



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ANA BEATRIZ DOS SANTOS LAVRATTI ZANON

**ARBORIZAÇÃO NATIVA NAS ÁREAS URBANIZADAS DE PALMAS-TO E SUA
RELAÇÃO COM OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS**

Palmas/TO
2025

Ana Beatriz dos Santos Lavratti Zanon

Arborização Nativa nas Áreas Urbanizadas de Palmas-TO e sua Relação com os Serviços Ecossistêmicos

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Arborização Nativa nas Áreas Urbanizadas de Palmas - TO e sua relação com os Serviços Ecossistêmicos e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Renato Torres Pinheiro

Palmas/TO
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- Z33a Zanon, Ana Beatriz dos Santos Lavratti.
Arborização Nativa nas Áreas Urbanizadas de Palmas-TO e sua Relação com os Serviços Ecossistêmicos. / Ana Beatriz dos Santos Lavratti Zanon. – Palmas, TO, 2025.
73 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2025.
Orientador: Renato Torres Pinheiro

1. Arborização Urbana. 2. Cerrado. 3. Espécies Nativas. 4. Serviços Ecossistêmicos. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANA BEATRIZ DOS SANTOS LAVRATTI ZANON

**ARBORIZAÇÃO NATIVA NAS ÁREAS URBANIZADAS DE PALMAS-TO E SUA
RELAÇÃO COM OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Engenheira Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 19 /11 /2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Renato Torres Pinheiro, UFT.

__Prof^a Dra. Poliana Gomes de Lima Araújo, UFT.

Prof. Dr. Fernan Enrique Vergara Figueroa, UFT.

Palmas - TO
2025

À Deus, que sempre me permitiu chegar até aqui e aos meus pais, que muito lutaram para não me deixar faltar nada, sempre me proporcionando o que há de melhor para a realização de mais esse sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, força e fé para superar os desafios e permanecer firme nesta caminhada, iluminando meu caminho e abençoando cada conquista.

À Universidade, pela oportunidade de cursar Engenharia Ambiental, pela estrutura oferecida e pelos professores dedicados, desde os mais exigentes até os mais descontraídos que, com suas diferentes formas de ensinar, contribuíram de maneira significativa para minha formação pessoal e profissional.

Ao meu orientador, professor Renato Torres Pinheiro, por sua paciência, disponibilidade e dedicação em compartilhar conhecimento, orientando-me com sabedoria e entusiasmo.

Aos professores da banca examinadora, Poliana Gomes de Lima Araújo e Fernan Enrique Vergara Figueroa, pela atenção, pelas valiosas contribuições e pelo comprometimento em aprimorar este trabalho.

À Comunidade Quilombola Morro de São João, da qual faço parte, pela oportunidade, apoio e incentivo que me possibilitaram ingressar e permanecer na universidade.

Aos meus pais, Josilene M. Lavratti e Rogério L. Zanon, que mesmo à distância sempre lutaram incansavelmente para me proporcionar o melhor, me assegurando educação, valores e garantindo que nada iria me faltar. Ao meu irmão, Luiz Fernando Zanon, pelo incentivo e torcida constante.

À Kauany Lopes, por todo carinho, paciência e companheirismo, e por me inspirar com seu jeito leve e único durante os momentos mais desafiadores desta jornada.

Aos colegas de curso e grandes amigos, em especial Mayelle Oliveira, Mariana Soares e Junio Sílvio, por todas as conversas, risadas, conselhos e apoio mútuo ao longo dessa trajetória, cada um teve papel essencial na minha caminhada.

Aos meus amigos e familiares de Silvanópolis-TO, cujo apoio e presença foram fundamentais para que eu enfrentasse esta etapa com equilíbrio, leveza e motivação.

Por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada, o meu mais sincero muito obrigada. Sou imensamente grata por cada gesto de apoio, aprendizado e incentivo que me trouxe até aqui!

RESUMO

O presente trabalho analisa a contribuição das espécies nativas do Cerrado para a provisão de serviços ecossistêmicos urbanos em 33 quadras selecionadas na cidade de Palmas – TO, destacando sua importância para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar da população. Trata-se de um estudo de análise e ranqueamento funcional de espécies arbóreas com base em critérios ecológicos, estruturais e de origem geográfica. A metodologia consistiu na aplicação de um método de pontuação multicritério, que avaliou 180 espécies quanto aos serviços de regulação, provisão e cultural, considerando também a origem geográfica como fator de influência sobre o desempenho ecológico. As pontuações variaram de 5 a 16 pontos, permitindo a classificação das espécies em faixas de alto, médio e baixo desempenho. Os resultados indicaram que 54,4% das espécies são nativas do Cerrado, as quais apresentaram as maiores médias de pontuação, destacando-se *Caryocar brasiliense* Cambess (Pequi), *Spondias mombin* L. (Cajá), *Dipteryx alata* Vogel (Baru) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá). As espécies brasileiras exóticas do Cerrado demonstraram desempenho intermediário, enquanto as exóticas estrangeiras apresentaram os menores valores médios, evidenciando menor eficiência ecológica e adaptativa. Conclui-se que a valorização e priorização das espécies nativas são fundamentais para o planejamento e manejo da arborização urbana, contribuindo para o fortalecimento da identidade ecológica local, resiliência climática e eficiência dos serviços ambientais.

Palavras-chaves: Arborização urbana. Cerrado. Espécies nativas. Serviços ecossistêmicos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study analyzes the contribution of native Cerrado species to the provision of urban ecosystem services in selected blocks of the city of Palmas, Tocantins, highlighting their importance for environmental sustainability and the well-being of the population. It is a functional analysis and ranking study of tree species based on ecological, structural, and geographic origin criteria. The methodology consisted of applying a multi-criteria scoring method that evaluated 180 species regarding regulation and provision services, also considering geographical origin as a factor influencing ecological performance. The scores ranged from 5 to 16 points, allowing species to be classified into high, medium, and low-performance categories. The results showed that 54.4% of the species are native to the Cerrado, which achieved the highest average scores, with emphasis on *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi), *Spondias mombin* L. (Cajá), *Dipteryx alata* Vogel (Baru), and *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá). The Brazilian exotic Cerrado species demonstrated intermediate performance, while the foreign exotic species presented the lowest average values, showing lower ecological efficiency and adaptability. It is concluded that the valorization and prioritization of native species are essential for the planning and management of urban afforestation, contributing to the strengthening of local ecological identity, climate resilience, and the effectiveness of environmental services.

Key-words: urban afforestation. Cerrado. native species. ecosystem services. sustainability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema do Plano Diretor de Palmas - TO, evidenciando as quadras residenciais amostradas.....	20
Figura 2 - Classificação Geral das espécies.....	29
Figura 3- Percentual da origem Geográfica Geral.....	30
Figura 4- Classificação do Serviço de Regulação.....	32
Figura 5 - Classificação do Serviço de Provisão.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontuação e ranqueamento de espécies arbóreas para a provisão de serviços ecossistêmicos.....	21
Tabela 2 - Tabela geral de pontuação das espécies avaliadas quanto aos serviços ecossistêmicos e origem geográfica.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFT	Universidade Federal do Tocantins
NatCe	Nativas do Cerrado
BraExoEst	Brasileira Exótica Estrangeira
ExoEst	Exótica Estrangeira

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Hipótese	13
1.2 Delimitação de Escopo	14
1.3 Justificativa	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 METODOLOGIA	17
3.1 Área de Estudo	17
3.2 Métodos	18
3.3 Classificação e ranqueamento das espécies arbóreas:	19
3.4 Definição dos atributos utilizados na classificação	20
3.5 Mecanismos de Manejo com Base nos Resultados	22
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
4.1 Importância da Arborização Urbana	23
4.2 Arborização Urbana e Serviços Ecossistêmicos	23
4.3 Arborização de Palmas	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1 Análise da Classificação Geral	27
5.2 Análise percentual da Origem Geográfica	59
5.4 Serviços de Provisão	64
5.5 Limitações e perspectivas futuras	67
6 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana é um elemento essencial da infraestrutura verde das cidades, desempenhando um papel fundamental na prestação de serviços ecossistêmicos que são indispensáveis para o bem-estar humano. É importante notar que as árvores desempenham várias funções essenciais na atmosfera, além da redução da temperatura, as árvores sequestram carbono, reduzem a poluição atmosférica, agem como retardador na corrente das águas pluviais, melhoram a qualidade da vida humana e propiciam resiliência como em desastres naturais, fornecendo alimento e água, aumentam o valor das propriedades e o consumo de menos energia (Morgenroth *et al.*, 2015). Portanto, a presença de áreas verdes é essencial tanto nas grandes cidades quanto em pequenas áreas urbanas (Muñoz e Freitas, 2017).

A capital do Tocantins, Palmas, apesar do seu pouco tempo de implantação, foi concebida com forte ênfase na preservação ambiental, integrando a bacia hidrográfica e as matas ciliares como elementos centrais do planejamento urbano. O uso inteligente das características naturais do terreno facilita a instalação de infraestrutura essencial, minimizando o impacto ambiental e garantindo a expansão da cidade de maneira sustentável (Teixeira, 2009). No entanto, desde o início da sua construção em 1989, nota-se a supressão parcial ou total de extensas áreas de vegetação nativa e a implantação de espécies arbóreas exóticas ao cerrado, inclusive nas áreas verdes das quadras urbanizadas (Adorno & Figuera e Ribeiro & Pinheiro, 2022).

Na medida em que o crescimento da população urbana acontece, impactos como a destruição de córregos, o corte da vegetação de encostas e a ocupação de áreas naturais, se tornam um desafio ambiental e de gestão em decorrência da demanda pela habitação urbana, infraestrutura, saneamento básico e afins (Lima *et al.*, 2019). O aumento da urbanização e construções de infraestruturas alteram e manipulam diretamente o equilíbrio dos ecossistemas naturais. As recompensas dos benefícios da natureza, causadas pela ação humana, já foram observadas nas antigas civilizações, evidenciando a dependência social dos ecossistemas naturais (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Assim a retirada e a substituição da vegetação nativa têm um impacto negativo na biodiversidade local, contribuindo para a extinção de espécies e a homogeneização biótica (Mckinney, 2005).

Com isso, oriundo desses impactos, os serviços ecossistêmicos também são comprometidos. Serviços ecossistêmicos são benefícios diretos e indiretos que os seres humanos adquirem do funcionamento dos ecossistemas, como a purificação do ar, a regulação

climática, a retenção de partículas poluentes, a proteção contra ventos e chuvas e a conservação da biodiversidade. Em ambientes urbanos, esses serviços são essenciais para mitigar os impactos negativos da urbanização (Muñoz e Freitas, 2017). Não menos importante, existem os serviços ambientais, que se diferem dos serviços ecossistêmicos pois consistem em ações humanas, como reflorestamento e restauração de áreas degradadas com o objetivo de manter ou melhorar esses serviços fornecidos pela natureza (Folharini e Oliveira, 2020).

Nesse sentido, em Palmas, as espécies nativas do Cerrado representam 51,28% dos indivíduos arbóreos amostrados e são mais frequentes nas áreas verdes do que nas ruas, onde contribuem efetivamente com os serviços ecossistêmicos e com um melhor microclima urbano (Pinheiro *et al.*, 2020) As arborizações com espécies nativas favorecem na promoção da diversidade de espécies, além de fornecer suporte à fauna local, sendo mais adequadas para o bioma Cerrado, garantindo a resiliência dos ecossistemas em ambientes urbanos (Pinheiro *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, o presente estudo busca analisar a relação entre a arborização nativa nas áreas urbanizadas de Palmas – TO e os serviços ecossistêmicos fornecidos por essas espécies. Além disso, é proposto a este trabalho preencher essa lacuna pelo método de ranqueamento multicritério, que irá analisar a contribuição de cada espécie nativa para os serviços ecossistêmicos. Os resultados obtidos permitirão a elaboração de propostas concretas para o manejo e a preservação dessas espécies, contribuindo para a sustentabilidade e resiliência urbana de Palmas.

1.1 Hipótese

A solução proposta neste trabalho é a criação de um sistema de ranqueamento multicritério para as espécies arbóreas nativas do Cerrado em algumas quadras urbanizadas de Palmas a partir de uma revisão bibliográfica e da análise de dados já existentes. A hipótese central é que, ao classificar e ranquear essas espécies com base em sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos, é possível identificar aquelas que mais contribuem para a sustentabilidade e o bem estar da população. Neste sentido, as espécies nativas do Cerrado, por estarem associadas ao clima, solo e ao processo evolutivo regional estarão, de uma maneira geral, mais bem ranqueadas, quando comparadas a espécies com centro de distribuição em outros biomas brasileiros ou as espécies estrangeiras introduzidas localmente.

1.2 Delimitação de Escopo

Este trabalho se limita a uma revisão bibliográfica e a uma análise multicritério para ranquear as espécies arbóreas nativas presentes na amostra de 33 quadras residenciais de Palmas. A pesquisa não inclui a coleta de dados em campo, mas se baseia em dados já publicados e disponíveis na literatura científica e em documentos oficiais. O ranqueamento e a classificação das espécies foram realizados com base em categorias de serviços ecossistêmicos definidos na metodologia. O trabalho não abrange uma análise da viabilidade de plantio ou o custo de manutenção das espécies.

1.3 Justificativa

A arborização urbana é um fator primordial para a qualidade de vida nas cidades, com benefícios que abrangem as esferas social, econômica, ecológica e cultural. No entanto, seu planejamento tem sido executado de forma inadequada devido à escassez de informações no uso intensivo de espécies exóticas em detrimento das nativas. Este cenário complexo, agravado pelo fato de que o maior desafio atual é a busca pela valorização da flora local, evidencia uma lacuna na pesquisa sobre o comportamento e a adaptação de espécies nativas ao ambiente urbano (Alves *et al.*, 2023).

Os serviços ecossistêmicos são essenciais para o bem-estar humano, pois incluem a melhoria da qualidade do ar, o sequestro de carbono, a redução do escoamento de águas pluviais, o fornecimento de sombra e a diminuição do efeito de ilhas de calor. Além disso, pesquisas em percepção ambiental evidenciam que a população reconhece amplamente esses benefícios: em São Joaquim (SC), por exemplo, mais de 90% dos moradores discordaram da ideia de que investir em arborização seria desperdício de dinheiro público, reforçando que há apoio social para políticas de manejo e plantio (Coelho *et al.*, 2019). Isso demonstra que a relevância social deste estudo é consolidada e que a comunidade se mostra favorável ao investimento público em florestas urbanas, ampliando a viabilidade de soluções que priorizem as espécies nativas.

A arborização urbana revela-se cada vez mais indispensável diante da expansão das cidades e dos impactos ambientais decorrentes, constituindo-se como estratégia essencial para a promoção do bem-estar humano e para a eficiência no manejo das áreas verdes. No caso de

Palmas-TO, uma das capitais mais jovens do Brasil, o Plano de Arborização Urbana (2016) identificou tanto potencial quanto desafios: apesar da riqueza da flora regional e do reconhecimento da importância da biodiversidade, a cidade apresenta déficit significativo de indivíduos arbóreos, presença de espécies exóticas, áreas desprovidas de vegetação e problemas de manejo.

Este estudo concentra-se especificamente na análise da contribuição das espécies nativas para a provisão de serviços ecossistêmicos, considerando a realidade socioambiental da cidade de Palmas, a capital mais jovem do país e que ainda se encontra em fase de expansão e consolidação urbana.

Dessa forma, a pesquisa se justifica por oferecer uma ferramenta que não apenas valoriza as espécies nativas, mas também visa subsidiar um planejamento urbano que priorize a provisão desses benefícios, alinhando as necessidades da comunidade com o potencial ecológico da flora local.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a contribuição das árvores nativas do Plano Diretor Urbano de Palmas - TO para o provimento de serviços ecossistêmicos a partir da análise de classificação e ranqueamento das espécies, destacando sua importância na manutenção da integridade ecológica e no bem-estar da população.

2.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar uma lista detalhada das espécies nativas presentes no Plano Diretor urbano de Palmas - TO, baseada na literatura existente
2. Classificar as espécies arbóreas nativas referentes aos serviços ecossistêmicos de regulação, provisão e culturais com base em critérios relacionados a cada serviço;
3. Ranquear as espécies nativas referentes aos serviços ecossistêmicos baseado no somatório dos critérios.

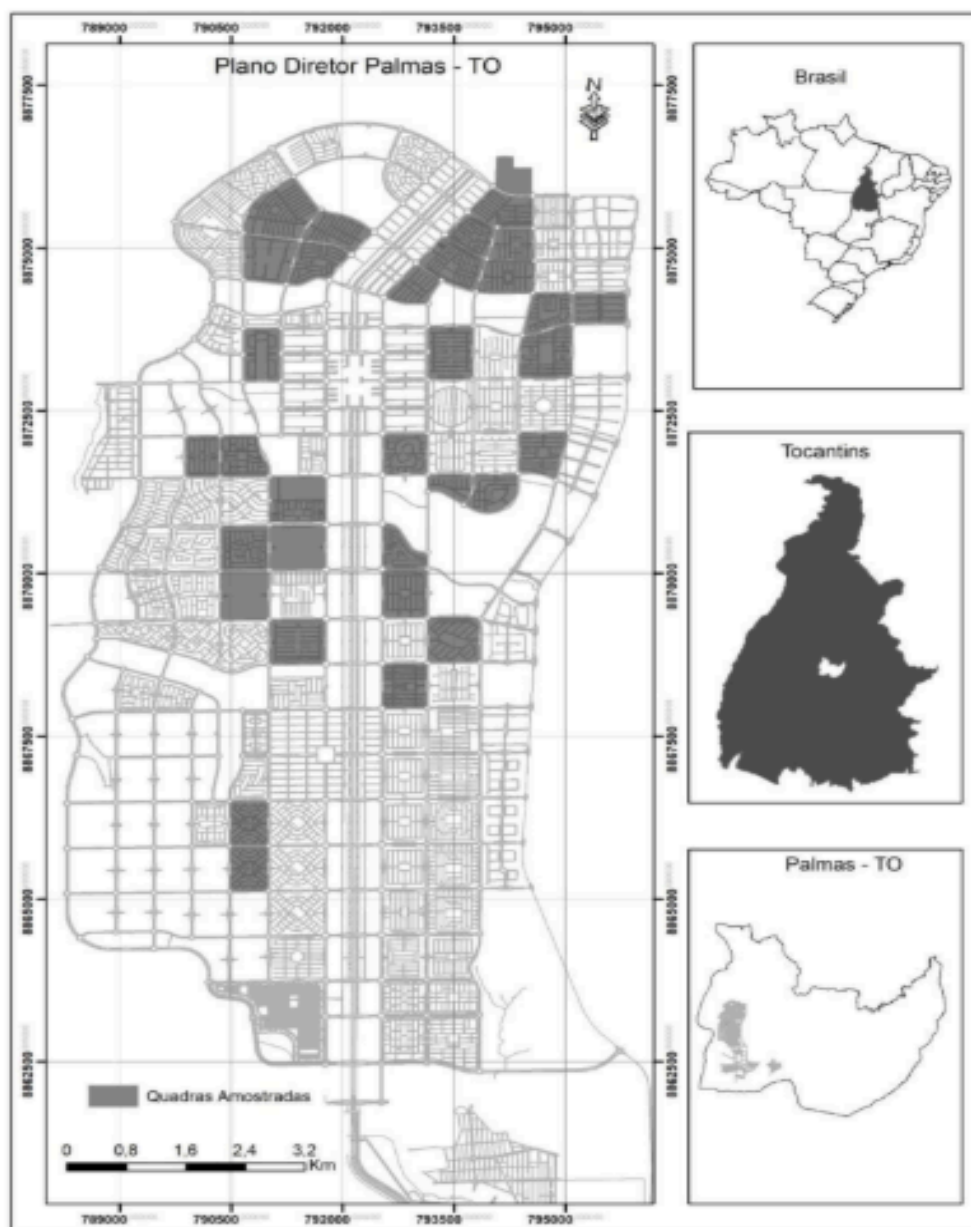
3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

Palmas, fundada em 1989 está localizada na região central do estado do Tocantins. Conta com uma população estimada para 2025 de aproximadamente 328.499 pessoas e uma área territorial de 2.227,329 km² (IBGE, 2022). No presente estudo foram utilizados dados coletados em 33 das 63 quadras residenciais distribuídas proporcionalmente entre as quatro regiões da cidade, sendo elas: Área Residencial Sudoeste: 205S, 207S, 303S, 403S, 405S, 505S, 603S, 1005S e 1105S; Área Residencial Sudeste: 204S, 210S, 306S, 308S, 404S, 504S, 606S e 704S; Área Residencial Noroeste: 105N, 303N, 305N, 403N, 405N e Área Residencial Nordeste: 106N, 110N, 112N, 208N, 304N, 404N, 406N, 504N, 506N, 604N e 608N. A seleção dessas quadras e a lista de espécies arbóreas nativas analisadas são provenientes do inventário quali-quantitativo realizado por Pinheiro *et al.*, (2018). A localização exata das quadras amostradas pode ser visualizada na Figura 1, que representa o Plano Diretor de Palmas e a distribuição da amostra.

O clima da capital resulta em praticamente duas estações, seca e chuvosa, sendo em setembro o mês mais quente, atingindo em média 36°C, e em julho o mês mais frio, a média da temperatura mínima 21,7°C (INMET, 2023). A vegetação típica do território de Palmas é o bioma cerrado, com outros tipos de cobertura vegetal, como fitofisionomia florestais, campestres e savânicas.

Figura 1 - Esquema do Plano Diretor de Palmas - TO, evidenciando as quadras residenciais amostradas



Fonte: Instituto de Planejamento Urbano de Palmas (2007); Pinheiro *et al.* (2018).

3.2 Métodos

A pesquisa foi conduzida por meio da análise de informações secundárias obtidas a partir de estudos realizados no Plano Diretor de Palmas, que consistiu na extração, organização e comparação das listas de espécies presentes nesses documentos, incluindo informações sobre origem geográfica, porte, forma da copa, tipo de folhagem, potencial ecológico e abundância. Os dados foram sistematizados em planilhas, onde cada espécie recebeu pontuações associadas aos critérios definidos para os serviços ecossistêmicos de regulação, provisão e culturais. Em seguida, realizou-se o somatório dos critérios para gerar o

ranking final das espécies. A conferência taxonômica foi feita utilizando a base Flora e Funga do Brasil (2023).

Como fonte de dados sobre as espécies arbóreas da cidade, foram utilizados o Plano de Arborização Urbana de Palmas (2016) e os estudos de Pinheiro *et al.* (2018, 2020). Esses trabalhos apresentaram informações detalhadas sobre as espécies arbóreas, sua abundância e origem. Foi obtido informações sobre as espécies arbóreas nativas do cerrado em Palmas uma revisão bibliográfica de diferentes fontes (Documentos oficiais, Dissertações, Teses e Artigos Científicos) contendo informações sobre as espécies arbóreas das áreas urbanas do município incluindo o Plano Diretor Urbano da cidade. Para a busca bibliográfica utilizou-se as bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES utilizando as seguintes palavras chave: arborização + urbana + palmas + nativa. Com base nos resultados será elaborada uma lista das espécies nativas do cerrado A taxonomia das espécies seguiu a base de dados Flora e Funga do Brasil (2023).

3.3 Classificação e ranqueamento das espécies arbóreas:

As espécies foram classificadas com base à sua origem geográfica e divididas em três categorias de serviços ecossistêmicos. O ranqueamento foi obtido por meio do somatório simples dos valores atribuídos a cada atributo, conforme apresentado na Tabela 1, utilizando planilhas eletrônicas para tabulação e cálculo das médias.

As espécies foram classificadas em 4 categorias e 8 atributos. Os valores atribuídos a cada atributo variaram segundo a sua importância relativa àquele serviço ecossistêmico (de Regulação, Provisão e Cultural). Assim, para um melhor entendimento e visualização das informações sobre a classificação das espécies arbóreas, segue a Tabela 01.

Tabela 01 - Pontuação e Ranqueamento de Espécies Arbóreas para a Provisão de Serviços Ecossistêmicos.

Categoria Principal	Atributos	Descrição	Pontuação
Origem Geográfica	1. Origem Geográfica	Nativas do cerrado	3 pontos
		Brasileira exótica do cerrado	2 pontos
		Exótica estrangeira	1 ponto
Serviços de	2. Forma da	Colunar/Piramidal	1 ponto

Regulação	copa	Caliciforme/Elíptica	2 pontos
		Globosa/ Umbeliforme	3 pontos
	3. Porte	Pequeno	1 ponto
		Médio	2 pontos
		Grande	3 pontos
	4. Comportamento foliar	Decídua	1 ponto
		Semi-decídua	2 pontos
		Perene	3 pontos
	Serviços de Provisão	5. Alimentação humana	Fornece
Não fornece			0 pontos
6. Alimentação fauna		Fornece	1 ponto
		Não fornece	0 pontos
7. Propriedades medicinais		Possui	1 ponto
		Não possui	0 pontos
Serviços Culturais	8. Utilizadas em festejos/comemorações	Sim	1 ponto
		Não	0 pontos

Fonte: Própria autora, (2025)

3.4 Definição dos atributos utilizados na classificação

Para garantir clareza na interpretação da Tabela de Pontuação, apresentam-se a seguir as definições dos principais atributos empregados na classificação funcional das espécies:

1. Origem geográfica:

Nativa do Cerrado = espécie que ocorre naturalmente no bioma;

Brasileira exótica do Cerrado = espécie brasileira originária de outros biomas;

Exótica estrangeira = espécie originária de outros países.

2. Forma da copa:

Colunar/Piramidal = copa estreita, vertical, com ramos próximos ao tronco;

Caliciforme/Elíptica = copa arredondada ou ovalada, com expansão lateral moderada;

Globosa/Umbeliforme = copa ampla e arredondada, proporcionando maior sombreamento.

3. Porte:

Pequeno = até aproximadamente 5–6 metros;

Médio = entre 6 e 12 metros;

Grande = acima de 12 metros na fase adulta.

4. Comportamento foliar:

Decídua = perde todas as folhas em um período do ano;

Semi-decídua = perde parte das folhas na estação seca;

Perene = mantém a copa foliada durante todo o ano.

5. Alimentação humana:

Fornecer = produz frutos ou partes comestíveis;

Não fornece = não apresenta partes comestíveis.

Foram analisadas 180 espécies arbóreas, identificadas a partir dos inventários realizados por Pinheiro *et al.* (2018, 2020) nas 33 quadras selecionadas. A partir da avaliação de cada espécie com base nesses dados, foi elaborado um ranking, envolvendo todas as espécies presentes na literatura consultada, baseado no somatório dos 8 critérios. Espécies com somatório geral igual ou superior a 13 pontos foram consideradas “Ótimas”, entre 10 e 12 pontos.

O cálculo da pontuação total de cada espécie resultou do somatório das notas atribuídas a todos os critérios definidos para os serviços ecossistêmicos, incluindo atributos morfológicos (porte, forma da copa, tipo de folhagem), atributos ecológicos e funcionais (atração de fauna, adequação ao clima, capacidade de sombreamento, valor paisagístico), além da pontuação referente à origem geográfica. Assim, cada espécie recebeu uma avaliação integrada que considera múltiplos aspectos de seu desempenho no meio urbano. Neste estudo, optou-se pelo uso de um sistema de soma simples, no qual todos os critérios avaliados possuem o mesmo peso. A diferença entre as pontuações totais das espécies decorre dos valores específicos atribuídos a cada critério (como porte, forma de copa, folhagem e serviços ecossistêmicos), que podem variar conforme as características individuais de cada árvore. Assim, o método mantém igualdade na estrutura da avaliação, mas permite resultados distintos conforme o desempenho real de cada espécie. A metodologia foi adotada para garantir objetividade, fácil aplicação e comparabilidade direta entre as espécies, sem a introdução de subjetividade na atribuição de pesos diferenciados.

Os dados utilizados foram validados por conferência cruzada entre as informações contidas no trabalho de Pinheiro *et al.* (2018, 2020) e o Plano de Arborização Urbana de Palmas (2016), garantindo consistência taxonômica e ecológica, que estabelece diretrizes para seleção, plantio, manejo e conservação das espécies arbóreas, definindo critérios técnicos para garantir segurança, sustentabilidade ecológica, valorização das espécies nativas e funcionalidade da infraestrutura verde. Assim, o uso desse plano como base reforça a consistência das informações utilizadas na avaliação.

3.5 Mecanismos de Manejo com Base nos Resultados

As espécies com as maiores pontuações elevadas serão indicadas como prioritárias para projetos de arborização urbana e restauração ambiental, pois são as que mais contribuem para os serviços ecossistêmicos.

A análise detalhada de cada atributo (porte, forma da copa ou atração de fauna) permitirá a criação de propostas mais específicas e a identificação de espécies com desempenho superior podem ser priorizadas no plantio de áreas de sombra, corredores de biodiversidade, praças, parques e vias públicas. Já as espécies com pontuações mais baixas devem ser manejadas com maior cautela, restringindo seu uso em locais sensíveis ou de intensa circulação. Dessa forma, os resultados orientam decisões práticas para aprimorar o planejamento e o manejo da arborização urbana em Palmas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Importância da Arborização Urbana

Historicamente, Raimundo e Sarti (2016), revisam estudos sobre o higienismo e mostram a importância da arborização urbana com a criação de parques, a partir daí surgiu a concepção de que as árvores nas cidades colaboram para melhores condições sanitárias e adquiriram relevância social e política, sendo vistas como formas de valorização urbana relacionada ao espaço em que seriam plantadas. No entanto, áreas consideradas insalubres, como margens de rios e terrenos alagados foram consoladas pelo higienismo, com práticas como aterramento, desvio, represamento e entre outros.

A arborização urbana, sendo componente da infraestrutura verde nas cidades, oferta uma grande variedade de serviços ambientais, econômicos e sociais que são fundamentais para a sustentabilidade urbana. A presença de árvores em áreas urbanizadas contribui para a melhoria da qualidade do ar, moderação do clima local, controle do escoamento de águas pluviais e promoção do bem-estar dos habitantes. As árvores urbanas auxiliam na filtragem de substâncias atmosféricas, tais como as partículas finas, o conforto térmico que é exposto a população e a redução de impactos negativos na saúde respiratória a altos índices de poluição (Wolf *et al*, 2020). Além disso, Raimundo e Sarti (2016) enfatizam que as áreas verdes nos centros urbanos se dispõem como um refúgio para a população, oferecendo um espaço de descanso e alívio do stress proveniente da rotina de trabalho.

Muneroli e Mascaró (2010) trazem uma atenção à escolha de espécies nativas para a arborização urbana, que reforça os benefícios ambientais, onde a contribuição para a captura de carbono através da fotossíntese, aumento da umidade do ar e alimento para fauna silvestre também são fundamentais e eficientes para a qualidade de vida da sociedade.

Assim, além da arborização oferecer esses diversos benefícios, podem ser reconhecidas através de políticas públicas, como na Lei nº 13.731 de 8 de novembro de 2018, que autoriza o direcionamento de recursos financeiros provenientes de multas ambientais para a promoção da arborização urbana e recuperação de áreas que foram degradadas.

4.2 Arborização Urbana e Serviços Ecossistêmicos

A arborização urbana também desempenha um papel indispensável na oferta dos serviços ecossistêmicos, que são essenciais para a vida do ser humano. De acordo a Avaliação

Ecossistêmica do Milênio (2005), os serviços ecossistêmicos são benefícios que o homem obtém dos ecossistemas e são classificados em quatro categorias:

- Serviços de provisão estão relacionados a produtos obtidos dos ecossistemas, como o alimento (culturas agrícolas, frutas, pesca); água (corpos d'água que abastecem a população e atividades agrícolas ou industriais); madeira (fibras de algodão e linho e combustíveis) e recursos medicinais (plantas, recursos de animais e os microorganismos utilizados para a fabricação dos medicamentos)

- Serviços reguladores, incluem a regularização do clima com o armazém de carbono vindo das áreas verdes, regularização da temperatura local (como a sombra das árvores); purificação do ar e da água e controle de erosões (as raízes estabilizam o solo, prevenindo erosões) enquanto as barreiras vegetais formadas pelas árvores também atenuam os ruídos urbanos.

- Serviços de suporte são a produção de todos os outros serviços e fundamentais para a sua funcionalidade, como a formação do solo, onde as árvores urbanas fornecem habitat e alimento para uma diversidade de espécies, como aves, insetos e pequenos mamíferos, promovendo a biodiversidade em áreas urbanas; ciclagem de nutrientes (a degradação de folhas e galhos caídos enriquece o solo urbano com matéria orgânica); produções primárias e produção do oxigênio

- Serviços culturais consiste em benefícios não materiais para o ser humano, onde se obtém através do ecossistema experiências recreativas, familiares, espirituais e estéticas. Demantova (2009) nos lembra e revisa um exemplo de benefício imaterial, bem estar psicológico e espiritual proveniente da arborização urbana vindo de um serviço ecossistêmico cultural, “Pacientes com os quartos voltados para um parque recuperaram-se 10% mais rápido e necessitam 50% menos de medicamentos para alívio da dor, quando comparado a pacientes que tinham seus quartos virados para um prédio”, evidenciando o efeito positivo das áreas verdes e do serviço cultural.

Por sua vez, além dos serviços citados pela Avaliação do Milênio, Deshpande *et al* (2023) nos mostra que a vegetação nativa também desempenha um papel fundamental nos serviços ecossistêmicos de suporte, essencial para a manutenção e regeneração dos ecossistemas urbanos, que por sua estreita relação com a fauna local, promove a biodiversidade ao oferecer habitats adequados e fontes de alimento para aves, mamíferos e outros organismos. Essas interações ecológicas não apenas sustentam cadeias alimentares da região, mas também garantem processos como a polinização e a dispersão de sementes, contribuindo para a regeneração do ecossistema. Por suas adaptações às condições regionais,

as árvores nativas possuem maior estabilidade ambiental e resiliência ecológica em áreas urbanizadas, reforçando a importância de sua integração no planejamento urbano.

4.3 Arborização de Palmas

A cidade de Palmas, capital do Tocantins, foi projetada sob uma perspectiva ecológica, priorizando a integração de áreas verdes no espaço urbano. Desde a sua concepção, o plano diretor da cidade incluía praças e áreas verdes não edificantes em cada quadra residencial, garantindo conforto térmico, lazer e qualidade de vida à população (Silva e Santos, 2020). A arborização nas quadras residenciais urbanizadas de capital apresenta uma riqueza e diversidade de espécies notáveis, especialmente nas áreas verdes, que concentram 92,04% da riqueza específica dessas quadras e mais de 70% das espécies arbóreas. Além disso, a diversidade de espécies nessas áreas verdes é significativamente superior à encontrada nas ruas (Mcpherson, Van Doorn e Goede, 2016)

Diferente de outros centros urbanos, Palmas se diferencia dos padrões possuindo uma elevada diversidade de espécies arbóreas nativas nas áreas residenciais, onde é ligado à presença das áreas verdes não edificantes. Nas ruas das quadras urbanizadas observa-se um processo avançado de substituição das espécies arbóreas nativas do Cerrado por espécies de outros biomas do Brasil e do exterior (Pinheiro, Marcelino e Moura, 2020). As áreas verdes em Palmas são consideradas estratégicas para a regulação dos sistemas naturais. Contudo, a falta de implementação das estruturas ecológicas previstas no Plano Diretor contribuiu para a intensificação dos problemas ambientais na cidade (Ribeiro e Pinheiro, 2022).

As áreas verdes de Palmas, conforme definidas pela Lei Complementar nº 400/2018, que institui o Plano Diretor Participativo do Município, são espaços públicos destinados à recreação, preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida urbana, não apenas desempenham um papel essencial na manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a regulação climática, a purificação do ar, a dispersão de sementes e a atração da fauna, mas também apresentam uma ampla diversidade das espécies arbóreas nativas, como o Pequi (*Caryocar brasiliense*), o Cajuí (*Anacardium occidentale*), os Muricis (*Byrsonima* sp.), o Araticum (*Annona classiflora*), o Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa*), a Mangaba (*Hancornia speciosa*) ou o Puçá (*Mouriri pusa*), que fornecem frutos e propriedades medicinais para a população, fortalecendo também os corredores ecológicos e aumentando a resiliência ambiental da cidade (Pinheiro, Marcelino e Moura, 2018).

Mais de 60% da cobertura vegetal do Plano Diretor foi suprimida nos últimos 30 anos, o que está diretamente associado a diversos problemas socioambientais enfrentados na cidade. Os remanescentes de vegetação, especialmente o cerrado típico, encontram-se significativamente comprometidos. Caso essa tendência continue, é provável que, em um futuro próximo, restem apenas as áreas de mata ciliar protegidas, atualmente correspondentes a 6,1%, e fragmentos isolados de cerrado típico em áreas verdes não edificantes das quadras residenciais. No entanto, muitos desses fragmentos já foram degradados ou suprimidos, ficando inferior aos 24% previstos no planejamento original da cidade (Ribeiro e Pinheiro, 2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise da Classificação Geral

A análise das 180 espécies arbóreas nas 33 quadras residenciais do Plano Diretor de Palmas - TO, ranqueou e classificou as espécies nativas do cerrado (NatCe), espécies brasileiras exóticas do cerrado (BraExoCe) e espécies exóticas estrangeiras (ExoEst) avaliadas conforme seus atributos morfológicos, ecológicos e culturais. O ranqueamento multicritério adotado permitiu determinar a contribuição relativa de cada espécie para os serviços ecossistêmicos de regulação, provisão e cultural (Tabela 2) .

Tabela 2 - Tabela geral de pontuação das espécies avaliadas quanto aos serviços ecossistêmicos e origem geográfica.

Família	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecossistêmicos						Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão				
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	3	2	3	3	1	1	1	1	15
	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	1	3	3	3	1	1	1	1	14
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	3	3	2	1	1	1	1	1	13
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-vermelha	3	2	3	3	1	1	1	1	15
	<i>Spondias cytherea</i> Sonn	Cajá-manga	1	3	1	1	1	1	1	0	9

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão			Serviço Cultural	Total
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal		
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá-mirim	3	3	3	3	1	1	1	1	16
<i>Spodias purpurea</i> L.	Siriguela	1	2	1	1	1	1	1	0	8
<i>Spodias venulosa</i> (Engl.) Engl.	Cajá	2	3	3	1	1	1	1	0	12
<i>Annona classiflora</i> Mart.	Araticum	3	2	3	1	1	1	1	1	13
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Marolo	3	1	3	1	1	1	1	1	12
<i>Annona glabra</i> L.	Araticum-do brejo	3	2	3	3	1	1	1	0	14
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	1	1	3	1	1	1	1	1	10

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Annona squamosa</i>	L. Pinha	1	1	3	2	1	1	1	0	10	
<i>Xylopia aromatica</i>	(Lam.) Pimenta-de Mart. -macaco	3	2	2	2	1	1	1	0	12	
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Guatambu- do-cerrado Mart.	3	3	2	1	1	0	1	0	11	
<i>Hancornia speciosa</i>	Gomes Mangaba	3	2	3	1	1	1	1	1	13	
<i>Himatanthus obovatus</i>	(Mull. Arg.) Woodson Pau-de-leite	3	2	1	1	1	1	1	0	10	
<i>Plumeria alba</i>	L. Jasmim-manga-branco	1	1	2	1	1	0	1	0	7	

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Plumeria</i>											
	<i>pubida</i> Jacq.	Buque-de-n oiva	1	1	2	3	1	0	1	0	9	
	<i>Plumeria</i>											
	<i>rubra</i> L.	Jasmim-ma nga-branco	1	1	2	1	1	0	1	0	7	
	<i>Thevetia</i>											
	<i>peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de- Napoleão	1	1	2	3	1	0	1	0	9	
	<i>Didymopanax</i>											
	<i>ax</i>											
Araliaceae	<i>morototonii</i> (Aubl.) Decne & Planch.	Mandioquei ro	3	3	3	3	1	0	1	0	14	
	<i>Acrocomia</i>											
	<i>aculeata</i> (Jacq) Lodd. Ex Mart. 1845	Macaúba	3	3	1	3	1	1	1	1	14	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Attalea phalerata</i> Mart. Ex Spreng.	Bacuri	3	2	1	3	1	1	1	1	13	
<i>Attalea speciosa</i> Mart. Ex Spreng.	Babaçu	3	3	1	3	1	1	1	1	14	
<i>Bismarckia nobilis</i> Hilde-brant & Wendland	Palmeira-azul	1	3	1	3	0	0	1	0	9	
<i>Caryota urens</i> L.	Palmeira-ra-bo-de-peixe	1	2	1	3	1	0	1	0	9	
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco-da-bahia	1	3	1	3	1	1	1	1	12	
<i>Dyopsis decaryi</i> (Jum.)	Areca-bambu	1	2	1	3	0	0	0	0	7	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal		Total	
<i>Dyopsis madagasca riensis</i> (Becc.)	Areca-locuba										
Beentje & J. Dransf.	a	1	2	1	3	0	0	0	0	7	
<i>Euterpe oleracea</i>											
Mart.	Açaí	3	3	1	3	1	1	1	1	14	
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Buriti	3	3	1	3	1	1	1	1	14	
<i>Oenocarpus bacaba</i>											
Mart.	Bacaba	1	3	1	3	1	1	1	1	12	
<i>Phoenix roebelenii</i>	Palmeira-fenix										
O'Brien	nix	1	2	1	3	1	0	0	0	8	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Phoenix sylvestris</i> L.	Tamareira-Indiana	1	3	1	3	0	0	1	0	9	
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	Palmeira-imperial	1	3	1	3	1	0	0	1	10	
<i>Syagrus cocoides</i> Mart.	Pati	3	2	1	3	1	1	0	1	12	
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc	Gueroba	3	3	1	3	1	1	1	1	14	
<i>Syagrus picrophylla</i> Barb. Rodr.	Licuri	2	3	1	3	1	1	1	1	13	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	3	3	1	3	1	1	1	1	14	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Washingtonia robusta</i>											
H.Wendl	Washingtonia	1	3	1	3	0	0	0	0	8	
<i>Wodyetia bifurcata</i>											
Irvine	Palmeira-rabo-de-raposa	1	2	1	3	0	0	0	0	7	
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>											
Asteraceae	(Less.) Baker	Coração-negro	3	2	2	1	1	0	1	0	10
<i>Crescentia cujete</i> L.											
		Cabaceira	3	1	2	3	0	0	1	1	11
<i>Handroanthus serratifolius</i>											
Bignoniaceae	(Vahl.) S. Grose	Pau-d'arco	3	3	3	1	1	0	1	1	13

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Esplotódea	1	3	3	3	1	0	1	0	12	
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ipê-amarelo -cascudo	2	2	3	1	1	0	1	1	11	
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ipê-roxo	3	2	2	1	1	0	1	1	11	
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	3	3	3	1	1	0	1	1	13	
<i>Tecoma stans</i> (L.)	Falso-ipê	1	2	1	3	1	0	1	0	9	

Juss. ex Kunth												
Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos								Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão						
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal				
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	3	1	3	3	1	1	1	1	14	
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	3	3	3	3	1	1	1	1	16	
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	2	2	3	3	1	1	1	0	13	
	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	Pau-pombo	3	2	1	3	1	0	0	0	10	
Clusiaceae	<i>Clusia hilariana</i> Schltld.	Clusia	2	2	3	3	1	0	1	0	12	
	<i>Kielmeyera coriacea</i>	Folha-santa	3	2	2	1	1	0	1	0	10	

Mart. & Zucc.											
Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	Pau-santo	3	2	3	1	1	0	1	0	11
Combretaceae	<i>Buchevaria tomentosa</i> Eichler	Mirindiba	3	3	3	1	1	1	1	0	13
	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas	1	3	3	1	1	0	1	0	10
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Araruta	3	2	1	1	1	1	1	0	10
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis</i> sp.	Cipreste-alumi	1	3	1	3	0	0	0	0	8
	<i>Cupressum</i> sp.	Cipreste	1	2	1	3	0	0	0	0	7
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira	3	2	3	1	1	0	1	0	11

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Davilla elliptica</i>	A.St.-Hil. Lixeirinha	3	1	2	2	1	0	1	0	10	
Ebernaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC	Caqui-do-cerrado	3	1	3	1	1	1	1	0	11	
Erythroxyloceae	<i>Erythroxyllum suberosum</i>	A.St.-Hil. Cabelo-de-negro	3	2	2	1	1	0	1	0	10	
	<i>Croton urucurana</i>	Baill. Sangra-d'agua	3	3	2	1	1	0	1	0	11	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Leiteiro-vermelho	1	1	3	3	0	0	1	0	9	
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Árvore-de-são-sebastião	1	2	1	3	0	0	1	0	8	
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão	1	1	1	3	1	0	1	0	8	

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Mabea fistulifera</i>	Mamoninha	3	2	3	1	1	0	1	0	11	
	<i>Acacia mangium</i>	Acácia-austaliana	1	3	3	3	1	0	0	0	11	
	<i>Adenanthera pavonina</i>	Olho-de-pavão	1	3	3	2	0	0	1	0	10	
	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	Língua-de-sogra	1	3	3	3	0	0	1	0	11	
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	3	3	3	3	0	0	1	0	13	
	<i>Andira cuyabensis</i>	Fruta-de-morcego	3	3	3	1	1	0	1	0	12	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Andira legalis</i> (Vell.)	Angelim-do-ce	3	2	3	3	1	0	1	0	13	
<i>Andira vermifuga</i> Mart.	Angelim	3	2	2	3	1	0	1	0	12	
<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Pata-de-vaca-roxa	1	1	3	2	0	0	1	0	8	
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca	1	2	3	2	0	0	1	0	9	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira-prata	3	3	3	1	1	0	1	0	12	
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Pau-brasil	2	2	3	3	1	0	1	0	12	
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Sibipiruna	2	3	3	3	1	0	1	0	13	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Caesalpinia</i>											
<i>pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboyan zinho	1	1	3	3	1	0	1	0	10	
<i>Cassia</i>											
<i>fistula</i> L.	Canafistula	1	3	3	1	1	0	1	0	10	
<i>Cenostigma</i>											
<i>a</i>											
<i>tocantinum</i>											
Ducke	Pau-preto	3	3	3	3	0	0	0	0	12	
<i>Copaifera</i>											
<i>langsдорffii</i>											
Desf.	Copaíba	3	3	3	2	1	0	1	0	13	
<i>Dalbergia</i>											
<i>miscolobium</i> Benth.											
	Jacarandá-do-cerrado	3	3	1	2	0	0	0	0	9	
<i>Delonix</i>											
<i>regia</i> (Bojer ex Hook.)											
Raf.	Flamboyant	1	2	3	1	1	0	1	0		

9

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Dimorphan</i>											
<i>dra mollis</i>											
Benth.	Fava-d'anta	3	2	3	1	1	0	1	0	11	
<i>Dipteryx</i>											
<i>alata</i> Vogel	Baru	3	3	3	3	1	1	1	1	16	
<i>Enterolobium</i>											
<i>m</i>											
<i>contortisiliquum</i> (Vell.)											
Morong.	Tamboril	3	3	2	1	0	0	1	0	10	
<i>Enterolobium</i>											
<i>m</i>											
<i>gummiferum</i>											
<i>m</i> (Mart.)	Orelha-de-negro	3	1	3	1	1	0	1	0	10	
J.F.Macbr.											
<i>Hymenaea</i>											
<i>courbaril</i> L.	Jatobá-da-mata	3	3	2	2	1	1	1	1	14	
<i>Hymenaea</i>											
<i>stigonocarp</i>	Jatobá-do-cerrado	3	2	3	1	1	1	1	1	13	

a Mart. ex											
Hayne											
Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal		Total	
<i>Inga capitata</i>											
Desv.	Ingá-ferro	3	3	3	3	1	1	1	0	15	
<i>Inga edulis</i>											
Mart.	Ingá-de-met-ro	3	3	3	3	1	1	1	0	15	
<i>Inga laurina</i>											
(Sw.) Willd.	Ingá-branco	3	3	3	3	1	1	1	0	15	
<i>Leucaena leucocephala</i>											
(Lam.) de Wit	Leucena	1	2	3	3	0	0	1	0	10	
<i>Libidibia ferrea</i>											
(Mart. ex Tul.)	Pau-ferro	2	3	3	3	0	0	1	0	12	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Machaerium</i>											
<i>m acutifolium</i>	Jacarandá-bico-de-pagaio		3	1	3	3	0	0	1	0	11
<i>Mimosa</i>											
<i>caesalpinifolia</i> Benth.	Sansão-do-campo		3	2	2	3	0	0	1	0	11
<i>Parkia</i>											
<i>platycephala</i> Benth.	Fava-de-bolota		3	3	3	1	1	0	1	0	12
<i>Plathymenia</i>											
<i>a reticulata</i> Benth.	Vinhático		3	3	3	1	1	0	1	0	12
<i>Pterodon</i>											
<i>polygalaeflorus</i> Benth.	Sucupira-lisa		3	3	2	1	0	0	1	0	10
<i>Schizolobium</i>											
<i>m parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvu		3	3	3	2	1	0	1	0	13

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Sena	1	3	3	3	0	0	1	0	11	
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Carvoeiro	3	2	3	3	0	0	0	0	11	
<i>Tachigali rubiginosa</i> (Mart. ex Tul.) Oliveira-Filho	Cachamorra	3	3	3	2	0	0	0	0	11	
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	1	3	2	1	0	1	1	0	9	
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Amargoso	3	2	3	1	1	0	1	0	11	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos								
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão			Serviço Cultural	Total	
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Aegiphila</i>											
Lamiaceae	<i>Ihotskiana</i> cham.	Tamanqueir o	3	1	1	3	1	0	1	0	10
<i>Cinnamomum</i>											
<i>burmanni</i> (Ness & T. Ness)											
Lauraceae	Blume	Falsa-canela	1	2	3	3	0	0	0	0	9
<i>Persea</i>											
<i>americana</i> Mill.											
		Abacate	1	3	3	3	1	1	1	1	14
<i>Cariniana</i>											
Lecythidaceae	<i>rubra</i> Gardner ex Miers	Cachimbo-de-macaco	3	3	2	2	0	0	1	0	11
<i>Physocalymma</i>											
Lythraceae	<i>scaberrimum</i> Pohl	Cega-machado	3	2	1	1	0	0	0	0	7

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Punica granatum</i> L.	Romã	1	1	1	3	0	1	1	1	9	
	<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	Murici-do-campo	3	2	3	3	1	1	0	1	14	
	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Murici-ferrugem	3	2	3	3	1	1	0	1	14	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici	3	3	3	3	1	1	0	1	15	
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Muricizão	3	2	3	3	1	1	0	1	14	
	<i>Lophantera lactaescens</i> Juss.	Lanterneiro	2	3	1	2	0	0	0	0	8	
	<i>Malpighia emarginata</i> D.C.	Acelora	1	1	3	3	1	1	1	1	12	

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Escova-de-macaco	3	3	3	1	1	0	1	0	12	
	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum) A. Robyns	Paineira-lisa	3	3	2	2	0	0	0	0	10	
	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	Paineira-peluda	3	2	2	1	0	0	1	0	9	
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pau-pólvora	3	3	1	3	1	1	1	0	13	
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	1	1	2	3	1	0	1	0	9	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Luehea paniculata</i>											
Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	3	2	1	2	0	0	1	0	9	
<i>Pachira aquatica</i>											
Aubl.	Manguba	2	3	3	3	1	1	1	0	14	
<i>Pachira glabra</i>											
Pasq.	Castanha-da-praia	2	1	3	3	1	1	1	0	12	
<i>Sterculia striata</i>											
A.St.-Hil. & Naudin	Chichá	3	3	3	1	1	1	1	0	13	
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.)											
K.S chum.	Cupuaçu	2	3	1	3	0	1	0	1	11	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Pixirica	3	1	3	1	1	0	0	0	9
	<i>Mouriri pusa</i> Gardner	Puçá	3	2	1	1	1	1	1	1	11
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Niin-indiano	1	3	3	3	0	0	1	0	11
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	2	3	3	1	0	0	1	0	10
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mogno	2	3	1	3	0	0	0	0	9
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	3	1	3	3	0	0	1	0	11

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	1	3	2	3	1	1	1	1	13	
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficos	1	3	2	3	0	0	1	0	10	
	<i>Ficus lepriurii</i> Miq.	Figueira-triangular	1	2	2	3	0	0	0	0	8	
	<i>Ficus</i> sp.	Figueira	1	2	2	3	0	0	0	0	8	
	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	1	2	2	3	1	1	1	1	12	
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Acácia-branca	1	2	3	3	0	1	1	0	11	
Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G. Don	Escova-de-Garrafa	3	2	1	3	1	0	0	0	10	

Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
<i>Corymbia sp.</i>	Eucalipto	1	3	1	3	1	0	0	0	9	
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	3	1	3	3	1	1	1	1	14	
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Guamirim	3	2	2	2	1	0	1	0	11	
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O.Berg	Jaboticaba	2	3	1	3	1	1	1	1	13	
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	2	2	3	3	1	1	1	1	14	
<i>Psidium myrsinites</i> D.C.	Araçá-vermelho	3	2	1	3	1	1	1	0	12	
<i>Syzygium cumini</i> (L.)	Jamelão	1	2	3	3	1	1	1	0	12	
<i>Syzygium jambos</i> (L.)	Jambo-amarelo	1	3	1	3	1	1	1	0	11	

	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	Jambo-vermelho	1	2	1	3	1	1	1	0	10	
Nyctagineae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Primavera	2	2	1	3	0	0	1	0	9	
	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Limãozinho	1	1	1	2	0	1	1	0	7	
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	1	1	1	3	1	1	1	1	10	
	<i>Bumchosia armenia</i> (Cav.) DC	Caferana	1	1	3	3	0	0	1	0	9	
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pinheiro	1	3	1	3	0	0	0	1	9	
Proteaceae	<i>Macadamia integrifolia</i>	Macadâmia	1	3	2	3	0	1	0	1	11	

Maid. et Bet.											
Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
			Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
			Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
Rubiaceae	<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Brinco-d'água	3	2	3	3	0	0	0	0	11
	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	3	3	3	3	1	1	1	1	16
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	1	2	1	3	0	1	1	0	9
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. &Schltdl.) K.Schum.	Figo-de-cavalo	3	2	3	1	1	0	0	0	10
Rutaceae	<i>Citrus limonea</i> Osbeck	Limão	1	2	3	3	0	1	1	1	12
	<i>Citrus sinensis</i> L.	Laranja	1	2	3	3	0	1	1	1	12

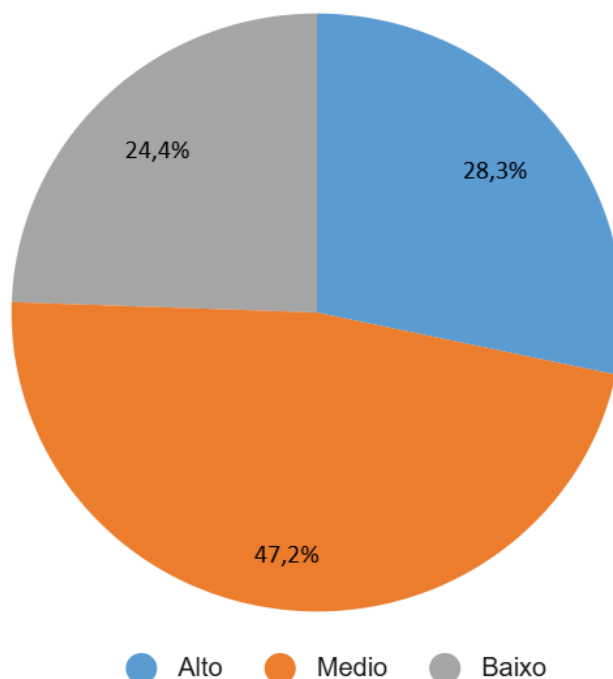
	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos							Serviço Cultural	Total
				Serviço de Regulação			Serviço de Provisão					
				Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal			
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	1	1	3	3	0	0	1	0	9	
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.--Hil.	Tinguí-do-cerrado	3	2	3	1	0	0	1	0	10	
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sabãozinho	3	2	3	1	0	0	1	0	10	
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radl.	Abiu	3	2	3	3	1	1	0	0	13	
	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Curriola	3	3	3	2	1	1	0	0	13	
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Mata-menino	3	2	3	2	1	0	1	0	12	
	Espécie	Nome Pop.	Origem	Serviços Ecosistêmicos								

		Serviço de Regulação			Serviço de Provisão			Serviço Cultural			
		Porte das Árv.	Forma da copa	Tipo de folhagem	Recur. Fauna	Recur. Humano	Uso Medicinal		Total		
<i>Solanum</i>											
Solanaceae	<i>lyocarpum</i>										
	A.St.-Hil.	Lobeira	3	1	3	3	1	1	1	0	13
<i>Cecropia</i>											
Urticaceae	<i>pachystachya</i>										
	Trécul.	Embaúba	3	2	3	3	1	0	1	0	13
Verbenaceae	<i>Tectona</i>										
e	<i>grandis</i> L.f.	Teca	1	3	1	1	0	0	1	0	7
<i>Qualea</i>											
	<i>grandiflora</i>	Pau-terra-fo									
	Mart.	Iha-grande	3	2	3	1	1	0	1	0	11
<i>Qualea</i>											
	<i>parviflora</i>	Pau-terra-fo									
Vochysiaceae	Mart.	Iha--miúda	3	2	3	1	0	0	1	0	10
<i>Salvertia</i>											
	<i>convallario</i>										
	<i>dora</i>	Chapéu-de-									
	A.St.-Hil.	couro	3	3	3	1	1	0	1	0	12
<i>Vochysia</i>											
	sp.	Cambará	3	2	2	3	0	0	1	0	11

Fonte: Pinheiro *et al* (2018; 2020); Plano de Arborização de Palmas (2016); Adaptado pela autora (2025).

Entre as espécies analisadas, observou-se predominância das nativas do Cerrado, representando a categoria com maior e média pontuação geral, com valores variando entre 13 a 16 pontos resultando em 51 espécies classificadas como “ótimas” sendo 41 delas nativas do Cerrado; valores entre 10 e 12 pontos “Médias” com 85 espécies sendo 51 delas nativas do Cerrado e menores que 9 pontos “Inferiores” com 44 espécies e apenas 5 espécies sendo nativas do Cerrado. Em observação, a espécie *Cocos nucifera* L. apresentou pontuação elevada (12 pontos), mesmo sendo uma espécie exótica ao Cerrado. Esse resultado decorre do fato de que, embora não seja nativa, a espécie possui atributos morfológicos positivos como copa ampla, capacidade de sombreamento e estrutura adequada para amenização microclimática. Ainda assim, sua classificação deve ser interpretada com cautela, pois o alto desempenho funcional não implica adequação ecológica, especialmente considerando riscos como baixa interação com a fauna nativa e potencial substituição de espécies locais.

Figura 2 - Classificação Geral das espécies



Fonte: Própria autora (2025).

A partir da classificação geral, esse resultado confirma a hipótese inicial de que as espécies nativas do Cerrado estão entre as árvores de maior pontuação com maior potencial ecológico e adaptabilidade às condições ambientais locais. As espécies *Spondias mombin*

(Cajá-mirim), *Caryocar brasiliense* (Pequi), *Dipteryx alata* (Baru), *Genipa americana* (Jenipapo) atingiram o valor máximo de 16 pontos representando 5% de todas as espécies, demonstrando seu alto potencial para múltiplos serviços ecossistêmicos incluindo regulação térmica, suporte à fauna e relevância cultural. Essas espécies compartilham características ecológicas marcantes: porte elevado, copas amplas e globosas, folhagem perene e elevada interação com a fauna local, atributos que reforçam sua adaptação ao bioma e sua eficácia ambiental em áreas urbanizadas.

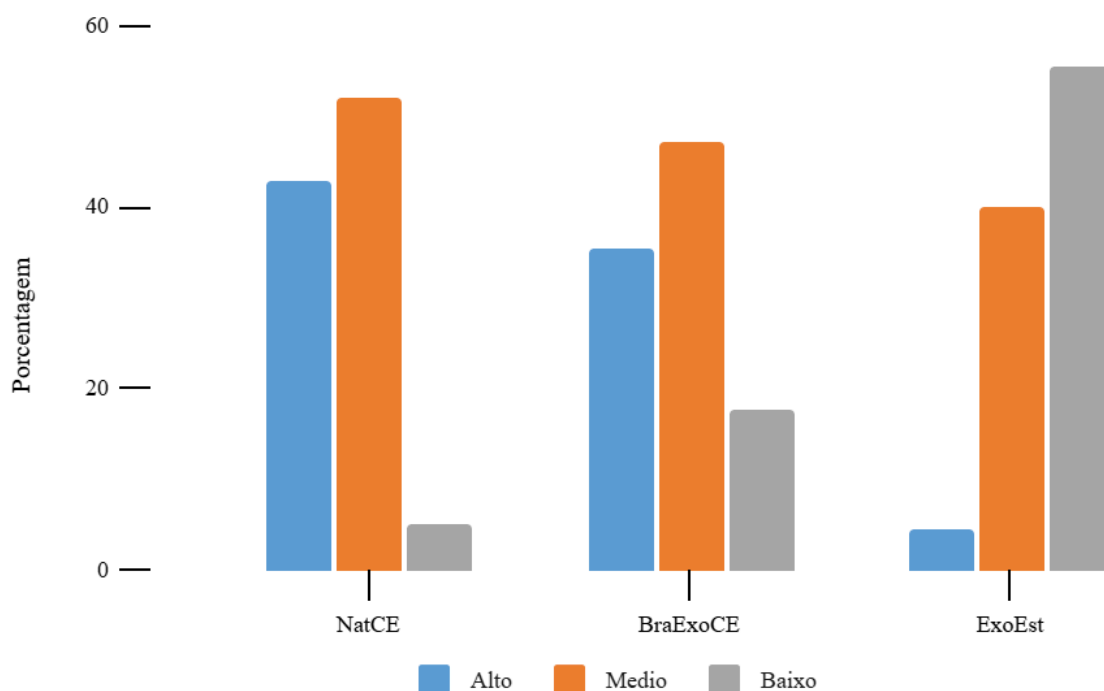
Das espécies que atingiram a menor pontuação (7 pontos), destacam-se 08, sendo a grande maioria espécies exóticas estrangeiras: *Plumeria rubra* L. (Jasmim-manga-branco); *Dypsis decaryi* (Areca-bambu); *Dypsis madagascariensis* (Areca-locuba); *Wodyetia bifurcata* (Palmeira-rabo-de-raposa); *Cupressum* sp. (Cipreste); *Physocalymma scaberrimum* (Cega-machado); *Averrhoa bilimbi* (Limãozinho) e *Tectona grandis* (Teca), destas, apenas *Physocalymma scaberrimum* (Cega-machado) não é de exótica ao Cerrado.

Tais resultados evidenciam que a origem geográfica nativa é um indicador direto de eficiência ecológica, já que as espécies brasileiras exóticas do Cerrado (BraExoCe) e exóticas estrangeiras (ExoEst) apresentaram menores desempenhos, com pontuações entre 7 e 12 pontos.

5.2 Análise percentual da Origem Geográfica

O gráfico de percentual de origem geográfica (Figura 3) ilustra a representatividade das três categorias analisadas: nativas do Cerrado (NatCE), brasileiras exóticas do Cerrado (BraExoCe) e exóticas estrangeiras (ExoEst), em função de sua classificação de desempenho ecológico: alto, médio e baixo.

Figura 3 - Percentual da origem Geográfica Geral



Fonte: Própria autora (2025)

Observa-se que as espécies nativas do Cerrado concentram-se predominantemente nas faixas de alto e médio desempenho, com aproximadamente 42% classificadas como de alto potencial ecológico e 52% como médio, enquanto apenas uma pequena fração (cerca de 5,1%) foi enquadrada como de baixo desempenho. A avaliação das espécies arborizadas revelou a predominância das nativas do Cerrado, que corresponderam a 98 das 180 espécies identificadas, representando 54,4% do total. Essa distribuição reforça a eficiência ecológica e adaptabilidade das espécies nativas, confirmando que elas apresentam maior contribuição para a regulação climática, suporte à fauna e provisão de bens ecossistêmicos.

Nas espécies BraExoCE, a tendência é semelhante, porém com leve redução no percentual de alto desempenho (35,3%), aumento no médio de 47% e no baixo de 17,6%. Esse comportamento indica que, embora sejam espécies brasileiras, muitas não pertencem originalmente ao bioma Cerrado e, portanto, apresentam adaptação intermediária às condições edafoclimáticas de Palmas. Elas podem ser utilizadas em arborização urbana, desde que o manejo considere o equilíbrio entre conservação e diversidade funcional.

Por outro lado, as espécies ExoEst exibiram o padrão inverso: 55,4% delas enquadradas na categoria de baixo desempenho, 40% como médio e apenas 4,6% como de alto desempenho. Esses resultados evidenciam a baixa eficiência ecológica e funcional dessas

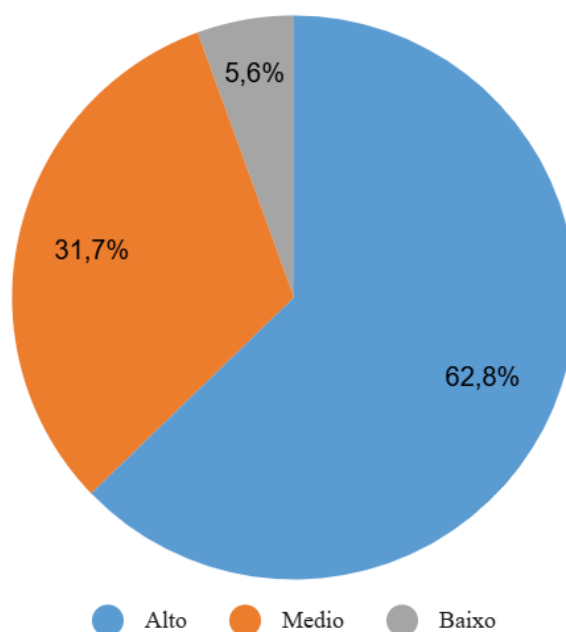
espécies em ambientes urbanos do Cerrado, o que pode ser explicado pela falta de coevolução com a fauna local, maior demanda hídrica e suscetibilidade a pragas.

5.3 Serviços de Regulação

Os serviços de regulação analisados neste estudo referem-se às funções ecológicas relacionadas à moderação climática, sombreamento, manutenção do microclima, retenção de partículas e outros processos reguladores associados à morfologia das espécies (porte, tipo de copa e comportamento foliar).

Embora a origem geográfica não seja um serviço ecossistêmico, ela foi incluída separadamente no sistema de pontuação geral por influenciar a adaptação e desempenho ecológico das espécies no ambiente urbano. Assim, esta classificação não representa apenas o serviço de regulação, mas a soma dos atributos de regulação acrescida da origem geográfica, com faixas qualitativas definidas para a escala observada de 5 a 12 pontos: Alta (9–12 pontos), Média (7–8 pontos) e Baixa (5–6 pontos). O gráfico correspondente (Figura 04) evidencia que a maior parte das espécies nativas avaliadas concentra-se na categoria Alta. Espécies com classificação Média apresentam contribuição moderada, enquanto as classificadas como Baixa têm potencial limitado para os serviços de regulação.

Figura 4 - Classificação do Serviço de Regulação



Fonte: Própria autora (2025).

Os resultados referentes aos serviços de regulação (como sombreamento, sequestro de carbono e equilíbrio microclimático) mostraram espécies com pontuação máxima de 12 pontos e mínima de 5 pontos, 11 das 113 espécies da categoria Alta atingiram pontuação máxima, algumas como *Spondias mombin* L. (Cajá-mirim), *Didymopanax morototonii* (Mandioqueiro) e *Caryocar brasiliense* (Pequi). 4 Espécies de origem Exótica Estrangeira, como *Spodias purpurea* (Siriguela); *Plumeria alba* (Jasmim Manga Branca) e *Averrhoa bilimbi* (Limãozinho) atingiram a menor pontuação de 5 pontos (2,2%) das 10 espécies da categoria Baixo (5,6%). 76% das espécies nativas ficaram nas faixas de Alto e Médio desempenho, enquanto 12% das BraExoCe e apenas 5% das ExoEst atingiram valores semelhantes.

Essas espécies com a pontuação alta apresentam forma de copa densa e globosa, porte alto e de folhagem perene, atributos essenciais para o controle térmico urbano evidencialmente no clima tropical de Palmas e a retenção de partículas atmosféricas. O gráfico dessa categoria evidencia uma distribuição homogênea das pontuações entre as espécies nativas, com uma maior tendência de desempenho nos grupos que mantêm atividade fotossintética durante todo o ano.

A arborização urbana feita por espécies como estas, desempenha papel fundamental na regulação hídrica, do solo e ecológica, atuando de forma integrada na manutenção do equilíbrio ambiental das cidades, favorecendo a purificação do ar, a retenção da umidade e a

infiltração da água da chuva, reduzindo o escoamento superficial e prevenindo erosões. Suas raízes estabilizam o solo e protegem nascentes e mananciais, enquanto as copas amortecem ventos e ruídos, filtram partículas poluentes e moderam a temperatura, melhorando o microclima urbano (Cabral, 2013).

Além da importância estética e ecológica, as árvores urbanas desempenham papel decisivo na regulação atmosférica por meio da retenção de partículas e da captura de dióxido de carbono (CO₂). Segundo estudo de Cotrone (2008), as copas arbóreas funcionam como filtros naturais capazes de interceptar entre 10% e 40% das partículas sólidas em suspensão no ar, incluindo poeira, cinzas, fuligem e pólen. Essa capacidade varia conforme o porte e a densidade foliar da espécie, sendo as árvores de maior copa e folhas largas mais eficientes na redução da concentração de material particulado fino (PM₁₀), um dos principais poluentes urbanos, além de absorver gases nocivos como metano (CH₄), óxidos de nitrogênio (NO₂) e dióxido sulfúrico (SO₂) em suas folhas, galhos e troncos, evitando que permaneçam em suspensão no ar. Estima-se que uma árvore adulta possa capturar até 22 kg de dióxido de carbono por ano, além de absorver até 190 kg de outros poluentes atmosféricos ao longo de sua vida útil, contribuindo significativamente para a redução da poluição urbana e a purificação do ar.

Além disso, Cecchetto, Christmann e Oliveira (2021) destaca que, embora as espécies associadas aos serviços de regulação ofereçam diversos benefícios à população e à biodiversidade urbana, é fundamental considerar os aspectos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento arbóreo ao longo do tempo, de modo em que pensar à cidade implica compreender o território em sua totalidade e reconhecer que cada elemento está interligado. Nesse sentido, o plantio e a escolha de espécies arbóreas não devem ser decisões isoladas, mas planejadas em função do contexto urbano em que serão inseridas, considerando elementos como calçadas, canteiros, vias públicas, edificações e redes de infraestrutura (água, esgoto e energia) e um entendimento técnico das suas características morfológicas e funcionais quando adulta, abrangendo sistema radicular, copa, folhagem, frutificação e floração. Assim, evitam-se conflitos com o espaço urbano, podas agressivas e remoções indesejadas, garantindo que a arborização cumpra efetivamente seu papel de regulação ambiental e integração paisagística no meio urbano.

Dessa forma, as categorias do serviço de regulação apresentou a maior média de pontuação entre todas as categorias analisadas, confirmando o papel estratégico da arborização urbana na mitigação das ilhas de calor e na melhoria da qualidade do ar. As espécies com pontuação inferior a 8 pontos, majoritariamente exóticas, apresentaram baixa

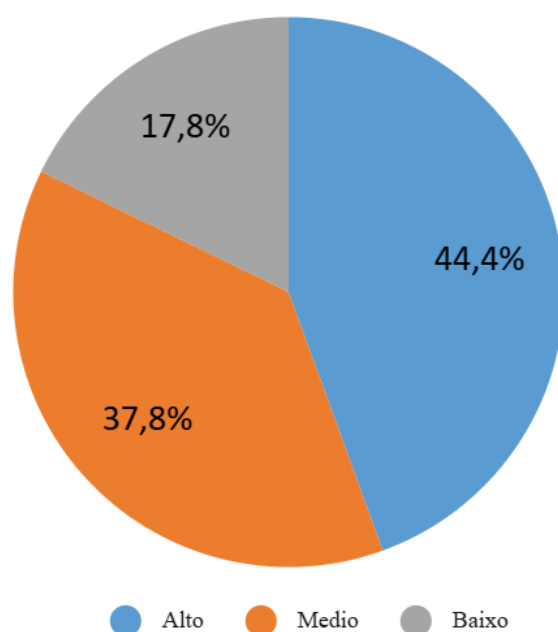
eficiência nesses serviços devido a porte reduzido, folhagem decídua e menor área de copa, estas que evidencialmente são usadas para paisagismos e ornamentações.

Os resultados obtidos podem subsidiar instrumentos de gestão pública ambiental, especialmente no planejamento e manejo da arborização urbana de Palmas. A identificação das espécies mais eficientes na regulação térmica e atmosférica oferece suporte técnico para planos municipais de arborização, políticas de adaptação climática e projetos de infraestrutura verde, orientando o plantio de espécies compatíveis com o clima e o espaço urbano.

5.4 Serviços de Provisão

A análise dos serviços de provisão + origem geográfica revelou uma clara distinção entre espécies nativas e exóticas. Nesta avaliação, das 80 espécies da categoria Alta (44,4%), 35 espécies atingiram a pontuação máxima de 6 pontos (19,4%). O grupo de Alta pontuação inclui espécies como *Spondias mombin* (Cajá-mirim), *Caryocar brasiliense* (Pequi) e *Dipteryx alata* (Baru), exemplares de valor tanto nativo quanto de provisão. Essas espécies têm ampla distribuição no Cerrado e são utilizadas pela população local tanto para consumo quanto para fins medicinais e pela fauna, reforçando o vínculo entre cultura e ecologia.

Figura 5 - Classificação do Serviço de Provisão



Fonte: Própria autora (2025)

A análise revelou que das 31 espécies avaliadas na categoria Baixo (17,8%), 10 obtiveram a pontuação mínima de apenas 1 ponto na categoria de serviços de provisão. Essas espécies, que representam (5,5%) do total avaliado, são majoritariamente exóticas estrangeiras, incluindo *Dyopsis decaryi* (Areca-bambu), *Pinus* sp. (Pinheiro) e *Dyopsis madagascariensis* (Areca-locuba). Esses resultados indicam um valor mínimo ecológico de suporte, já que tais espécies contribuem minimamente para a formação de habitat, ciclagem de nutrientes e suporte à fauna. Diferente das nativas, não oferecem frutos ou abrigo adequados à fauna do Cerrado, reduzindo a funcionalidade ecológica dos espaços urbanos onde são utilizadas.

Além disso, Cabral (2013) cita que, a arborização cria abrigo e alimento para a fauna, desempenhando função ecológica essencial para a manutenção da biodiversidade e contribuindo, simultaneamente, para o bem-estar físico e psicológico da população e para a sustentabilidade ambiental urbana.

Os resultados confirmam o potencial das espécies nativas na provisão de serviços ecossistêmicos múltiplos, combinando funções ecológicas e benefícios diretos à sociedade. A análise cruzada entre origem e serviço indica que, enquanto as espécies nativas apresentaram desempenho equilibrado entre provisão ecológica e cultural, as exóticas estrangeiras se destacaram apenas por atributos ornamentais e utilização para a arborização nas ruas das quadras. Pinheiro, Marcelino e Moura (2020) confirma que é observado nas ruas das quadras urbanizadas o processo de substituição das espécies arbóreas nativas do Cerrado por espécies de outros biomas do Brasil e do exterior, com baixa relevância funcional ou social.

Segundo Pinheiro *et al.* (2022) As espécies mais frequentes nas praças desmatadas de Palmas foram aquelas amplamente utilizadas na arborização urbana, como *Pinus* sp. (Pinheiro), *Anacardium occidentale* (Caju) e *Syzygium cumini* (Jamelão). Por outro lado, nas praças não desmatadas prevaleceram as espécies nativas autóctones, como *Caryocar brasiliense* (Pequi) e *Tachigali rubiginosa* (Carvoeiro), a maior proporção de espécies exóticas nas praças desmatadas, cerca de 40% do total que evidencia a baixa valorização da flora nativa nos processos de revegetação urbana. Além disso, as espécies nativas mais abundantes nessa categoria, como *Anacardium occidentale* (Caju) e *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-roxo-de-bola), são aquelas de fácil propagação e ampla adaptação. Resultados estes que reforçam que as espécies nativas do Cerrado, especialmente as frutíferas e adaptadas ao clima local, têm papel essencial nos serviços de provisão, pois fornecem alimento, sombra e abrigo para a fauna e para a população.

Em Palmas, segundo Pinheiro, Marcelino e Moura (2020), foram identificados mais de 16 mil indivíduos de 200 espécies arbóreas, sendo mais da metade nativas do Cerrado. As espécies de uso múltiplo, como pequi (*Caryocar brasiliense*) e caju (*Anacardium occidentale*), além de fornecerem alimento a animais e à população, reforçam a função produtiva e social das áreas verdes, integrando-as ao cotidiano urbano. Assim, a arborização de Palmas se consolida como elemento multifuncional de provisão ecológica e social, contribuindo para um ambiente mais saudável e resiliente. No entanto, mesmo com essa função multifuncional, os dados também revelam um aspecto preocupante: quase metade das espécies registradas nas áreas verdes de Palmas é composta por espécies exóticas, tanto estrangeiras quanto provenientes de outros biomas do Brasil. Essa proporção elevada indica um processo contínuo de substituição da flora nativa.

A distribuição das espécies nas áreas verdes de Palmas reflete tanto as ações do poder público municipal quanto às práticas espontâneas da população. De modo geral, o poder público tende a implantar espécies exóticas de fácil propagação ou de uso comum na arborização urbana, como o *Oiti* (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch) e o *Jamelão* (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). Já a população, por sua vez, prioriza o plantio de espécies que apresentem utilidade direta, como sombra, flores e frutos, o que reforça o caráter social e cultural da arborização urbana e contribui para a diversificação das áreas verdes. Entretanto, algumas dessas espécies exóticas possuem potencial invasor, representando risco à conservação da biodiversidade local e à manutenção da flora nativa do Cerrado, o que reforça a necessidade de planejamento e manejo criterioso nos programas de arborização municipal (Pinheiro, Marcelino e Moura, 2018). Esse cenário exige, portanto, uma reflexão sobre os riscos ambientais associados ao uso indiscriminado de espécies introduzidas. A presença de exóticas amplamente plantadas em Palmas muitas vezes por apresentarem rápido crescimento ou utilidade imediata pode desencadear processos de invasão biológica, afetando a regeneração natural do Cerrado e reduzindo a resiliência ecológica das áreas verdes. Um exemplo emblemático é o Nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.), espécie antes utilizada em arborização urbana e reflorestamentos, mas que passou a ser reconhecida como altamente prejudicial à fauna polinizadora e ao equilíbrio ecológico. Em 2024, o Estado do Tocantins publicou a Lei nº 4.540, de 11 de novembro de 2024, proibindo o plantio dessa espécie justamente por seu potencial de causar impactos ambientais significativos e promove o incentivo à plantação de espécies vegetais nativas dos Biomas do Tocantins. Casos como esse demonstram a importância de critérios técnicos rigorosos e de políticas públicas atualizadas

para orientar o manejo e evitar a introdução de espécies que possam comprometer a biodiversidade local.

As espécies já citadas que obtiveram as maiores pontuações no serviço de provisão, se destacam por sua capacidade de fornecer frutos com potencial alimentar e ecológico, que beneficiam tanto a população quanto a fauna local, favorecendo a sustentabilidade do sistema urbano.

Conforme enfatizam De Marco e Assis (2019), é fundamental reconhecer como as árvores urbanas provêm esses serviços e evidenciar seus múltiplos benefícios, de modo que possam atuar em sinergia com outras soluções ambientais e urbanísticas. Espécies como essas exercem fluxos ecológicos que, em conjunto, agregam valor ambiental e social, pois oferecem frutos, sombra, conforto térmico, abrigo para aves, insetos e pequenos animais, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e o controle natural de pragas e vetores. Quando dispostas em conjunto, as árvores formam ambientes de convivência e recreação, reforçando a importância da arborização como elo entre natureza e sociedade. Assim, o serviço de provisão se passa além da dimensão ecológica e assume caráter social e funcional, promovendo bem-estar, segurança alimentar e melhoria da qualidade de vida urbana.

Os resultados relacionados aos serviços de provisão também apresentam relevância prática para a gestão ambiental municipal, pois indicam espécies com potencial alimentar, ecológico e social que podem ser priorizadas em programas de arborização e recuperação de áreas verdes. A incorporação dessas espécies nativas e frutíferas em planos diretores e políticas públicas fortalece a função produtiva e ecológica da arborização, promovendo bem-estar, segurança alimentar urbana e valorização dos espaços públicos de Palmas.

5.5 Limitações e perspectivas futuras

Embora o estudo apresenta resultados consistentes, é importante reconhecer suas limitações. O método baseou-se em dados secundários e análises qualitativas, não incluindo medições diretas de parâmetros microclimáticos (como temperatura e umidade) ou de biodiversidade associada. Ainda assim, o modelo multicritério pode ser aplicado em diagnósticos rápidos de arborização e em outras cidades do bioma Cerrado.

Recomenda-se que pesquisas futuras realizem validação empírica em campo, avaliando o comportamento fenológico, o crescimento e a interação das espécies ranqueadas com a fauna local. Além disso, sugere-se a ampliação do método para incluir indicadores

sociais, como percepção da população e custos de manutenção, visando integrar a dimensão ecológica e social da arborização urbana.

6 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que as espécies nativas do Cerrado apresentam melhor desempenho ecológico e funcional na arborização urbana de Palmas-TO, especialmente nos serviços de regulação e provisão. Das 180 espécies avaliadas, 54,4% são nativas, e estas concentram as maiores pontuações médias, evidenciando maior adaptação às condições locais.

As espécies brasileiras exóticas do Cerrado mostraram desempenho intermediário, enquanto as exóticas estrangeiras foram menos eficientes ecologicamente, sendo mais utilizadas para fins decorativos, reforçando a importância de priorizar espécies regionais no planejamento urbano. O método de ranqueamento adotado mostrou-se eficiente e aplicável como ferramenta de apoio técnico à gestão e seleção de espécies para arborização.

Recomenda-se a priorização de espécies nativas com alto desempenho funcional, a substituição gradual de espécies exóticas de baixa eficiência ecológica, a adoção de diretrizes municipais específicas para plantio e condução de árvores, além da integração da arborização urbana à infraestrutura verde prevista no Plano Diretor. Também se destaca a importância da capacitação contínua das equipes de manejo arbóreo, assegurando a correta identificação, condução e conservação das espécies nativas que fortalecem a resiliência ecológica e a sustentabilidade urbana.

Além disso, destaca-se que a organização das espécies em faixas de desempenho Alta, Média e Baixa constitui um ranqueamento funcional por categorias, elaborado a partir dos critérios ecológicos avaliados. Esse ranqueamento não ordena individualmente as espécies, mas as agrupa conforme sua eficiência ecológica relativa, permitindo identificar quais apresentam maior potencial para a arborização urbana no contexto do Cerrado. Assim, a classificação adotada neste estudo funciona como um instrumento de ranqueamento aplicável à avaliação comparativa das espécies analisadas.

Por fim, nota-se que a valorização da flora nativa é essencial para fortalecer a sustentabilidade, a resiliência ambiental e a identidade ecológica de Palmas, tornando a arborização urbana uma prática estratégica de planejamento e conservação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P. A.; COSTA, J. A. C.; COSTA, C. B. N. **Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento?** *Revista Brasileira De Geografia Física*, v 16, n 03, 2023.
- BRASIL. Lei nº 13.731, de 8 de novembro de 2018. **Autoriza a aplicação de receitas de multas ambientais em arborização urbana e recuperação de áreas degradadas.** *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 nov. 2018.
- CABRAL, P. I. D. **Arborização Urbana: problemas e benefícios.** *Revista Online Ipog Especialize*, 6ª Edição nº 006 Vol.01 , 2013.
- CECCHETTO, C. T.; CHRISTMANN, S. S.; OLIVEIRA, DORN, T. **Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades.** *XVI Seminário Internacional de Educação no Mercosul*, Cruz Alta - RS, 2021.
- COELHO, C. C.; BOSCHETTI, A. C. **Percepção Ambiental sobre florestas urbanas como ferramenta de planejamento e gestão urbana para cidades sustentáveis.** *International Journal of Environmental Resilience Research and Science. Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental*, 2020.
- COTRONE, V. **The Role of Trees & Forests in Healthy Watersheds: Managing Stormwater, Reducing Flooding, and Improving Water Quality.** *Pennsylvania: Penn State School of Forest Resources*, 2008.
- DESHPANDE, P.; SHARMA, R.; LEHIKONEN, A.; THOROGOOD, R. **Native fauna interact differently with native and alien trees in a tropical megacity.** *Science of the Total Environment*, 2023.
- DEMANTOVA, G. C. **Redes Técnicas Ambientais: diversidade e conexão entre pessoas e lugares.** Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2009.
- FOLHARINI, S. O.; DE OLIVEIRA, R. C. **Environmental services and ecosystem services: conceptual difference and application in brazilian environmental legislation.** *Geoambiente On-line*, Goiânia, n. 38, p. 210–229, 2020.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. **Classifying and valuing ecosystem services for urban planning.** *Economia Ecológica*, v. 86, p. 235–245, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. *Balanço sobre o inverno de 2023 em Palmas (TO).* Brasília, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estimativas da população residente para os municípios brasileiros com dados de referência em 1º de julho de 2022.* Rio de Janeiro: IBGE, 2022

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. **Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade.** *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 2019.

DE MARCO, J. C.; ASSIS, E. S. **SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PRESTADOS PELA ARBORIZAÇÃO URBANA.** *Belo Horizonte: UFMG*, 2019.

MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; GOEDE, J. **Structure, function and value of street trees in California, USA.** *Urban Forestry & Urban Greening, Amsterdam*, v. 17, p. 104-115, apr. 2016.

MICKINNEY, M. L. **A urbanização como causa principal da homogeneização biótica.** *Conservação Biológica. Elsevier*, 2005.

MORGENROTH, J.; ÖSTBERG, J.; KONIJNENDIJK, van den Bosch, C.; NIELSEN, A. B.; SJÖMAN, H.; CHEN, W.; JANSSON, M. **Urban Tree Diversity ndash Taking Stock and Looking Ahead.** *Urban Forestry and Urban Greening*, 2015.

MUNEROLI, C. C.; MASCARÓ, J. J. **Arborização urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do carbono atmosférico.** *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 5, p. 160-182, 2010.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S. R. **Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015.** *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, 2017.

PALMAS (TO). **Lei Complementar nº 400, de 2 de abril de 2018.** Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Palmas e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Palmas*, Palmas, TO, n. 2.027, 2 abr. 2018.

PALMAS (TO). **Plano Municipal de Arborização Urbana de Palmas, 2016.**

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. **Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 49, p. 264-282, 2018.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R.; BITTENCOURT, C. R. **Riqueza, diversidade e composição arbórea nas praças de Palmas, Tocantins.** *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental*, v. 32, p. 856-879, 2022.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. **Composição e diversidade arbórea nas quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins.** *Ciência Florestal*, v. 30, n. 2, p. 565-582, 2020.

RAIMUNDO, S.; SARTI, A. C. **Parques urbanos e seu papel no ambiente, no turismo e no lazer da cidade.** *Revista Iberoamericana de Turismo – RITUR*, Penedo, vol. 6, n. 2, pág. 3-24, 2016.

RIBEIRO, N. G. Regis; PINHEIRO, R. T. **Análise multitemporal da cobertura vegetal no plano diretor urbano de Palmas, Tocantins.** *Universidade Federal do Tocantins, Ciência Florestal*, v. 32, n. 2, p. 1024-1046, 2022.

SARUKHÁN, J.; WHYTE, A. (co-presidentes) e Conselho de Editores Revisores da AM. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio. Avaliação do Ecossistema do Milênio**, 2005.

TEIXEIRA, L. F. C. **A formação de Palmas.** *Dossiê Cidades Planejadas na Hinterlândia. Revista UFG*, 2009.

TOCANTINS. Lei nº 4.540, de 11 de novembro de 2024. Proíbe o plantio de *Azadirachta indica* (Nim-indiano) no Estado do Tocantins e dá outras providências. Palmas: Diário Oficial do Estado do Tocantins, 2024.

WOLF, K. L.; LAM, S. T.; MCKEEN, J. K.; RICHARDSON, G. R. A.; BOSCH, van den M.; BARDEKJIAN, A. C. **Urban Trees and Human Health: A Scoping Review.** *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020.