

Diversidade de espécies arbóreas em diferentes bairros no Município de São Paulo/SP

Diversity of tree species in different neighborhoods in the Municipality of São Paulo/SP

Diversidad de especies arbóreas en diferentes barrios del Municipio de São Paulos/SP

Fernanda Oliveira da Silva

Bióloga, Brasil
fernanda.osilva@hc.fm.usp.br

Giuliana Del Nero Velasco

Pesquisadora Doutora, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil
velasco@ipt.br

Mariana Hortelani Carneseca Longo

Pesquisadora Mestre, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil
marihc@ipt.br

Raquel Dias de Aguiar Moraes Amaral

Pesquisadora Mestre, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil
raquel@ipt.br

RESUMO

As árvores exercem papel fundamental na qualidade ambiental e seus benefícios são indiscutíveis para a vida nas cidades. A expansão e crescimento urbanos sem fundamentação no planejamento arbóreo geram prejuízos na provisão desses serviços ambientais. O presente estudo teve como objetivo conhecer a composição florística e caracterizar a heterogeneidade e similaridade entre os indivíduos arbóreos de diferentes bairros do município de São Paulo. Os resultados indicaram alta similaridade de espécies entre bairros, conforme índice de Jaccard, e alta diversidade de espécies segundo índice de Shannon Weaver (H') para os sete bairros avaliados na cidade de São Paulo, SP. Analisar a diversidade arbórea na cidade e planejar novos plantios atentando-se para a manutenção equilibrada de árvores da mesma espécie, gênero e família é primordial quando se almeja um planejamento arbóreo coerente e que considera a restauração dos ecossistemas degradados.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade. Composição florística. Índices de diversidade.

ABSTRACT

Trees play a fundamental role in environmental quality and their benefits are indisputable for life in cities. Urban expansion and growth without foundations in arboreal planning generate losses in the provision of these environmental services. This study aimed to understand the floristic composition and characterize the heterogeneity and similarity between individual trees from different neighborhoods in the city of São Paulo. The results indicated high similarity of species between neighborhoods, according to the Jaccard index, and high species diversity according to the Shannon Weaver index (H') for the seven neighborhoods evaluated in the city of São Paulo, SP. Analyzing tree diversity in the city and planning new plantings, paying attention to the balanced maintenance of trees of the same species, genus and family is essential when a coherent arboreal planning that considers the restoration of degraded ecosystems is desired.

KEYWORDS: Biodiversity. Floristic composition. Diversity indices.

RESUMEN

Los árboles juegan un papel fundamental en la calidad ambiental y sus beneficios son indiscutibles para la vida en las ciudades. La expansión y el crecimiento urbano sin fundamentos en la planificación arbórea generan pérdidas en la prestación de estos servicios ambientales. Este estudio tuvo como objetivo comprender la composición florística y caracterizar la heterogeneidad y similitud entre árboles individuales de diferentes barrios de la ciudad de São Paulo. Los resultados indicaron alta similitud de especies entre barrios, según el índice Jaccard, y alta diversidad de especies según el índice Shannon Weaver (H') para los siete barrios evaluados en la ciudad de São Paulo, SP. Analizar la diversidad arbórea en la ciudad y planificar nuevas plantaciones, prestando atención al mantenimiento equilibrado de árboles de la misma especie, género y familia es fundamental cuando se desea una planificación arbórea coherente que considere la restauración de ecosistemas degradados.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad. Composición florística. Índices de diversidad.

1. INTRODUÇÃO

A arborização no meio urbano desempenha importante função para a população e para o ambiente, pois controla a poluição atmosférica e sonora, ameniza o clima reduzindo ou mesmo evitando ilhas de calor, contribui na redução da amplitude térmica, diminui o aquecimento local e os custos de refrigeração, auxilia na conservação da água, reduz a erosão, além de promover a biodiversidade, contribuir com a saúde psicológica e social dos habitantes e embelezar as cidades (MASCARÓ; MASCARÓ, 2005; ROPPA et al., 2007; NOWAK et al., 2008); tais benefícios são caracterizados como serviços ecossistêmicos.

O rápido crescimento urbano em detrimento a manutenção destes serviços ecossistêmicos providos pelo meio ambiente natural é uma das grandes preocupações abordadas por três das principais conferências ambientais, que são a de Diversidade Biológica, a de Mudança Climática e a de Desertificação, que destacaram que a restauração dos ecossistemas é uma ação importante para cumprir as metas dessas três conferências. Neste sentido, em 2019, na Assembleia Geral da ONU foi lançada a Década Mundial da Restauração dos Ecossistemas Degradados, a vigorar de 2021 a 2030, coincidindo com a Agenda 2030 ou dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, entre os quais constam as Cidades Sustentáveis.

Uma importante estratégia deste programa é possibilitar a redução dos impactos e ações que geram a degradação do meio ambiente, bem como propor diversas atividades para restaurar os ecossistemas já degradados. Isto demandará um grande programa de reflorestamento, que por extensão, servirá de estímulo para que os municípios cuidem de sua arborização urbana, visto que os espaços verdes em áreas urbanas e periurbanas devem ser considerados de grande relevância no planejamento e na gestão das cidades, uma vez que mitigam sérios impactos negativos decorrentes da degradação natural que os centros urbanos apresentam. A restauração por meio de plantio de árvores, incluindo a arborização urbana, é uma das soluções baseadas na natureza de maior importância, pois consegue oferecer soluções para a crise da biodiversidade, das mudanças climáticas e da poluição atmosférica, inerentes ao ambiente urbano (UNEP, 2021).

Como a cidade é considerada um ecossistema, é necessário ressaltar a importância da diversidade de espécies, independente da sua origem (nativa ou exótica), como aspecto benéfico ao ambiente urbano. Quanto maior o número de espécies presentes no ecossistema, maior é a capacidade de resistir às variações e de absorver impactos negativos, como a poluição e as adversidades climáticas, e menores são as possibilidades do surgimento de pragas e doenças que afetam a fauna e a flora (BIONDI; KISCHLAT 2006). Além disso, as áreas verdes urbanas devem promover a manutenção da biodiversidade que originalmente existia na região.

Há grande preocupação com a diversidade de espécies nas cidades (BIONDI; LEAL, 2008) por ser um dos atributos de qualificação da sustentabilidade da arborização urbana. A falta de diversidade arbórea pode acarretar muitos problemas para o planejamento e gestão da arborização, especialmente em relação à susceptibilidade a pragas e doenças, com forte propagação em caso de contaminações (GALLO; DOBBERT, 2019).

Segundo Moreno (2001), pode-se utilizar índices de diversidade para a análise de ecossistemas, tanto naturais quanto alterados, com a intenção de se encontrar padrões que sejam capazes de oferecer estimativas confiáveis de diversidade biológica. Os índices são indicadores de diversidade úteis na análise da riqueza e variedade da arborização, podendo ser usados nas decisões de manejo e planos diretores de arborização urbana (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005). Como exemplo, o Plano Municipal de Arborização Urbana da cidade de São Paulo utilizará diversos índices para avaliar a arborização urbana no município, como índices de Cobertura Arbórea de Área Foliar e índices de diversidade de espécies de mudas plantadas e de mudas oferecidas pelos viveiros (PMAU, 2020).

2. OBJETIVOS

A proteção dos recursos naturais nos ambientes urbanizados exerce um papel importante na conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos, melhorando a qualidade do ambiente e de vida da população (PINHEIRO; MARCELINO e MOURA, 2018). O objetivo do presente estudo foi conhecer a composição florística e caracterizar a heterogeneidade e similaridade entre os indivíduos arbóreos de diferentes bairros do município de São Paulo, por meio da aplicação dos índices de diversidade de espécies. Dessa forma, pretende-se ampliar a argumentação da importância da vegetação no meio urbano e da conservação da biodiversidade das espécies arbóreas, além de auxiliar na tomada de decisão para escolha de espécies prioritárias para ações de plantio e incremento da arborização urbana, contribuindo para o alcance da meta da Década Mundial da Restauração dos Ecossistemas Degradados, tornando a cidade mais sustentáveis, com espaços verdes de qualidade.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Município de São Paulo, localizado no Estado de São Paulo, região Sudeste do Brasil, que está dividido em 645 municípios, ocupando uma área de 248.219,481 Km². A cidade de São Paulo tem aproximadamente 12.252.023 habitantes, sendo considerada a maior cidade do País e também da América Latina (IBGE, 2010).

Para a análise da diversidade de espécies foram utilizadas informações do inventário contidas no Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas (SISGAU), da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, desenvolvido em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. As árvores avaliadas estavam em bolsões (unidades amostrais) de sete bairros do Município de São Paulo, distribuídos em cinco subprefeituras (Subprefeitura da Lapa, Subprefeitura de Santo Amaro, Subprefeitura de Pinheiros, Subprefeitura da Sé e Subprefeitura Vila Mariana) que representam a descentralização da unidade de gestão da cidade e possuem o papel de zeladoria urbana com a gestão e manejo da arborização urbana. Os bairros avaliados foram: Alto da Lapa, Alto da Boa Vista, Alto de Pinheiros, Cerqueira César, Paraíso, Pacaembu-Sumaré e Vila Nova Conceição, escolhidos por terem uma arborização antiga, histórico de quedas e uma quantidade expressiva de árvores.

A nomenclatura de cada espécie foi atualizada com base nos *websites* “Reflora-Plantas do Brasil”, administrado pelo Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro e “*The Plant List*”, administrado por *Royal Botanic Gardens, o Kew* e o *Missouri Botanical Garden* e outros colaboradores.

Para a análise de diversidade foi escolhido o índice de Shannon-Weaver (H'), que é apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade de interesse e considera as espécies com abundâncias diferentes, em intervalo variando de 1,5 e 3,5, sendo que valores acima de 4,0, em situações excepcionais, são consideradas amostras com alta diversidade (MARGALEF, 1983 apud LIMA, 2016). Para calcular esse índice foi utilizado o *software* DivES – Diversidade de Espécies versão 4.10 (RODRIGUES, 2020).

Para a comparação da arborização entre os bairros analisados, foi calculado o índice de similaridade de Jaccard, que expressa a semelhança entre ambientes, baseando-se no número de espécies comuns. A partir da presença (1) e ausência das espécies (0) em cada ambiente foi analisada a estimativa de similaridade florística entre os bairros, por meio do coeficiente de Jaccard, empregado no *software* PAST - *PAleontological STatistics* versão 4.01 (HAMMER et al., 2001).

4. RESULTADOS

Foram analisados os dados do inventário da arborização urbana de sete bairros do município de São Paulo, resultando em um total de 7.050 árvores cadastradas no SISGAU, compreendidas entre 20 famílias, 47 gêneros e 44 espécies, sendo 871 árvores não identificadas (12% do total de árvores) (**Tabela 1**).

A importância de se ter um inventário das árvores existentes na cidade antes de serem realizados novos plantios é uma estratégia recomendada, evitando o plantio de espécies já representadas em grande frequência na cidade.

Tabela 1 – Listagem florística das espécies arbóreas presentes nos sete bairros.

Família	Nome científico	Nome popular	Origem	Quantidade
Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	tipuana	Exótica	1.305
Fabaceae	<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	sibipiruna	Nativa	1.170
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	alfeneiro	Exótica	553
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.	ipê-amarelo	Nativa	439
Melastomataceae	<i>Pleroma granulatum</i> (Desr.) D. Don	quaresmeira	Nativa	387
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	figueira	Exótica	343
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	pata-de-vaca	Nativa	248
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	resedá	Exótica	208
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim-de-campinas	Nativa	199
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Benth.) L.P.Queiroz	pau-ferro	Nativa	171
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	jacarandá-mimoso	Exótica	170
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	espatodea	Exótica	160
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	flamboyant	Exótica	100
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	Nativa	91
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	grevilha	Exótica	77
Fabaceae	<i>Erythrina verna</i> Vell.	mulungu	Nativa	62
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	amora	Exótica	44
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira	Nativa	41
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba	Nativa	41
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	eucalipto	Exótica	40

Cidades Verdes

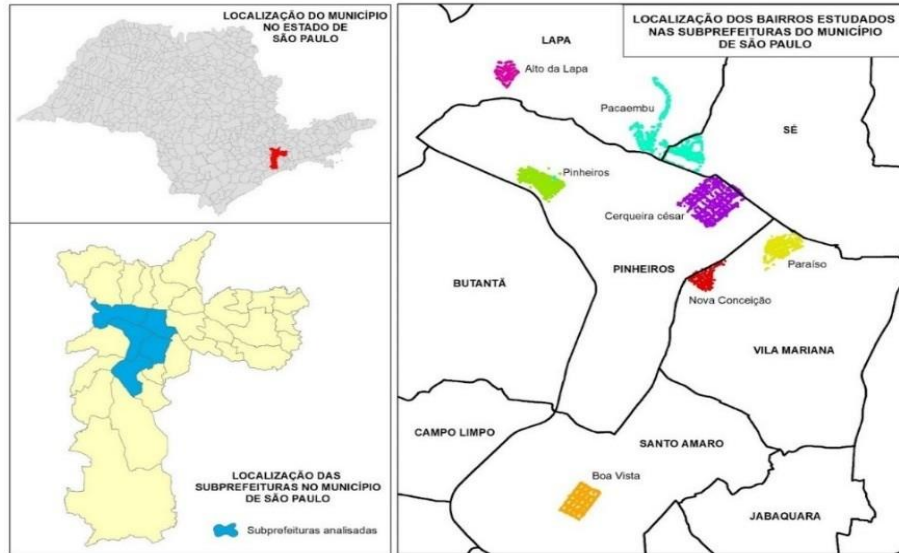
ISSN eletrônico 2317-8604, volume 11, número 29, 2023

Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	chapéu-de-sol	Exótica	37
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	abacate	Exótica	35
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	manga	Exótica	32
Moraceae	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	falsa-seringueira	Exótica	27
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-japonesa	Exótica	27
Melastomataceae	<i>Pleroma mutabile</i> (Vell.) Triana	manacá-da-serra	Nativa	25
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i> L.	plátano	Exótica	24
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	pinheiro	Exótica	16
Malvaceae	<i>Hybiscus rosa sinensis</i> L.	hibisco	Exótica	12
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucena	Exótica	11
Fabaceae	<i>Senna</i> sp.	cassia	Nativa	10
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	laranjeira/limoeiro	Exótica	10
Meliaceae	<i>Cedrales odorata</i> L.	cedro	Nativa	8
Fabaceae	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	Nativa	7
Anacardiaceae	<i>Brunfelsia</i> sp.	manacá-de-jardim	Nativa	7
Magnoliaceae	<i>Michelia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	magnólia-amarela	Exótica	7
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	jasmim-manga	Exótica	6
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim-bravo	Nativa	5
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaca	Exótica	5
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	cinamomo	Exótica	4
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro-do-paraná	Nativa	3
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	acácia	Exótica	3
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	chorão	Exótica	3
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	primavera	Nativa	2
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfad.	fruta-do-conde	Nativa	1
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne)	jatobá	Nativa	1
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	jabuticaba	Nativa	1
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> L.f.	caqui	Exótica	1
Não identificadas	(NI)	-	-	871
TOTAL				7.050

Fonte: Autores, 2021.

Fonte: Autores, 2021.

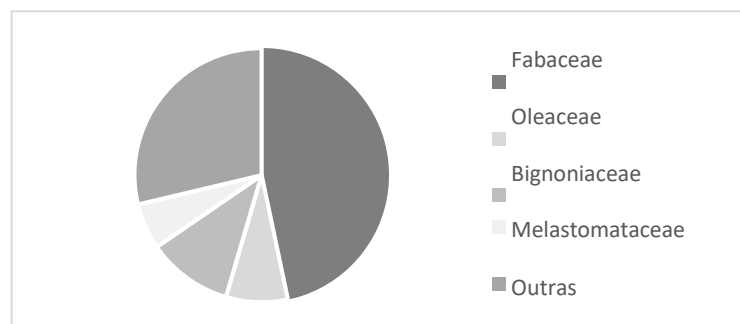
Figura 1 - Localização das árvores nos bairros do município de São Paulo.



Fonte: Autores, 2021. Legenda: árvores plotadas nos bairros - Rosa: Alto da Lapa; Laranja: Alto da Boa Vista; Roxo: Cerqueira César; Amarelo: Paraíso; Verde: Pinheiros; Azul: Pacaembu-Sumaré; Vermelho: Vila Nova Conceição.

A família que apresentou maior número de indivíduos foi a Fabaceae, com um total de 3.292 indivíduos arbóreos. Em destaque, a *Tipuana tipu*, espécie exótica, com 1.305 amostras. A segunda da mesma família, a *Cenostigma pluviosum* com 1.170 amostras, sendo uma espécie nativa do bioma da Mata Atlântica. As outras espécies arbóreas presentes variam em números de indivíduos, desde uma família com 553 indivíduos, como a família Oleaceae, até outra com apenas um indivíduo da família Annonaceae e Ebenaceae (**Figura 2**). No município de Rancharia/SP foi possível analisar os parâmetros em 9.984 indivíduos que foram identificadas em 150 espécies de 113 gêneros pertencentes a 49 famílias botânicas, deste total 90 (60%) são espécies exóticas e 60 (40%) são espécies nativas. Fabaceae foi a família que apresentou maior número de espécies (BRITO et al., 2015).

Figura 2 - Representação das cinco principais Famílias arbóreas.



Fonte: Autores, 2021.

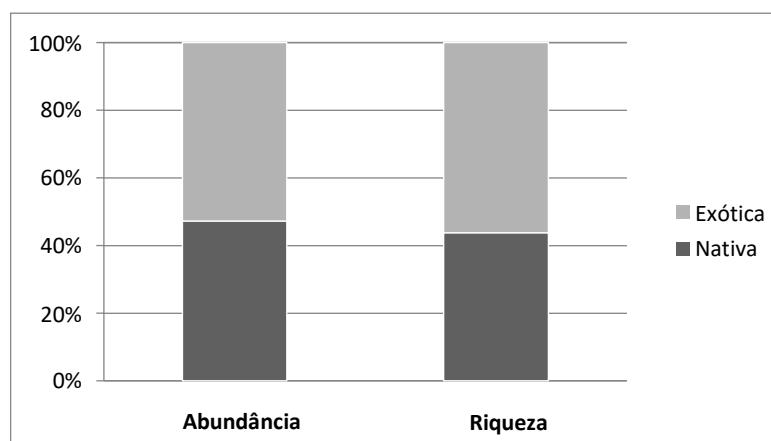
Entre as espécies arbóreas analisadas, a espécie com mais indivíduos foi *Tipuana tipu* representando 18,50% das árvores analisadas e 39,55% entre as espécies exóticas descritas. Essa espécie, por apresentar crescimento relativamente rápido e gerar copas elegantes, foi bastante utilizada pela arborização urbana na cidade de São Paulo, em passeios públicos, praças dos bairros, assim como nos sete bairros analisados. Essa grande ocorrência da mesma espécie é justificada por Brazolin (2009) que menciona que a empresa City Lapa foi responsável pelas primeiras mudas dessa espécie, fazendo o loteamento há cerca de 70-80 anos, em alguns bairros da cidade de São Paulo, como o Pacaembu.

Do total de árvores analisadas, a maioria é exótica, tanto em riqueza como em abundância (**Figura 3**).

Tais espécies não precisam necessariamente serem excluídas dos planejamentos da arborização urbana, sendo que alguns indivíduos arbóreos exóticos apresentam um bom desempenho em relação às espécies nativas (ROLOFF et al., 2009; CHALKER-SCOTT, 2015).

Quando a quantidade de espécies exóticas é muito grande, ultrapassando a de nativas, deve-se haver um cuidado para que não haja perda considerável de biodiversidade local, tanto vegetal, quanto animal. Acreditamos que é importante que priorizemos o plantio de espécies nativas, preferencialmente nativas regionais, que possuem uma fauna nativa associada e que naturalmente já seriam mais adaptadas à região. Outro cuidado importante é com exóticas que possam ter caráter invasor, comportamento que pode mudar de região para região. Exemplo é a palmeira exótica conhecida popularmente por seafórtia (*Archontophoenix cunninghamiana*) que tem hábito invasor na cidade de São Paulo (DISLICH, KISSER, PIVELLO, 2002; MATOS, PIVELLO, 2009) e está sendo suprimida de diferentes áreas verdes para evitar superpopulação, impedindo que espécies nativas se desenvolvam no local (BITENCOURT, PIVELLO, 2013; LAZZARO et al., 2019).

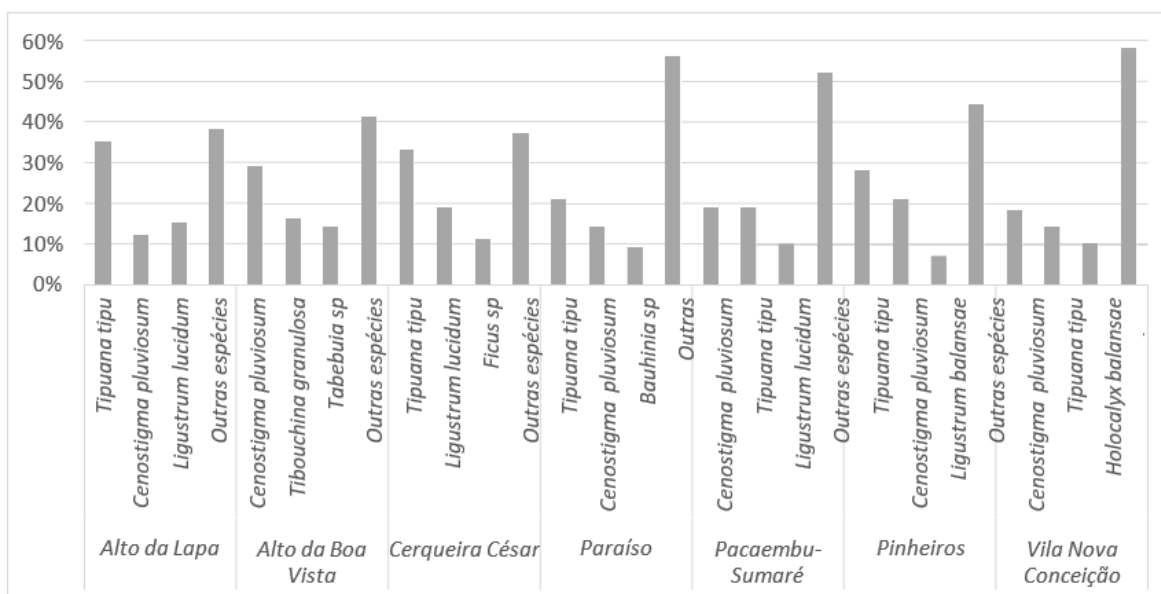
Figura 3 – Representatividade das espécies da arborização urbana, quanto à origem – nativa e exótica.



Fonte: Autores, 2021.

Para verificar a frequência relativa das espécies arbóreas nos bairros citados foi realizada uma análise retirando apenas as espécies não identificadas, conforme **Figura 4**.

Figura 4 – Frequência relativa de ocorrência das principais espécies arbóreas nos sete bairros selecionados.



Fonte: Autores, 2021.

Observou-se a predominância de três espécies arbóreas: *Tipuana tipu* (tipuana), *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna) e *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), na maioria dos bairros analisados. Essas espécies arbóreas alternam-se na distribuição entre os bairros, com exceção do bairro Alto da Boa Vista, onde as espécies mais frequentes foram: *C. pluviosum* (sibipiruna), *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) e *Tabebuia sp.* (ipê). No bolsão Vila Nova Conceição observou-se que *C. pluviosum* (sibipiruna), *T. granulosa* (quaresmeira) e *Holocalyx balansae* (alecrim-de-campinas) foram as espécies mais frequentes.

Para o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), primeiro foram analisados todos os bairros em conjunto, excluindo as espécies não identificadas. O resultado dessa análise foi de 3,90, considerado alto. Estudo como o de Paiva (2009), em pesquisa sobre aspectos da arborização urbana do Centro de Cosmópolis/SP, também diagnosticou o índice de Shannon-Weaver (H') alto, com índice no valor de 3,89. Bortoleto et al. (2007) em seu trabalho sobre arborização na estância turística de Águas de São Pedro-SP obteve índice de diversidade de Shannon-Weaver igual a 3,90, e para a Orla de Santos-SP com índice de 2,61, segundo Meneguetti (2003). O segundo resultado obtido do índice de Shannon-Weaver (H') foi para cada um dos bairros separadamente, presente na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') dos sete bairros analisados na cidade de São Paulo.

Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')						
Alto da Lapa	Alto da Boa Vista	Cerqueira César	Paraíso	Pacaembu-Sumaré	Alto de Pinheiros	Vila Nova Conceição
3,31	3,65	3,13	3,64	3,93	3,59	3,82

Fonte: Autores, 2021.

Os valores obtidos para a análise da diversidade da arborização urbana dos bairros são próximos, e a maioria está na média do indicado (3,58) pelo índice de Shannon-Weaver, apresentando uma boa diversidade de espécies arbóreas, segundo Paiva (2009). Os bairros que apresentaram valores menores, mas não considerados como baixos índices de diversidade, foram Cerqueira César (B3) com 3,13 e o bolsão do Alto da Lapa (B1) com 3,31. Apesar das diferenças de quantidade de indivíduos arbóreos inspecionados nos sete bairros, todos obtiveram resultados acima de 3,00 apresentando uma boa diversidade de espécies arbóreas nas diferentes áreas localizadas no município de São Paulo.

Embora o índice de Shannon-Weaver (H') demonstrou-se alto, o índice de diversidade de espécie nos sete bairros, se analisado em conjunto com as frequências das espécies arbóreas presente na **Tabela 2**, percebe-se que muitas espécies estão representadas por apenas 01 indivíduo, sendo discutível sua representatividade no cálculo do índice de diversidade. Isto ocorre, uma vez que este índice é sensível à abundância de espécies, pois considera o número de espécies e as espécies dominantes. O índice de Shannon-Weaver (H') considera o grau de uniformidade na abundância de espécies, com peso igual entre as espécies raras e abundantes. Embora os modelos de abundância de espécies descrevam a diversidade de maneira mais completa, os índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em para avaliar a composição da arborização urbana. Estes índices, como o de Shannon-Weaver e o de Simpson (C), levam em conta tanto a uniformidade (equitabilidade), quanto a riqueza de espécies, sendo chamados também de índices de heterogeneidade (índices de diversidade não-paramétricos). O aumento do número de espécies ou da uniformidade das abundâncias aumenta a diversidade (MAGURRAN, 2006). No entanto, o índice de Shannon-Weaver (H') dá maior peso a riqueza de espécies do que o índice de Simpson, que aplica peso diferente para as espécies raras. O índice de diversidade ecológica de Simpson (C) também leva em consideração a distribuição da abundância das espécies e é utilizado para expressar a uniformidade (equidade) da comunidade analisada, ou seja, é mais utilizado para indicar a dominância das espécies. No entanto, deve-se ter cautela

na avaliação da diversidade da arborização por meio desse índice, pois o resultado desse índice depende muito de como está composta a arborização das ruas analisadas. Pode haver elevada uniformidade entre as espécies, porém elas podem estar distribuídas de forma dispersa pelas unidades amostrais e, muitas vezes, correspondem a plantios voluntários que simplificam o efeito estético das árvores, diluindo-o (BOBROWSKI; BIONDI, 2016). Os autores ainda consideram que o controle da composição por meio de cenários de diversidade por meio do uso desse índice pode auxiliar na obtenção de valores ideais de uniformidade para comprimento de calçadas, número de ruas, de árvores e espécies específicas para um inventário da arborização de ruas (unidades de planejamento de menor escala de aplicação), o que permite afirmar com mais respaldo se a uniformidade observada é boa ou ruim. Como a unidade de análise da composição florística utilizada neste estudo foram os bairros, unidades de planejamento mais ampla, optou-se por utilizar o índice de Shannon-Weaver (H') para a análise da diversidade ecológica.

Segundo Santamour (2002), para a proteção máxima contra a devastação de novas ou antigas pragas e surtos, a arborização urbana deve conter não mais do que 10% da mesma espécie, 20% do mesmo gênero e 30% da mesma família. Esse fato não ocorre no estudo presente, pois as frequências obtidas das espécies apresentaram bairros com mais de 10% da mesma espécie, ultrapassando o valor recomendado do plantio de espécie, como a espécie exótica *Tipuana tipu* com 34,6% de frequência no bairro Alto da Lapa e 33% em Cerqueira César (**Figura 4**). Nesse mesmo bairro, mais de 60% da frequência de espécies estava representada por apenas 03 espécies. Essa proporção também não é alcançada mesmo se analisar pelo total de árvores nos sete bairros.

Em uma escala de bairro ou cidade, caso haja a ocorrência de uma praga ou doença que ataque e provoque a morte dessa espécie que está em quantidade excessiva, possivelmente haverá perda significativa do total de árvores no local em um curto espaço de tempo. Por ter baixa diversidade de espécies de árvores, provavelmente teríamos também baixa diversidade de inimigos naturais e predadores para controle dessas pragas. Perder parte do patrimônio arbóreo em um curto espaço de tempo causa mudanças significativas na paisagem, alteração no microclima e no regime de chuvas e ventos. Reforça-se, assim, a importância da diversidade de espécies na escala de bairro e cidade.

Já em uma escala de rua (ou de quarteirão ou quarteirões) a repetição de uma mesma espécie é indicada para que se tenha uma homogeneidade visual e uma facilidade de manejo, como poda.

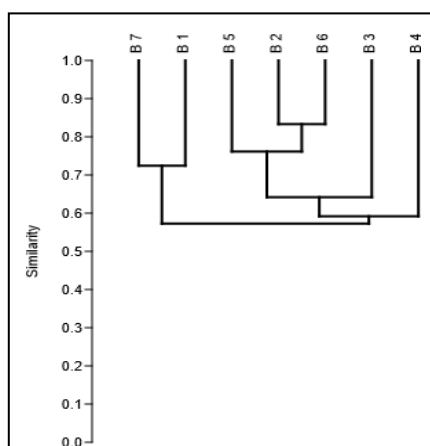
O segundo índice de diversidade aplicado foi o índice de similaridade de Jaccard, para verificar a semelhança de espécies presentes entre os sete bairros citados, resultando em uma matriz binária de similaridade, apresentado na **Tabela 3** e um dendrograma representativo realizado no software *PAST - PAleontological STatistics* versão 4.01, o algoritmo de média não ponderada de grupos de pares (UPGMA), o algoritmo de ligação única (vizinho mais próximo) e método de Ward (HAMMER et al., 2001). Presente na **Figura 5**.

Tabela 3 – Matriz binária de similaridade entre as sete áreas: B1 – Alto da Lapa; B2 – Alto da Boa Vista; B3 – Cerqueira César; B4 – Paraíso; B5 – Pacaembu-Sumaré; B6 – Alto de Pinheiros; B7 – Vila Nova Conceição.

	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
B 1	1,00						
B 2	0,62	1,00					
B 3	0,56	0,64	1,00				
B 4	0,63	0,66	0,51	1,00			
B 5	0,55	0,73	0,65	0,59	1,00		
B 6	0,61	0,83	0,63	0,61	0,80	1,00	
B 7	0,72	0,53	0,59	0,52	0,58	0,56	1,00

Fonte: Autores, 2021.

Figura 5 – Dendrograma representativo da análise de similaridade entre os sete bairros B1 - Alto da Lapa; B2 - Alto da Boa Vista; B3 - Cerqueira César; B4 - Paraíso; B5 - Pacaembu-Sumaré; B6 - Alto de Pinheiros; B7 - Vila Nova Conceição.



Fonte: Autores: 2021.

A similaridade entre as áreas foi alta, considerando que para que duas áreas sejam similares devam apresentar no mínimo um valor de 25% no índice de similaridade (MULLER DUMBOIS, 1974 *apud* ROSSATO, 2008). Como apresentado na **Tabela 3**, os resultados do coeficiente de Jaccard são relativamente altos e refletem a baixa diferenciação entre os sete bairros quanto à composição de espécies, visto que em todas as áreas existe pelo menos uma espécie compartilhada com as demais.

A partir da representação simplificada pelo dendrograma presente na **Figura 5**, distingue-se a formação de dois grupos distintos. O primeiro grupo agrega cinco bairros, sendo B2 – Alto da Boa Vista e B6 – Alto de Pinheiros, são os bairros mais semelhantes, com 0,83, e a formação de outro grupo, considerado grupo externo formado por B1 – Alto da Lapa e B7- Vila Nova Conceição com 0,72. Souza et al. (2011), ao avaliarem 22 praças de Aracaju também encontraram alta similaridade florística, com valores de até 0,66. Por outro lado, Kramer e Kupek (2012) analisaram 7 praças na cidade de Guarapuava no Estado do Paraná e encontraram valores baixos de similaridades entre 0,11 e 0,37, o que mostra alta diferenciação entre as praças quanto à composição de espécies.

5. CONCLUSÃO

Os sete bairros avaliados na cidade de São Paulo têm alta similaridade de espécies entre bairros, conforme índice de Jaccard e alta diversidade de espécies conforme índice de Shannon Weaver (H'). Embora o índice de Shannon Weaver (H') tenha gerado valores altos, seu resultado é discutível ao compararmos a frequência de espécies, visto que a maioria dos bairros é composta por uma alta quantidade de exemplares de uma única espécie arbórea.

A discussão deve ser feita em relação à grande quantidade de espécies exóticas. É importante atentar que, além de uma espécie cumprir um papel estético, também deve cumprir papel funcional, promovendo serviços ambientais e interações com a fauna nativa, o que muitas vezes o uso de espécies exóticas põe em risco.

Estudos como o presente contribuem para uma análise de diversidade arbórea em cidades auxiliando os gestores públicos no planejamento de novos plantios idealizando a arborização que se deseja para um futuro, projetando a distribuição das espécies ao longo de ruas e avenidas, o uso de espécies nativas regionais, o maior uso de espécies que têm um bom desempenho no local mas que estão com baixa frequência, atentando sempre para se manter uma quantidade equilibrada de árvores da mesma espécie, gênero e família.

6. REFERÊNCIAS

- BIONDI, Daniela.; LEAL, Luciana. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha, Curitiba/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, SP, v. 3, n. 2, p. 20-36, 2008.
- BIONDI, Daniela.; KISCHLAT, Everton. A vegetação urbana e a biodiversidade. **Diálogo**, Canoas, n. 1, p. 155-168, 2006.
- BITENCOURT, A. C. C.; PIVELLO, V. Teste de herbicidas para o manejo da palmeira invasora *Archontophoenix cunninghamiana* na reserva florestal da Cidade Universitária (USP – São Paulo). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, XI, 2013, Porto Seguro. Anais. Porto Seguro: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2013. Versão eletrônica.
- BOBROWSKI, Rogerio; BIONDI, Daniela. Comportamento de Índices de Diversidade na Composição da Arborização de Ruas. **Floresta Ambiente**. Seropédica, v. 23, n 4, p. 475-486, 2016.
- BORTOLETO, Silvana; DA SILVA FILHO, Demóstenes F.; SOUZA, Vinícius C.; FERREIRA, Marcelo A.P.; POLIZEL, Jefferson L.; RIBEIRO, Roberval C.S. Composição e distribuição da arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.2, n.3, p. 32-46, 2007.
- BRAZOLIN, Sérgio. **Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP**. 2009. 265 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Florestais, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
- BRITO, Lucilene de et al. Espécies exóticas na arborização viária do município de Rancharia - SP. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, Presidente Prudente - SP, v. 6, n. 3, p. 69-74, 2015.
- CHALKER-SCOTT, Linda. Nonnative, noninvasive woody species can enhance urban landscape biodiversity. **Arboriculture and Urban Forestry**, v. 41, n. 4, p. 173-186, 2015.
- DISLICH, Ricardo; KISSER, Nabor; PIVELLO, Vânia R.. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Revista Brasil**, [s. l], p. 55-64, mar. 2002.
- GALLO, Douglas; DOBBERT, Léa Yamaguchi. Arborização Urbana em Registro/SP: Leitura e Percepções Ambientais. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, São Paulo, v. 7, n. 15, p. 1-13, 2019.
- HAMMER, Øyvind; HARPER, David A.T.; PAUL D. Ryan. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9pp., 2001.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- KRAMER, João Alberto; KRUIPEK, Rogério Antonio. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças

públicas do município de Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 647-658, 2012.

LAZZARO, Luiza Gonçalves; BARROS, Ana Beatriz da Silva Cunha de; ESTEVES, Rejane; SOUZA, Silvana Cristina Pereira Muniz de; IVANAUSKAS, Natália Macedo. Técnicas para controle químico de palmeiras invasoras em Unidade de Conservação na região metropolitana de São Paulo. *Biotemas*, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 55-70, 3 jun. 2019. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p55>.

LIMA, Mauro Sergio Cruz Souza; SOUZA, Carlos Albertos dos Santos; PEDERASSI, Jonas. Qual Índice de Diversidade Usar? **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 30, p. 129-138, 2016.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Maldem, MA: Blackwell Publishing, 2006.

MASCARÓ, Lúcia Raffo; MASCARÓ, Juan Luis. **Vegetação urbana**. 2.ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, Porto Alegre, 2005.

MENEGHETTI, Gabriela Ignarra Pedreira. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP**. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Recursos Florestais, Piracicaba, 2003.

MATOS, Dalva M. Silva and PIVELLO, Vânia R..O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. *Cienc. Cult.* [online]. 2009, vol.61, n.1, pp.27-30. ISSN 0009-6725.

MORENO, Claudia E. **Métodos para medir la biodiversidad**. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España, 2001.

NOWAK, David J.; WALTON, Jeffrey T.; STEVENS, Jack C.; CRANE, Daniel E.; HOEHN, Robert E. Effect of plot and sample size on timing and precision of Urban Forest Assessments. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, IL, v. 34, n. 06, p.386-390, 2008.

PAIVA, Ary Vieira. Aspectos da arborização urbana do centro de Cosmópolis - SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, 2009.

PMAU – PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Plano Diretor estratégico do Município de São Paulo**, 2020.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues. Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 49, p. 1-22, 2018.

Reflora - Herbario Virtual. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em 11/8/2022

RODRIGUES, William C., 2020. **Diversidade de Shannon-Wiener. DivEs - Diversidade de Espécies v.4.11** (AntSoft Systems On Demand) - Guia do Usuário.

ROPPA, Cristiane; FALKENBERG, Jaiane R.; STANGERLIN, Diego M.; BRUN, Flávia G. K.; BRUN, Eleandro J.; LONGHI, Solon J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia - Bairro Camobi, Santa Maria - RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 2, n. 2, p. 11-30, 2007.

ROSSATTO, Davi Rodrigo; TSUBOY, Marcela Stefanini Ferreira; FREI, Fernando. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: Uma abordagem quantitativa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, p. 1-16, 2008.

ROLOFF, Andreas, KORN, Sandra, GILLNER, Sten, 2009. The climate-species-matrix to select tree species for urban habitats considering climate change. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 8, n. 4, p. 295-308.

SANTAMOUR, Frank, Jr. **Trees for urban planting: Diversity uniformity, and common sense, U.S.** National Arboretum Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 2002.

SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da; BORTOLETO, Silvana. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo de arborização viária de águas de São Pedro - SP. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 973-981, 2005.

SOUZA, Anderson Linhares de. DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DA ARBORIZAÇÃO DAS PRAÇAS DE ARACAJU, SE1. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, Viçosa, Minas Gerais, p. 1253-1263, 31 out. 2011