

Article

# Matas Ripárias do Cerrado sob Intensa Fragmentação Apresentam Alta Diversidade, porém baixa Similaridade de Espécies

Jessica Silva dos Reis<sup>1</sup>, Daniela Inácio Junqueira<sup>2</sup>, Mara Lemke-de-Castro<sup>3</sup>, Marcos Henrique André-de-Deus<sup>4</sup>, Renata de Freitas Barroso<sup>5</sup>, Everton Tizo-Pedroso<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestre. Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais do Cerrado. Laboratório de Diversidade, Comportamento e Conservação de Aracnídeos. Universidade Estadual de Goiás. ORCID: 0000-0002-0147-879X. E-mail: reisbio@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutora. Instituto Federal Goiano de Ciência e Tecnologia. Campus Ceres. Goiás. Brasil. ORCID: 0000-0002-8237-1168. E-mail: daniela.junqueira@ifgoiano.edu.br

<sup>3</sup> Doutora. Saneago de Goiás. Morrinhos. Goiás. Brasil. ORCID: 0000-0002-3281-3044. E-mail: maralemke.castro@gmail.com

<sup>4</sup> Especialista. Colégio Estadual da Polícia Militar Dr. Belém. Bela Vista. Goiás. Brasil. ORCID: 0009-0007-0535-0906. E-mail: marcos.deus@educ.go.gov.br

<sup>5</sup> Mestre. Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sociedade. Laboratório de Diversidade, Comportamento e Conservação de Aracnídeos. Universidade Estadual de Goiás. Morrinhos. Goiás. Brazil. ORCID: 0000-0002-0552-7499. E-mail: renatabarroso.bio@gmail.com

<sup>6</sup> Doutor. Laboratório de Diversidade, Comportamento e Conservação de Aracnídeos. Centro de Ensino e Aprendizagem em Rede. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis. Goiás. Brasil. ORCID: E-mail: tizopedroso@ueg.br

## RESUMO

A fragmentação e o isolamento ambiental da vegetação ripária da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, no sul do Cerrado goiano, ameaçam a biodiversidade local e agravam a crise hídrica, o que motivou esta investigação sobre a associação entre os padrões fitossociológico, taxonômico e de diversidade florística e o processo de degradação de comunidades ripárias da sub-região do Baixo Meia-Ponte, Goiás. Para tanto, foram analisados 32 transectos (20m x 4m) na vegetação ripária de quatro cursos d'água, utilizando índices de diversidade e análises morfológicas para identificação taxonômica. Foram identificadas 152 espécies (57 famílias), com maior riqueza no Córrego Bom Jardim (72 espécies). O índice de Shannon ( $H'$ ) indicou maior complexidade florística no Ribeirão Formiga ( $H'=3,32$ ) e Córrego Bom Jardim ( $H'=2,38$ ). A uniformidade foi maior no Córrego Congo ( $J'=0,81$ ) e menor no Ribeirão da Serra ( $J'=0,50$ ), padrão também observado no coeficiente de Mistura de Jentsch ( $QM=0,067$  e  $QM=0,018$ , respectivamente). A similaridade florística variou de 17% a 22%. A heterogeneidade florística observada, com elevada riqueza e variabilidade de espécies, indica uma associação entre a distribuição das espécies e os impactos antropogênicos. Essa associação pode resultar na perda de biodiversidade e no agravamento da crise hídrica na bacia do Rio Meia Ponte.

**Palavras-chave:** conservação; diversidade vegetal; estrutura da vegetação; levantamento florístico; similaridade de espécies.

## ABSTRACT

The riparian vegetation of the Meia Ponte River basin, in the southern Goiás Cerrado, is undergoing continuous fragmentation and environmental isolation. This process threatens local biodiversity and exacerbates the water crisis, prompting this investigation into the association between phytosociological, taxonomic, and floristic diversity patterns and the degradation of riparian communities in the Lower Meia Ponte sub-region. We analyzed 32 transects (20m x 4m) in the riparian vegetation of four watercourses, using diversity indices and morphological analyses for taxonomic identification. A total of 152 species (57 families) were identified, with the highest richness found in the Bom Jardim Stream. The Shannon index ( $H'$ ) indicated higher floristic complexity in the Formiga Stream ( $H'=3.32$ ) and Bom Jardim Stream ( $H'=2.38$ ). Evenness was higher in the Congo Stream ( $J'=0.81$ ) and lower in the Serra Stream



Submissão: 11/06/2024



Aceite: 17/10/2024



Publicação: 14/11/2024



( $J'=0.50$ ), a pattern also observed in the Jentsch's Mixing coefficient. Floristic similarity ranged from 17% to 22%. The observed floristic heterogeneity, with high species richness and variability, indicates an association between species distribution and anthropogenic impacts. This association may result in biodiversity loss and a worsening water crisis in the Meia Ponte River basin.

**Keywords:** conservation; plant diversity; vegetation structure; floristic survey; species similarity.

## Introdução

O Estado de Goiás abriga ampla variedade de ambientes naturais e representa uma região estratégica para a conservação dos recursos hídricos no Brasil. Seu território é cortado por três importantes bacias hidrográficas: Paraná, Araguaia-Tocantins e São Francisco (Nascimento 1992). Além disso, o sudoeste de Goiás encontra-se sobre o aquífero Guarani, um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo (Alves & Castro 2009).

Entre os principais rios que compõem a hidrografia do estado estão o Meia Ponte, Paranaíba e São Marcos, cursos d'água de grande extensão e relevância social (Santos et al. 2016). A bacia do rio Meia Ponte abastece cerca de metade da população goiana, abrangendo diretamente 39 municípios (Goularte et al. 2013; Rocha & Veiga 2011; Soares et al. 2020). A sub-bacia do Baixo Meia-Ponte possui a maior área territorial em relação às sub-bacias do Alto e Médio Meia Ponte, englobando 15 municípios (Fagundes et al. 2016; Oliveira et al. 2013). Esta região, localizada no sul do Cerrado goiano, é predominantemente ocupada por áreas de pastagens e agricultura mecanizada, devido ao seu elevado potencial para atividades agrosilvopastoris (Oliveira 2013). Como resultado, enfrenta pressões ambientais de ordem econômica, social e climática.

Essas pressões levaram o Decreto Estadual nº 9.872, de maio de 2021 (Goiás 2021), a declarar situação de emergência hídrica na bacia do Meia Ponte resultante de ações antrópicas, e a propor medidas de revitalização e conservação da bacia e suas microbacias. A bacia é afetada por diversas fontes de poluição, como o lançamento de esgotos domésticos e industriais, fossas negras/sépticas que contaminam o lençol freático, desmatamento, expansão urbana, aumento das áreas de cultivo de grãos e espécies para silvicultura, criação de novas áreas de pastagem e degradação em áreas próximas a hidrelétricas (Carvalho & Siqueira 2011; Guimarães et al. 2010).

As zonas ripárias desempenham um papel central nesse cenário, pois estão localizadas próximas a nascentes, rios, lagos e encostas. Elas são reconhecidas pela legislação como Áreas de Preservação Permanente (APPs), desempenhando uma função ambiental vital na preservação dos recursos hídricos. A proteção dessas áreas é essencial para o equilíbrio solo, água, flora e fauna, especialmente em áreas consideradas críticas e fortemente impactadas pela ação humana (Felfili et al. 2005; Sano et al. 2008).

A delimitação das zonas ripárias é o primeiro passo para efetiva preservação das APPs (Kiüll & Dias 2010; Zakia et al. 2009). Nessas áreas, as matas ripárias exercem importante papel para manutenção hidrológica e ecológica, proporcionando benefícios como: (a) favorecer o escoamento natural da água; (b) manter a qualidade da água; (c) estabilizar geologicamente as margens dos cursos hídricos; (d) garantir o equilíbrio térmico da água para a ictiofauna; (e) conservar o solo contra erosão e empobrecimento mineral; (f) preservar o fluxo gênico da fauna e flora; (g) funcionar como corredores ecológicos, facilitando o deslocamento das espécies; (h) formar barreiras contra produtos químicos, como defensivos agrícolas; (i) atender às demandas biológicas das espécies, entre outras funções (Alckmin et al. 2014; Attanasio et al. 2012; Attanasio et al. 2006; Kuntschik et al. 2011; Secundini 2018).

Diante desse panorama, nosso estudo tem como objetivo (I) registrar as espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas, palmeiras, bambus e trepadeiras nativas em comunidades ripárias do Cerrado; (II) descrever o perfil fitossociológico, a composição e distribuição taxonômica da vegetação; (III) comparar a riqueza de plantas entre as áreas de estudo; (IV) avaliar a suficiência florística entre as áreas de estudo e entre elas; (V) Analisar a relação entre a presença de espécies típicas de áreas perturbadas; (VI) mensurar a diversidade e similaridade



biológica entre as comunidades de vegetação ripária; e (VII) relacionar o grau de modificação estrutural do ambiente com o estado de conservação local da microrregião Meia Ponte. Assim, pretendemos investigar o estado de conservação dessas áreas a partir da análise de sua composição florística, taxonômica e fitossociológica.

## Material e métodos

### *Descrição da área de estudo*

Foram selecionadas florestas ripárias de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ao longo de quatro cursos d'água em diferentes microbacias, dentro do domínio Cerrado, sob influência da estrutura hidrográfica da bacia do rio Meia Ponte. Essas formações vegetais totalizam uma área de 2.560 m<sup>2</sup> em APPs localizadas em propriedades particulares, correspondendo a quatro zonas de mata de galeria.

As áreas de estudo situam-se na região sul de Goiás, na microrregião Meia Ponte (Figura 1), envolvendo cursos hídricos dos municípios de Morrinhos, (17°43' 54"S e 49°06' 03"O) e Piracanjuba (17°17' 47"S e 49° 00' 38"O) (Figura 2). Essas áreas estão inseridas na bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, que abrange 12.323 km<sup>2</sup>, o que equivale a 3,6% do território do estado de Goiás.

As zonas ripárias amostradas encontram-se nos leitos do Ribeirão da Serra, Córrego Congo e Bom Jardim, na zona rural do município de Morrinhos (Costa et al. 2021). Os córregos Ribeirão da Serra e Córrego Congo são afluentes da microbacia da Serra, enquanto o córrego Bom Jardim é afluente da microbacia do Formiga (Lima 2007). O Córrego da Mata está situado na microbacia hidrográfica da Mata no município de Piracanjuba-GO.

A região apresenta clima tropical ou de savana (Aw ou As), com estações bem definidas: um período seco de maio a setembro e outro chuvoso de outubro a abril (Lima 2007). Os solos predominantes são típicos do Cerrado, com Latossolo Vermelho nas áreas de planalto e Argissolo Vermelho-Amarelo nas encostas (Vieira et al. 2017).

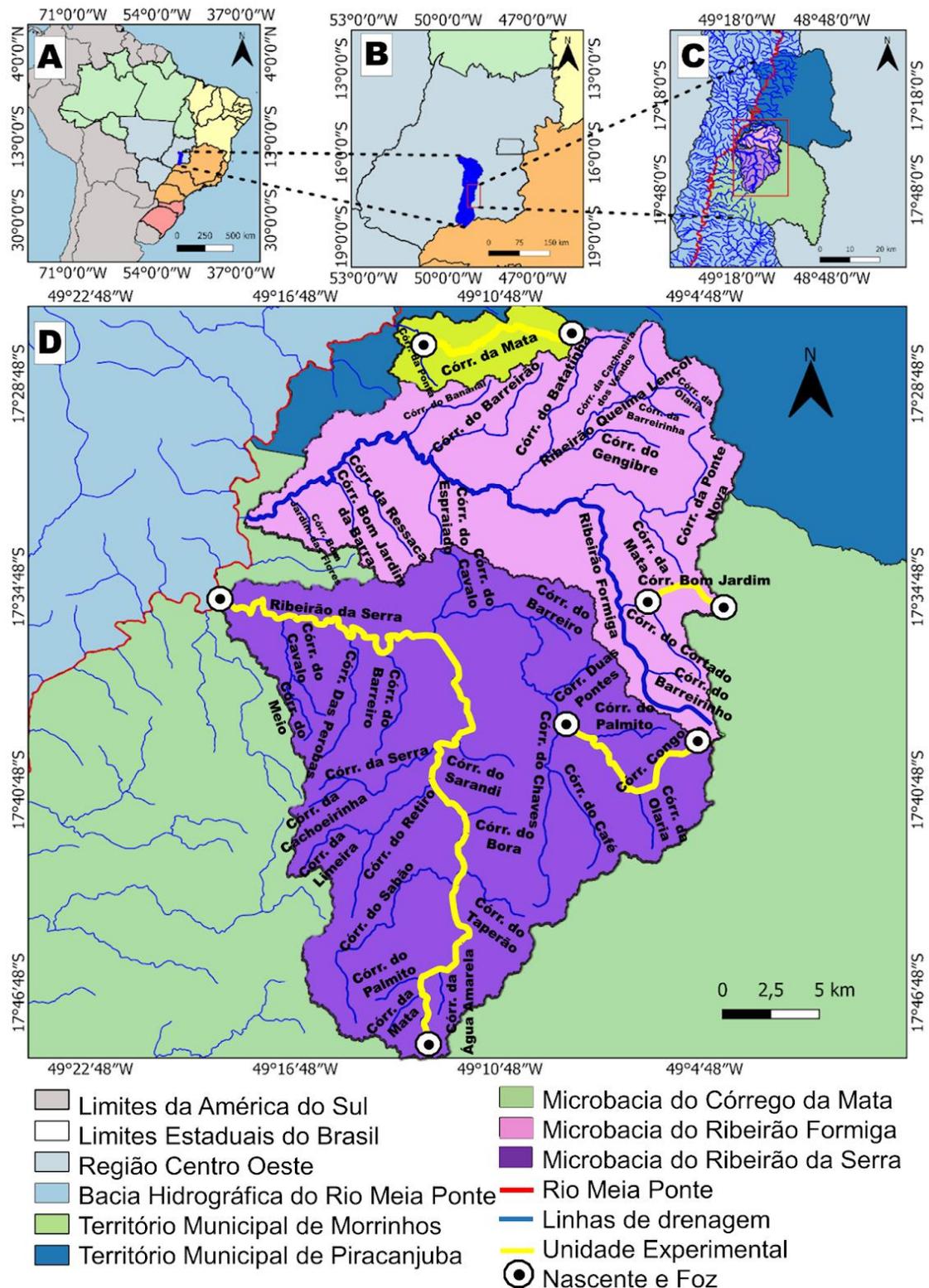


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte nos municípios de Morrinhos e Piracanjuba, Goiás. (A) Localização da bacia do Meia Ponte no Brasil; (B) Posição da bacia no sul do Cerrado goiano; (C) Foco das microbacias em âmbito municipal; e (D) Comunidades de estudo.

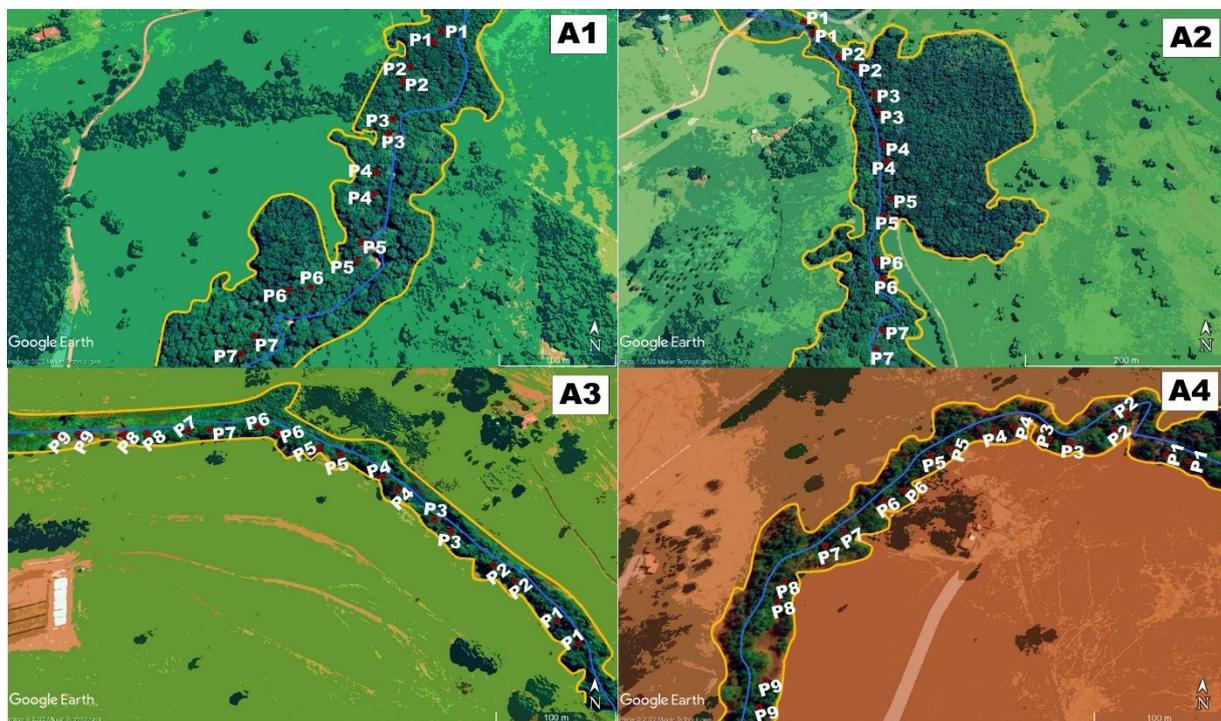
Fonte: elaborado pelos autores.



## Amostragem

Para a investigação dos padrões vegetativos foi estabelecida uma subárea de análise para cada área de estudo (floresta ripária) adotada para execução do trabalho. Foram delimitados 32 transectos lineares, totalizando 20,256 hectares, com dimensões de 20m x 4m, espaçados a 50m entre si (Figura 2). O número de transectos variou entre as áreas de estudo, sendo 7 em (A1 e A2) e 9 em (A3 e A4). Para garantir a comparabilidade entre as áreas, realizamos uma extrapolação dos dados (método não-paramétrico), uniformizando os resultados e considerando essa variação no número de transectos. Os transectos amostrados localizam-se em florestas ripárias: (A1) situada ao norte, a 5,47 km de Morrinhos; (A2) ao nordeste, a 4,09 km de Morrinhos; (A3) a noroeste, a 14,87 km de Morrinhos; e (A4) ao norte, a 22,72 km de Piracanjuba (Figura 2).

Para todas as plantas encontradas nos transectos, foram registrados: número de indivíduos vivos e mortos, hábito (arbóreo, arbustivo, subarbustivo, herbáceo, cipó, epífita), presença ou ausência de transudatos (tipo, cor, odor e textura), presença ou ausência de estruturas no fuste (tricomas, espinhos, sapopemas e características da casca e raízes) e características morfológicas das folhas, flores e frutos (Felfili et al. 2005; Procópio & Secco 2008; Rotta et al. 2008).



Legenda: — Vegetação ripária da área de estudo  
 — Linhas de drenagem do Ribeirão da Serra (A1), Córrego Congo (A2), Córrego Bom Jardim (A3) e Córrego da Mata (A4)

● **P\*** Transectos amostrados por área (obs: numeral que acompanha P “ponto de coleta ou transecto amostral” evidencia quantitativo, início e fim de cada transecto).

Figura 2. Vista aérea das áreas estudadas, com pontos de referências utilizados na metodologia dos transectos lineares: Ribeirão da Serra (A1) (17°42'08.24"S, 49° 11'51.66"O); Córrego Congo (A2) (17°40'28.37"S, 49° 07'13.70"O); Córrego Bom Jardim (A3) (17°34'53.53"S, 49° 04'59.94"O) e Córrego da Mata (A4) (17°27'04.91"S, 49° 10'42.49"O). Fonte: elaborado pelos autores.



A amostragem da vegetação foi realizada na estação seca e início da chuvosa, entre os meses de agosto a novembro de 2021, com cada área sendo amostrada uma vez. A identificação das espécies foi realizada com auxílio de chaves dicotômicas e manuais/guias de plantas nativas e naturalizadas. Além disso, foram ainda utilizadas informações disponibilizadas pelos sites Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>), GBIF - Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>), Herbário Digital (<https://pirenopolis.tur.br/meioambiente/herbariodigital>) e pelo SiBBR - Sistema de informação sobre a biodiversidade brasileira ([https://sibbr.gov.br/?lang=pt\\_BR](https://sibbr.gov.br/?lang=pt_BR)). O esforço amostral foi analisado por meio do teste de rarefação. Para tal, foram incluídos todos os indivíduos de espécies adultas dos estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo palmeira, trepadeira e bambu.

### Análise dos Parâmetros Fitossociológicos

A estrutura florestal das quatro áreas de estudo (Figura 1) foi analisada com base em parâmetros fitossociológicos, como a densidade total ( $D_t$ ), que fornece uma estimativa da quantidade de vegetação encontrada por hectare; a densidade absoluta ( $D_a$ ), que estabelece a estimativa do total de indivíduos; a densidade relativa ( $D_r$ ), utilizada para determinar o padrão de distribuição populacional nas áreas; a frequência relativa ( $F_r$ ), que permite a comparação da distribuição dos dados em relação ao total; e o índice de valor de importância ( $V_i$ ), utilizado para avaliar o potencial florestal e retratar a relevância ecológica de cada espécie na comunidade vegetal (Freitas & Magalhães 2012; Lima et al. 2019).

### Composição florística

A composição vegetativa dos fragmentos foi analisada para determinar a riqueza, abundância e similaridade entre as áreas de estudo. A abundância de espécies de cada família foi utilizada para definir o perfil taxonômico florístico local. A composição florística foi baseada no sistema de classificação de Constance (1988), organizando as espécies por ordem alfabética e acompanhado informações como estado de conservação, endemismo, origem, domínios fitogeográficos, tipo de vegetação e hábito. As espécies amostradas foram agrupadas em três categorias de classificação: (1) Endemismo: espécies encontradas exclusivamente no Brasil; (2) Origem: forma de predominância da vegetação no território brasileiro (nativa naturalizada, exótica e cultivada); (3) *Status*: estado de conservação das espécies, seguindo os critérios do sistema de categorias de ameaça da lista vermelha da IUCN para o Brasil (MMA 2022; Reflora 2021).

### Diversidade florística

A diversidade florística entre os quatro fragmentos de vegetação foi analisada utilizando o índice de similaridade de Shannon. A uniformidade na distribuição dos indivíduos foi avaliada pelo índice de Equidade de Pielou, (Torres et al. 2017). A Composição florística foi medida pelo Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) (Hosokawa 1981). A similaridade de espécies foi investigada aplicando-se o índice de Jaccard no Software R 4.0.5 (Team 2021), e as curvas de rarefação foram estimadas no Estimates 9.1 (Colwell 2013). O tamanho das populações de plantas foi caracterizado pelo índice diversidade de Shannon Wiener ( $H'$ ) (Amaral et al. 2013; Rodal et al. 2013).

O coeficiente de similaridade de Jaccard ( $S_j$ ) foi utilizado para avaliar a similaridade da composição de espécies entre as áreas Oliveira & Alves (2017). O Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) foi aplicado para indicar a média da composição florística de cada espécie encontrada nos fragmentos, utilizando a



equação  $QM = \frac{S}{N}$  (Lima et al. 2013; Pinto 2006; Souza et al. 2019). A curva de rarefação foi estimada para a riqueza de espécies por meio de estimadores não-paramétricos: Jackknife 1 e Chao 2, considerando-se sua adequação para descrever padrões de plantas raras ou dominantes (Silva & Corrêa-Neto 2020).

## Resultados

No levantamento botânico, foram registrados 6.285 indivíduos pertencentes a 152 espécies e 57 famílias de plantas (Figura 3). A relação de espécies inventariadas em cada uma das áreas foi disponibilizada como Material Suplementar. As famílias com maior riqueza de espécies foram Rubiaceae (3,57%), Acanthaceae e Malvaceae (4,17%), Annonaceae (4,76%), Meliaceae (4,96%), Poaceae (7,74%) e Fabaceae (21,63%). Juntas, essas sete famílias representam 51% de todas as plantas amostradas nas quatro áreas de estudo.

As espécies com os maiores índices de densidade absoluta e relativa entre as plantas comuns nas áreas de estudo foram *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Unha-de-vaca), *Ruellia jussieuoides* Schltld. & Cham. (Ruélia-azul) e *Smilax fluminensis* Steud. (Salsaparrilha), enquanto os menores valores foram observados para *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (Bambuzinho-do-Cerrado), *Croton urucurana* Baill. (Sangra-d'água) e *Psidium guineense* Sw (Araçá-verdadeiro). A densidade total comum nas matas ripárias do Cerrado foi de 24.550,78 indivíduos/ha.

A área A1 apresentou densidade absoluta de 28.196,43 ind/ha. Sete espécies representaram 77,42% do total amostrado, com destaque para *Olyra latifolia* L. (Carrycillo), que contribuiu com 21,50% do total e uma frequência de 5,08%. As plantas mais abundantes foram *Aphelandra longiflora* (Lindl.) Profice (Erva-de-gato), *Lepidagathis floribunda* (Pohl) Kameyama (Poaia), *Maranta leuconeura* E. Morren (Maranta-pena-de-pavão), *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. (Cantaria), *Paspalum virgatum* L. (Capim-navalha) e *Piper aduncum* L. (Jaborandi-do-mato). *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. apresentou os menores valores na análise da distribuição espacial, com 5,22%. *Olyra latifolia* L. e *Paspalum virgatum* L. tiveram os maiores índices de importância ambiental, totalizando 42,24%.

A área A2 apresentou densidade absoluta de 16.053,57 ind/ha, com três espécies de maior abundância: *Lepidagathis floribunda* (Pohl) Kameyama (Poaia), *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Guariroba), *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster (Braquiária). *Lepidagathis floribunda* (Pohl) Kameyama foi a mais frequente, com 2,46%, seguida por *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. com 1,64%, enquanto *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster apresentou o maior índice de importância, com 17,51%.

A área A3 registrou a maior densidade absoluta (32.388,89 ind/ha). Dez espécies se destacaram pela representatividade, incluindo *Anthurium pentaphyllum* (Aubl.) G. Don (Antúrio), *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (Capim-elefante), *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltr.) Micheli (Chapéu-de-couro), *Hedychium coronarium* J. Koenig (Lírio-do-brejo), *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (Capim-colonião), *Olyra latifolia* L. (Carrycillo), *Panicum sellowii* Nees (Bambuzinho), *Ruellia jussieuoides* Schltld. & Cham. (Ruélia-azul), *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo (Banana-de-macaco) e *Typha domingensis* Pers. (Taboa), totalizando 83,43%.

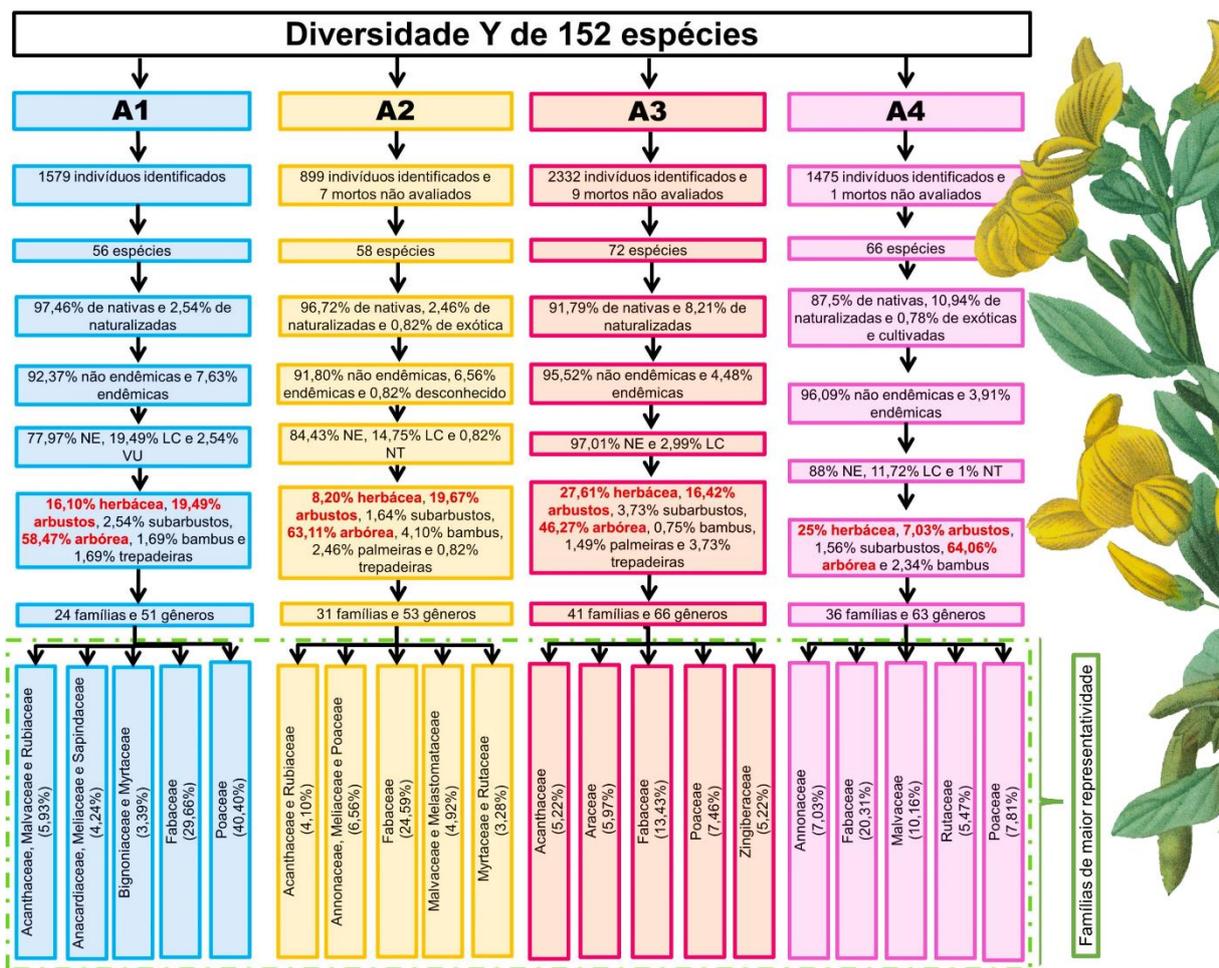


Figura 3. Diagrama da composição florística e taxonômica obtido do inventário botânico das matas ciliares do Cerrado: Ribeirão da Serra (A1); Ribeirão Formiga (A2); Córrego Bom Jardim (A3) e Córrego da Mata (A4). \* $\gamma$  (gama); NE (não avaliada); LC (segura ou pouco preocupante); NT (quase ameaçada); VU (Vulnerável); em vermelho (tipos de hábitos vegetais de maior percentual no levantamento florístico realizado). Fonte: elaborado pelos autores.

Para a área A3, *Hedychium coronarium* J. Koenig foi a espécie mais frequente, com 5,19%, enquanto *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone apresentou a menor proporção (0,74%) em relação às outras espécies. *Typha domingensis* Pers. teve o maior valor de importância, com 45,06%, seguida por *Hedychium coronarium* J. Koenig, com 23,24%.

Na área A4, a densidade absoluta foi de 20.486,12 ind/ha, com quatro espécies de maior representatividade. A variação de densidade relativa foi de 3,8% para *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (Esporão) até 40,74% para *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (Bambuzinho-do-Cerrado). *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. e *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D. Webster tiveram as maiores frequências, 3,91% e 7,03%, respectivamente.

Quanto à diversidade e dissimilaridade florística entre as quatro áreas de estudo, o índice de Shannon ( $H'$ ) variou de 2,01 a 3,32, sendo: (A1)  $H'$  2,01; (A2)  $H'$  3,32; (A3)  $H'$  2,38; e (A4) 2,29. A equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi: (A1)  $J'$  0,50; (A2)  $J'$  0,81; (A3)  $J'$  0,55; e (A4)  $J'$  0,54. O coeficiente de Mistura de Jentsch (QM), utilizando para representar a composição florística da formação florestal, indicou quocientes: QM de 0,018 ou 1:55,56 para A1; QM de 0,067 ou 1:16,47 em A2; QM de 0,032 ou 1:31,25 em A3; e QM de 0,046 ou 1:21,74 em A4. Na análise de similaridade de Jaccard, foram identificados dois agrupamentos com algum grau de



semelhança (Figura 4). As áreas A1 (Ribeirão da Serra) e A2 (Córrego da Mata) apresentaram 31% de similaridade, enquanto a mata de galeria do Córrego Bom Jardim (A3) e Córrego da Mata (A4) mostraram 25% de similaridade entre as suas diversidades florísticas. O coeficiente de similaridade ( $S_j$ ) das quatro áreas variou de 17 a 22%, evidenciando baixa similaridade entre as suas diversidades florísticas.

As curvas de rarefação das áreas não atingiram completa estabilização, sugerindo que o levantamento pode não ter capturado toda a riqueza de espécies. Com um maior esforço amostral, mais espécies poderiam ser encontradas. Por isso, foi realizada a extrapolação dos dados para mitigar esse efeito, fornecer estimativas mais robustas da riqueza e das relações de similaridade. No entanto, a baixa similaridade observada pode ser influenciada pela não estabilização das curvas de rarefação.

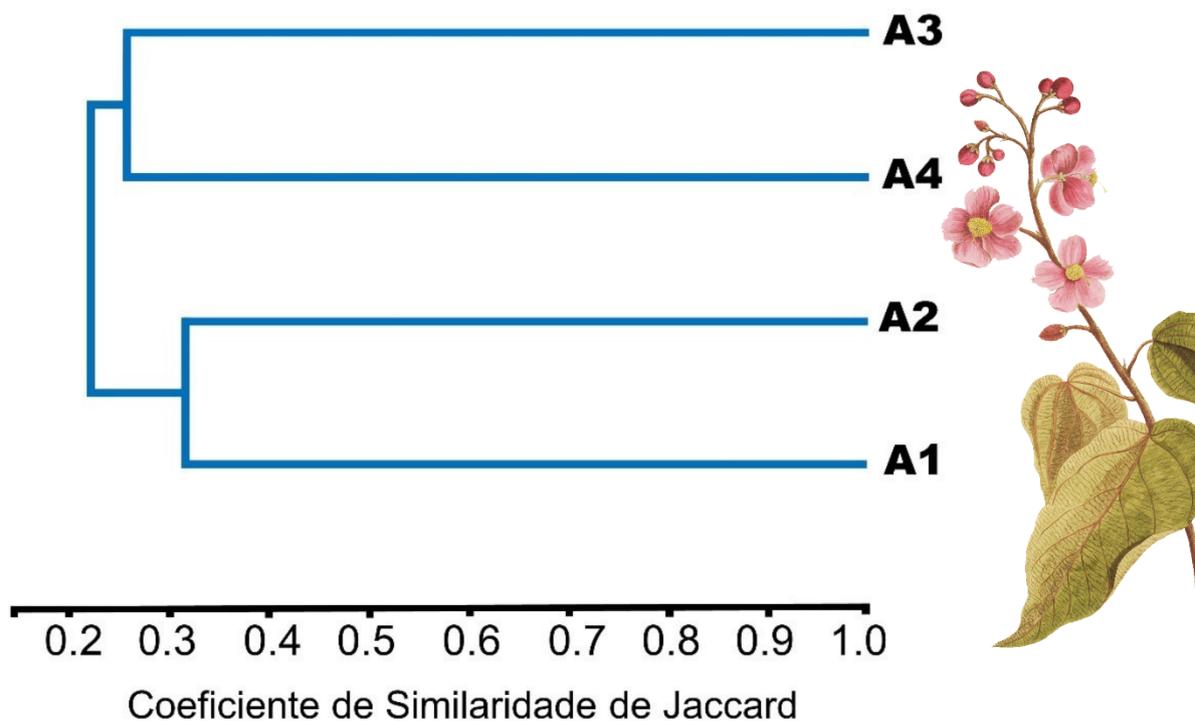


Figura 4. Dendrograma do coeficiente de similaridade de Jaccard, obtido a partir do inventário botânico das matas ciliares do Cerrado: Ribeirão da Serra (A1); Ribeirão Formiga (A2); Córrego Bom Jardim (A3) e Córrego da Mata (A4). Fonte: elaborado pelos autores.

Para todas as áreas, mesmo com o acréscimo do número de amostras pela extrapolação, o percentual de espécies continuou a crescer (Figura 5). No entanto, a área A1 alcançou valor médio do índice de similaridade de Mau Tau sem extrapolação, de 56 espécies, com uma estimativa de 74,86% pelo Jackknife 1 e 67,00% pelo Chao 2. A riqueza total estimada por Jackknife 1 para a área A2 foi de 78,57%, e o estimador Chao 2 para espécies raras indicou 72,79%. O valor médio acumulado por área foi de 58 espécies (Figura 5B). A área A3 apresentou uma riqueza de espécies superior à A2, com 72 espécies (Figura 5A). O estimador de Jackknife 1 indicou uma significância de 104,89%, enquanto o Chao 2 foi de 97,74% (Figura 5C). Já os dados para a área A4 evidenciam uma riqueza de 66 espécies (Figura 5D), com uma linha de tendência mínima de 55,97 e máxima de 76,03, comprovando uma insuficiência amostral de 98,89% (Jackknife 1) e um valor de 105,47% para o estimador Chao 2, que considera espécies raras.

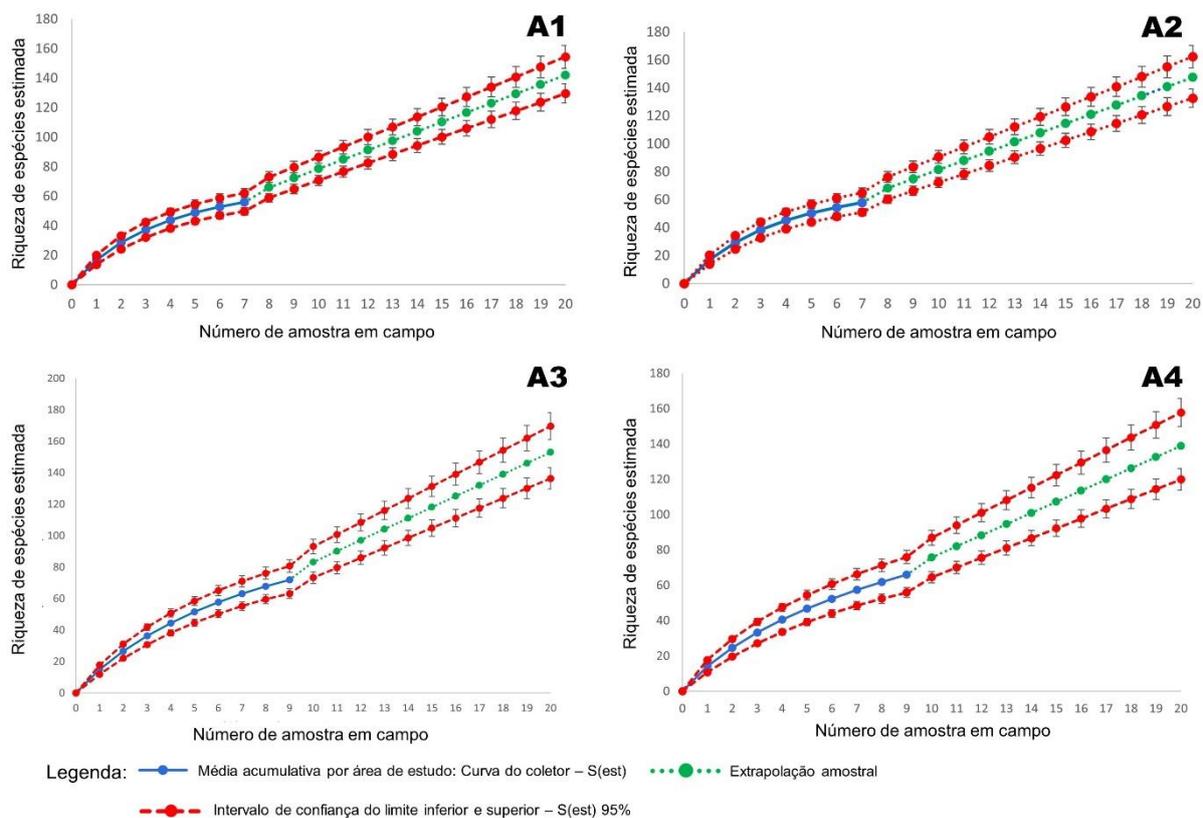


Figura 5. Curvas de rarefação e extrapolação de espécies observadas nas fitofisionomias de Mata Ripária do Cerrado: Ribeirão da Serra (A1); Ribeirão Formiga (A2); Córrego Bom Jardim (A3) e Córrego da Mata (A4). As linhas azuis indicam a riqueza obtida para cada ambiente, enquanto as linhas verdes indicam a riqueza esperada para o total simulado de 20 transectos em campo. Fonte: elaborado pelos autores.

## Discussão

A composição florística e taxonômica das áreas de estudo pode estar relacionada ao tamanho dos fragmentos de vegetação ripária, sugerindo que, quanto menor o fragmento, maior poderá ser a frequência de espécies naturalizadas e exóticas (Material Suplementar). A exemplo, as áreas do Córrego Bom Jardim (A3) e da Mata (A4) apresentam maiores frequências de espécies oportunistas e de transição de mata para brejo (Figura 3 e 4).

A similaridade e a riqueza encontradas nos fragmentos ripários indicam a existência de características florísticas distintas ao longo da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte. Os padrões de distribuição taxonômica e composição florística também sugerem maior afinidade com vegetações secundárias situadas em florestas ripárias do Cerrado central (Carvalho et al. 2013; Imaña-Encinas et al. 2007; Santana & Imaña Encinas 2008; Silva et al. 2002).

O levantamento identificou 152 espécies e 57 famílias, valores similares aos parâmetros fitossociológicos encontrados em outros estudos de vegetação ripária do Cerrado. Estudos realizados Campinas -SP e Pirenópolis -Goiás, em florestas ripárias “estacional semidecídua”, identificaram uma variação de 80 a 83 espécies, distribuídas divididas entre 35 e 38 famílias, associadas ao grau de conservação do ambiente (Carvalho et al. 2013; Imaña-Encinas et al. 2007). Esses estudos evidenciam a relação entre a fragmentação e a riqueza de espécies vegetais, sugerindo que, ambientes fragmentados tendem a apresentar menor riqueza e abundância de espécies em comparação com áreas mais conservadas.



Os fragmentos das áreas ripárias avaliados continham plantas típicas de outras formações fitofisionômicas do Cerrado, como *Annona crassiflora* Mart. (Araticum-do-cerrado), *Aspidosperma macrocarpon* Mart. & Zucc. (Guatambu), *Curatella americana* L. (Lixeira), *Hirtella glandulosa* Spreng. (Vermelhão), *Plenckia populnea* Reissek (Marmelo-do-cerrado) e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Pimenta-de-macaco), comuns no Cerrado *sensu stricto*; além de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba) e *Platypodium elegans* Vogel (Faveiro), típicas de áreas de Cerradão (Ivanauskas et al. 1999; Silva-Júnior 2012).

Duas espécies, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr (Garapa) e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo), estão classificadas como vulnerável e quase ameaçada, respectivamente (MMA 2022; Oliveira 2013; SEMA 2023; SiBBr 2022; Silva-Chaves et al. 2018). No entanto, mais da metade das espécies amostradas neste estudo, foi classificada como NE (ainda não foi submetida aos critérios de avaliação de risco), de acordo com MMA (2022); Oliveira (2013); SEMA (2023); SiBBr (2022); Silva-Chaves et al. (2018).

A composição florística das comunidades ripárias (0,056 ha) indica alta diversidade  $\beta$ , abundância, riqueza e variabilidade de espécies, com baixa similaridade florística entre as áreas de estudo (Figura 2). No total, as quatro áreas de estudo compartilharam apenas 9 espécies comuns no Cerrado. As espécies compartilhadas entre as áreas pares (Serra e Congo x Bom Jardim e Mata) apresentaram uma variação de composição  $\beta$  de 12 a 17%, com densidade total superior à observada em fragmentos de Cerrado no sudoeste de Goiás e na floresta estacional semidecidual, além de outras formações de galeria do Rio Mogi Guaçu em São Paulo (Fidelis & Godoy 2003; Ivanauskas et al. 1999; Passos 1998; Rocha et al. 2014).

De acordo com a caracterização de paisagem do Cerrado para famílias, gêneros e distribuição (Ribeiro et al. 2001), nossos resultados são coerentes com outras formações do domínio Cerrado em cursos d'água. As áreas apresentaram composição heterogênea, rica variabilidade de espécies entre as comunidades avaliadas e, conseqüentemente, baixa uniformidade florística. Os indicadores de diversidade, uniformidade e equitabilidade sugerem uma diversidade importante nas áreas estudadas, mas com baixa abundância e similaridade entre elas. A diversidade estimada indica que as espécies não estão distribuídas de forma homogênea, sugerindo ambientes com alta abundância e riqueza local, mas variada entre as áreas amostradas.

A extrapolação dos dados foi realizada para estimar a riqueza de espécies, especialmente nas áreas de menor esforço amostral. Embora as curvas de rarefação não tenham se estabilizado, a extrapolação favoreceu uma visão abrangente da riqueza potencial de espécies. Além disso, oferece uma estimativa robusta, eficiente e usual para complementar análises de riqueza de espécies e de diversidade (Chao et al. 2014; Colwell et al. 2012; Shimadzu 2018). Contudo, enfatizamos que como em qualquer técnica de estimativa, os números projetados podem ser ainda mais complexos do que os indicados na pesquisa. Dessa forma, os resultados fornecem uma base robusta para compreensão dos padrões florísticos locais, mas futuros estudos que contenham maior esforço amostral podem comprovar e/ou revelar ainda mais essas estimativas. A baixa similaridade florística encontrada pode ser resultado de padrões fitogeográficos associados, principalmente, pela forma de distribuição populacional das espécies (Ferreira-Júnior et al. 2008; Gonçalves-Alvim & Fernandes 2001), ou ainda estar associado à abundância de espécies oportunistas, efeito de borda e zonas de transição (Demite & Feres 2008; Macedo et al. 2014), visto que as nossas áreas amostrais fazem transição com áreas antropizadas.

A alta heterogeneidade de espécies (arbóreas, herbáceas, arbustivas, palmeiras, trepadeiras e bambus) sugere que, independentemente das distâncias entre as áreas, o compartilhamento de espécies é baixo. Essa variação está relacionada aos mosaicos de fitofisionomias e à alta diversidade da flora das áreas tropicais (Ferreira-Júnior et al. 2008). As formações florestais avaliadas são resquílios de uma grande variação florística e estrutural dos ambientes naturais antes da fragmentação (Machado et al. 2004). Regiões com essas



características merecem rigorosa conservação, pois possuem uma incalculável riqueza e diversidade derivada de remanescentes florestais (Ferreira-Júnior et al. 2008; Machado et al. 2004).

Os dados observados sugerem que as formações ripárias da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte são essenciais para compreender os impactos ambientais locais e ajudar a minimizar a crise hidrológica (Jordão et al. 2023). Entre as espécies indicadoras de áreas degradadas, *Stachytarpheta cayennensis* (Gervão) é característica de solos secos, areno-argilosos e ricos em matéria orgânica e minerais, típicos de locais impactados pela agropecuária (Pereira 2018). Outras espécies, como *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (Carrapicho), *Brachiaria brizantha* (Brachiaria) e *Cyperus meyenianus* (Tiririca-de-três-quinas), indicam solos compactados de baixa fertilidade e infiltração, com erosão acentuada e alta acidez (Junqueira 2012). *Hedychium coronarium* J. Koenig (Lírio-do-brejo), presente na área A3 com frequência de 5,19%, é considerada uma ameaça à conservação *in situ*, pois compete por recursos e pode obstruir linhas de drenagem e sombrear herbáceas e plântulas, em ambientes abertos, acidentados e/ou sob dossel florestal impactado (Maciel 2011).

A crise da água, intensificada no século XXI devido escassez e estresse hídrico, está diretamente relacionada ao desmatamento, degradação ripária, contaminação e expansão do agronegócio, efeitos do aquecimento global, impactos sociais e econômicos na forma de uso sobretudo da água (Fernandes et al. 2008). A bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte foi declarada em situação de risco imediato de escassez hídrica, com impactos diretos no meio ambiente e na econômica regional (SEMAD 2021). Portanto, a preservação e conservação do Cerrado sul goiano depende de novos estudos e projetos voltados à conservação e à educação ambiental, que possam subsidiar o desenvolvimento sustentável e garantir o equilíbrio socioambiental.

## Conclusão

As matas ripárias observadas no sul do Cerrado goiano, na bacia do Rio Meia Ponte, apresentaram padrões importantes de distribuição espacial e de diversidade de espécies. Para tal, os resultados revelam uma diversidade  $\beta$  entre as áreas com alta heterogeneidade e baixa similaridade. A baixa similaridade sugere que essas áreas abrigam comunidades vegetais distintas e/ou que a riqueza de espécies pode ser maior do que a registrada no estudo. Esses achados reforçam a relevância das APPs e a importância da sua conservação para evitar a perda da biodiversidade local e conseqüentemente garantir a sustentabilidade desses ecossistemas.

## Agradecimentos

À Profa. Dra. Solange Xavier dos Santos, agradecemos pelas valiosas contribuições na versão anterior do manuscrito. Estendemos nossos sinceros agradecimentos aos senhores (as) Adenildo José Rodrigues, Edelvir Astério da Silva, Fabiane das Graças Oliveira, Fabiana Fernandes, Gustavo Fernandes e Ataídio Vitor de Sousa pelo apoio e pelo acesso às Áreas de Preservação Permanentes (APPs) particulares, essenciais para execução da pesquisa. Agradecemos também às senhoras Ana Odete Peixoto da Silva e Marta Moreira Lima, e ao senhor Marcio Alves de Deus, pelo compartilhamento de seus conhecimentos sobre a flora popular, que foram fundamentais nas etapas de identificação florística.

## Referências

Alckmin G, Covas B, Azevedo CMA, Costa ACB 2014. *Cadernos de Educação Ambiental: Matas ciliares*. vol 7. 2 edn. São Paulo,



Alves TM, Castro SS 2009. Vulnerabilidade e risco à contaminação dos solos da área de recarga do aquífero Guarani no Estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia* 29:135-150

Amaral LP, Ferreira RA, Lisboa GS, Longhi SJ, Watzlawick LF 2013. Variabilidade espacial do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener em Floresta Ombrófila Mista Spatial variability of the Shannon-Wiener Diversity Index in a Mixed Ombrophilous Forest. *Scientia Forestalis* 41:083-093

Attanasio CM, Gandolfi S, Zakia MJB, Veniziani Junior JCT, Lima WP 2012. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. *Bragantia* 71:493-501 doi:<https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000001>

Attanasio CM, Lima WP, Gandolfi S, Zakia MJB, Veniziani-Júnior JCT 2006. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP) A method for the identification of riparian zone: São João Creek Watershed (Mineiros do Tietê District, SP, Brazil). *Scientia Forestalis*:131-140

Carvalho GL, Siqueira EQ 2011. Qualidade da água do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil* 2 19-33

Carvalho MB, Bernacci LC, Coelho RM 2013. Floristic and phytosociology in a physiognomic gradient of riverine forest in Cerrado, Campinas, SP. *Biota Neotropica* 13:110-120 doi:<https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000300014>

Chao A, Gotelli NJ, Hsieh T, Sander EL, Ma K, Colwell RK, Ellison AM 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological monographs* 84:45-67 doi:<https://doi.org/10.1890/13-0133.1>

Colwell RK 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. <https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>. Accessed 20 abril 2022

Colwell RK, Chao A, Gotelli NJ, Lin S-Y, Mao CX, Chazdon RL, Longino JT 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5:3-21 doi:<https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>

Constance L 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants by Arthur Cronquist* Madroño; a West American journal of botany

Costa SP et al. 2021. Análise da dinâmica do uso da terra nas Áreas de Preservação Permanentes na microbacia do Ribeirão da Serra no Município de Morrinhos–GO. *Brazilian Journal of Development* 7:4117-4131

Demite PR, Feres RJF 2008. Influência de Fragmentos de Cerrado na Distribuição de Ácaros em Seringal. *Entomologia Neotropical* 37:196-204

Fagundes AKB, Mendes TA, Pereira TSR 2016. Classificação preliminar de corpos d'água com base na resolução Conama nº 357/2005: Caso do rio Meia Ponte-GO. *Ciência e Natura* 38:1382-1393



Felfili JM, Carvalho FA, Haidar RF Year. Published Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. In: Brasília: Universidade de Brasília DDEF (ed) *Workshops da Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal, Bonito-MS e Alto Paraíso de Goiás-GO, 2005*, Brasília, 2005. p 55

Fernandes ALT, Nogueira MAS, Rabelo PV 2008. Escassez e qualidade da água no século 21 29:86-101

Ferreira-Júnior EV, Soares TS, Costa MFF, Silva VSM 2008. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia-MT. *Acta amazônica* 38:673-679

Fidelis AT, Godoy SAP 2003. Estrutura de um Cerrado strico sensu na gleba Cerrado Pé-de-gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasilica* 17:531-539

Freitas WK, Magalhães LMS 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. *Floresta e Ambiente* 19:520-539

Goiás 2021. Decreto N° 9.872, de 26 de maio de 2021. <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103989/pdf>. Accessed 25 de maio 2022

Gonçalves-Alvim SJ, Fernandes GW 2001. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fisionomias do cerrado em Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 18:289-305

Goularte ERP, Marcuzzo FFN, Macedo FC 2013. Estudo hidromorfométrico da área de contribuição da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte a montante de Goiânia/GO. *Revista Eletrônica Geoaraguaia*:147-162

Guimarães AM, Garcia CS, Lopes LS, Muro-Júnior A 2010. Expansão do setor sucroalcooleiro e conflitos gerados pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte. *Enciclopédia Biosfera - Centro Conbecer* 6:1-13

Hosokawa R 1981. Manejo de florestas tropicais úmidas em regime de rendimento sustentado. *Curitiba: CNPq/IBDF/UFPR*:125

Imaña-Encinas J, Macedo LA, Paula JE 2007. Florística e fitossociologia de um trecho da floresta estacional semidecidual na área do ECOMUSEU do Cerrado, em Pirenópolis -Goiás. *Cerne* 13:308-320

Ivanauskas NM, Rodrigues RR, Nave AG 1999. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil.83-99

Jordão LR, Barreira S, Araújo LGO 2023. Termos de ajustamento de conduta em áreas rurais de Goiás e a falsa sensação de recomposição do dano ambiental. *Interações (Campo Grande)* 23:1013-1036 doi:<https://doi.org/10.20435/inter.v23i4.3590>

Junqueira AC 2012. *O papel dos sistemas agroflorestais na recuperação da qualidade do solo no assentamento Sepé Tiarajú, SP, na percepção dos agricultores*. Universidade Federal de São Carlos

Kiill LHP, Dias CTV Year. Published Caracterização e aspectos fenológicos da vegetação ripária de municípios do Submédio São Francisco. In: Embrapa (ed), 2010. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas de mata ciliar no semiárido,



- Kuntschik DP, Eduarte M, Uehara THK 2011. *Matas ciliares*. vol 7. 1 edn. SMA, São Paulo
- Lima DG 2007. *Avaliação da revegetação da mata de galeria no entorno do reservatório de água da fazenda Mandaguari em Indianópolis, MG*. Universidade Federal de Uberlândia
- Lima R, Nakajima NY, Inoue MT, Sampietro JA 2013. Composição florística da entrega natural em floresta ombrófila mista. *Revista acadêmica, Ciências Agrárias ambientais* 11:113-120
- Lima RC et al. 2019. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)* 2:89-100
- Macedo HR, Macedo JA, Bernardi CMM, Moraes MLTd 2014. Composição florística em formações de Cerrado com ação antrópica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 9:76-83
- Machado ELM, Oliveira-Filho AT, Carvalho WAC, Souza JS, Borém RAT, Botezelli L 2004. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, MG. *Revista Árvore* 28:499-516
- Maciel LA 2011. *Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo (Hedychium coronarium Koenig) no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, SP*. Universidade de São Paulo
- MMA 2022. Portaria MMA N° 148, de junho de 2022. Ministério do Meio Ambiente. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anejos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anejos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf). Accessed 06 de outubro 2022
- Nascimento MAL 1992. Geomorfologia do estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia* 12:23
- Oliveira EFT, Alves BH 2017. Cosseno de Salton, Índice de Jaccard e Correlação de Pearson: comparando índices normalizados e absolutos em análise de cocriação de autores. *Em Questão* 23:235-253
- Oliveira GG 2013. *Análise nutricional de mudas de Apuleia leiocarpa (Vogel) JFMacbr. sob diferentes doses de N, P e K*. Universidade Federal de Santa Maria
- Oliveira LFC, Calil PM, Rodrigues C, Kliemann HJ, Oliveira VÁ 2013. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. *Revista Ambiente & Água* 8:222-238
- Passos MJ 1998. *Estrutura da floresta arbórea e remanescentes naturais do Rio Mogi Guaçu-SP*. Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura
- Pereira JT 2018. *Manejo do solo e sua influência na biocenose no sistema prr: um estudo de caso na área da Cooperativa de Produção Agropecuária Cacata LTDA*. Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim
- Pinto MGM 2006. *Diversidade beta, métodos sobre uma comunidade de fatores ambientais e influências ambientais na Amazônia Central*. Universidade Federal do Amazonas



- Procópio LC, Secco RS 2008. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari" (*Couratari* spp. e *Cariniana* spp.-Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará. *Acta amazônica* 38:31-44 doi:<https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100005>
- Reflora 2021. Reflora - Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira. <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=C894E1FC172F1701C00C9709765FC8AC>. Accessed 10 de janeiro 2022
- Ribeiro JF, Fonseca CEL, Sousa-Silva JC 2001. *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. vol 1. vol 1. Planaltina - DF, Embrapa Cerrados
- Rocha E, Reys P, Silva P, Soares MP 2014. Florística e fitossociologia em um fragmento de Cerrado no sudoeste de Goiás. *Global Science and Technology* 7:110-118
- Rocha MC, Veiga AM 2011. Diagnóstico das vazões do Rio Meia Ponte na estação fluviométrica jusante Goiânia. *Anais SNCMA - Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente* 2:1-10
- Rodal MJN, Sampaio E, Figueiredo MA 2013. *Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico*. SBB, Brasília
- Rotta E, Beltrami LdC, Zonta M 2008. *Manual de prática de coleta e herborização de material botânico*. 1 edn. Embrapa Florestas, Colombo
- Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF 2008. *Cerrado: Ecologia e Flora*. vol 2 Brasília
- Santana OA, Imaña Encinas J 2008. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. *Biotemas* 21:29-28
- Santos JGR, Vespucci AG, Bayer M 2016. Estações fluviométricas do estado de Goiás: qualificação dos dados hidrológicos disponíveis na base HIDROWEB/ANA. *Ateliê Geográfico* 10:89-108
- Secundini WH 2018. *Importância da mata ciliar (riparia) na qualidade da água de abastecimento do Rio Piava no ponto de captação de Umarama-PR*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- SEMA 2023. Programa Extinção Zero. Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. [https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/encartelistadeextincaopara.pdf?sfvrsn=720535ce\\_2](https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/encartelistadeextincaopara.pdf?sfvrsn=720535ce_2). Accessed 06 de outubro 2023
- SEMAD 2021. *Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, conforme Resolução N°003, de 10 de abril de 2021, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos*. Secretaria de Meio Ambiente de Goiás, Goiânia - GO
- Shimadzu H 2018. On species richness and rarefaction: size- and coverage-based techniques quantify different characteristics of richness change in biodiversity. *Journal of Mathematical Biology* 77:1363-1381 doi:<https://doi.org/10.1007/s00285-018-1255-5>



SiBBr 2022. *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. [https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/especie/handroanthus\\_impetiginosus](https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/especie/handroanthus_impetiginosus). Accessed 15 setembro 2022

Silva-Chaves PM, Silva JR, Braga MO, Marques NS, Freitas ADD 2018. Physiological seed quality and initial growth of *Handroanthus impetiginosus* seedlings under different levels of shading and substrates. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 13:22 - 26 doi:10.18378/rvads.v13i1.5348

Silva-Júnior MC 2012. *100 Árvores do Cerrado sentido restrito*. Brasília

Silva LO, Costa DA, Santo-Filho E, Ferreira HD, Brandão D 2002. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botanica Brasilica* 16:43-53 doi:<https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000100006>

Silva SC, Corrêa-Neto JJ 2020. Riqueza e composição de Térmitas (Blattodea, Isoptera) em manguezais do litoral amazônico. *Entomological Communications* 2:2675-1305

Soares AK et al. 2020. *Planos de recursos hídricos das unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos do estado de Goiás afluentes ao rio Paranaíba: plano de ação da UPGRH do rio meia ponte*. vol 1 Secretaria de Meio Ambiente de Goiás, Goiânia -GO

Souza KIS, Chaffe PLB, Carvalho Pinto CRS, Nogueira TMP 2019. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. *Águas Subterrâneas* 33:76-86

Team RC 2021. R Fundação para Computação Estatística. <https://www.R-project.org>. Accessed 08 de Agosto 2022

Torres CMME, Jacovine LAG, Oliveira Neto SN, Souza AL, Campos RA, Schettini BLS 2017. Análise fitossociológica e valor de importância em carbono para uma Floresta Estacional Semidecidual. *Floresta e Ambiente* 24:1-10

Vieira TA, Sousa AT, Macêdo MP 2017. *Uso do solo e da água no Ribeirão das Araras em Morrinhos/GO: subsídios ao planejamento ambiental*. Paper presented at the I Simpósio Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade: Os desafios e Perspectivas na Relação Homem/Natureza/Sociedade no Século XXI,

Zakia MJB, Ferraz FFB, Righetto AM, de Paula Lima W 2009. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. *Revista Agrogeoambiental* 1:51-61