural do estrato arbóreo-arbustivo sob talhão de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Viçosa, MG, Brasil. *Global Science and Technology*. 2012 Set/Dez;5(3):74-86.
 12. Souza FM, Batista JLF. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*. 2004 Apr;191(1-3):185-200.
 13. Bauhus J, Forrester DI, Gardiner B, Jactel H, Vallejo R, Pretzsch H. Ecological stability of mixed-species forests. In: Pretzsch H, Forrester DI, Bauhus J. (Orgs.). *Mixed-Species Forests, Ecology and Management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2017. p. 339-384.
 14. Global Invasive Species Programme. South America invaded: the growing danger of invasive alien species. Nairobi: The Global Invasive Species Programme; 2005. 80 p.
 15. Zanchetta D, Diniz F. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina - SP. *Revista do Instituto Florestal*. 2006 Dec;18:1-14.
 16. Scherer LM, Zucareli V, Zucareli CA, Fortes AMT. Efeito alelopático do extrato aquoso de folha e de fruto de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) sobre a germinação e crescimento de raiz da canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.). *Semina: Ciências Agrárias*. 2005 Abr-Jun, 26(2):161-166.
 17. Daehler CC. Performance Comparisons of Co-Occurring Native and Alien Invasive Plants: Implications for Conservation and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2003 Nov;34(1):183-211, doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132403.
 18. Maron M, Hobbs RJ, Moilanen A, Matthews JW, Christie K, Gardner TA, Keith DA, Lindenmayer DB, McAlpine CA. Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. *Biological Conservation*. 2012 Oct;155:141148, doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.003.
 19. Society for Ecological Restoration - SER - International Science and Policy Working Group. The SER primer in ecological restoration (Version 2). 2004. Disponível em: <www.ser.org>. (acesso em 18-I-2017).
 20. Sugauma MS, Assis GB, Melo ACG, Duriga G. Ecosistemas de referência para restauração de matas ciliares: existem padrões de biodiversidade, estrutura florestal e atributos funcionais? *Revista Árvore*. 2013; 37(5):835-847, dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000500006.
 21. Oliveira-Filho AT, Fontes MAL. Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*. 2000 Dec;32(4b):793-810, 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x
 22. Catharino ELM. Estudos fisionômicos, florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, SP. [Dissertação], Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1989. 189 p.
 23. Sparoveck G, Costa FPS. Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba-SP (1940-2000). *Caminhos de Geografia*. 2004 Out;5(13):65-88, 2004.
 24. Torrado PV, Sparoveck G. Mapa pedológico detalhado do campus "Luiz de Queiroz"-USP. Piracicaba: ESALQ/USP; 1993. Escala 1:10.000.
 25. Köppen W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica; 1948. 478p.

26. Rodrigues RR. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. Circular Técnica 189. Piracicaba: IPEF; 1999. 20 p.
27. Barretto AGOP, Giannotti M, Bernardes AS, Dourado-Neto D, Costa FPS, Vila Nova NA, Torrado PV. Atlas rural de Piracicaba. In: Barretto AGOP, Sparoveck G, Giannotti M. (Eds.). Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais; 2006. Capítulo, O meio físico; p. 11-29.
28. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2ª edição revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. 271 p.
29. Rodrigues RR. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF (Eds.). Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, FAPESP; 2001. p. 91-99.
30. Fidalgo O, Bononi VLR (Coord.). Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica; 1984. 62 p. (Manual, n. 4).
31. Angiosperm Phylogeny Group. APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of Linnean Society. 2016 Apr;161(1):105-121, doi.org/10.1111/boj.12385.
32. Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. (acesso em 07-07-2017).
33. Moro MF, Souza VC, Oliveira-Filho AT, Queiroz LP, Fraga CN, Rodal MJN, Araújo FS, Martins FR. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica*. 2012;26(4):991-999, dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000400029.
34. Nalon MA, Lima LMPP, Weingartner P, Souza CHS, Montagna RG, Lima I, Matsukuma CK, Pavão M, Kanashiro MM, Ywane MSS, Teodoro JR, Paschoal E. Sistema de informações florestais do Estado de São Paulo: base de dados georeferenciadas. 2010. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/creditos/>. (acesso em 19-IV-2017)
35. Lockwood L, Hoopes MF, Marchetti MP. *Invasion ecology*. Oxford: Blackwell Publishing; 2007. 301 p.
36. Durigan G, Ivanauskas NM, Zakia MJB, Abreu RCR. Control of invasive plants: ecological and socioeconomic criteria for the decision making process. *Natureza & Conservação*. 2013 Jul;11(1):23-30, dx.doi.org/10.4322/natcon.2013.003.
37. Zenni RD, Ziller SR. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 2011 Jul/Set;34(3):431-446.
38. Invasives Information Network – I3N BRASIL. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras. Florianópolis: Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Disponível em: <http://i3n.institutohorus.org.br>. (acesso em: 19-V-2017).
39. Invasive Species Compendium – CABI. Datasheets, maps, images, abstracts and full text on invasive species of the world. Wallingford: CAB International. Disponível em: www.cabi.org/isc. (acesso em: 19-V-2017).
40. Brancalion PHS, Gandolfi S, Rodrigues RR. *Restauração florestal*. São Paulo: Oficina de Textos; 2015. 429 p.
41. Grombone MT, Bernacci LC, Meira Neto JAA, Tamashiro JY, Leitão-Filho HF. Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia – Estado de São Paulo). *Acta Botanica Brasilica*. 1990 Dez;4(2):p. 47-64, dx.doi.org/10.1590/S0102-3306199000020000.
42. Gandolfi S. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP. [Dissertação] Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1991. 232 p.
43. Gandolfi S. História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). [Tese] Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2000. 520 p.
44. Dislich R, Cersósimo L, Mantovani W. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano – SP. *Revista Brasileira de Botânica*. 2001 Set;24(3):321-332, dx.doi.org/10.1590/S0100-84042001000300011
45. Bernacci LC, Franco GADC, Arbocz CF, Catharino ELM, Durigan G, Metzger JP. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da reserva do Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). *Revista do Instituto Florestal*. 2006 Dez;18:121-166.
46. Arzolla FARDP, Vilela FESP, Paula GCR, Shepherd, GJ. Regeneração natural em clareiras de origem antrópica na Serra da Cantareira, SP. *Revista do Instituto Florestal*. 2010 Jun;22(1):155-169.
47. Barretto EHP. Florestas climáticas da região metropolitana de São Paulo-SP: caracterização florística, estrutural e relações fitogeográficas. [Dissertação] São Paulo (SP): Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente; 2013. 157p.
48. Pijl L van der. *Principles of dispersal in higher plants*. 3 ed. Berlin and New York: Springer-Verlag; 1982. 214 p.
49. Mamede MCH, Souza VC, Prado J, Barros F, Wanderley MGL, Rando JG. *Livro vermelho das espécies*

- vegetais ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica, São Paulo; 2007. 165p.
50. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de extinção. Portaria nº 443, de 17/dez/2014, do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>. (acesso em: 18-V-2017).
 51. Martinelli G, Moraes MA. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2013. 1100 p.
 52. International Union for Conservation of Nature – IUCN. Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza. Disponível em: <http://iucnredlist.org>. (acesso em: 18-V-2017).
 53. Müller-Dombois H, Ellenberg D. Aims and methods of vegetation ecology. New York: Wiley; 1974. 547p.
 54. Magurran AE. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University; 1988. 179p.
 55. Gauch HG. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge: Cambridge University Press; 1982. 298p.
 56. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2017. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. (acesso em: 18-VI-2017).
 57. Durigan G, Franco GADC, Saito M, Baitello JB. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta da Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Revista Brasileira de Botânica*. 2000 Dec;23(4):371-383, dx.doi.org/10.1590/S0100-84042000000400003.
 58. Rodrigues RR, Nave AG. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP, FAPESP; 2001. p.45-71.
 59. Custódio-Filho A, Franco GADC, Dias AC. Composição florística da vegetação arbórea da floresta mesófila semidecídua da Estação Ecológica de Ibicatu, Piracicaba, SP. *Revista do Instituto Florestal*. 1994 Dez;6:99-111.
 60. Liebsch D, Marques CM, Goldenberg R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession, *Biological Conservation*. 2008 Jun;141(6):1717-1725, doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.013.
 61. Marques M, Silva S, Salino A. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 2003 Oct/Dec;17(4):495-506, dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000400002.
 62. Barbin HS. Estudo das transformações na conformação dos maciços arbóreos/arbustivos do Parque da ESALQ-USP, através de fotografias aéreas verticais e levantamentos florísticos de épocas distintas. [Dissertação] Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo; 1999. 94 p.
 63. Simberloff D, Von Holle B. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions*. 1999;1(1):21-32, doi.org/10.1023/A:1010086329619.
 64. Carneiro PHM, Rodrigues RR. Management of monospecific commercial reforestations for the forest restoration of native species with high diversity. In: Rodrigues RR, Martins SV, Gandolfi S (Eds.). *High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil*. New York: Nova Science Publishers; 2007. p.129-144.