

**UNIVERSIDADE FEDERAL UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Anna Flávia de Souza Santos

Juntos e Misturados: Padrões de Agregação Inesperada de Formigas e Aranhas nas
Árvores do Cerrado

Uberlândia/MG

2025

Anna Flávia de Souza Santos

Juntos e Misturados: Padrões de Agregação Inesperada de Formigas e Aranhas nas
Árvores do Cerrado

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao
Curso de Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciada em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Vanessa Stefani Sul Moreira

Coorientadora: Ms. Iasmim Pereira de Freitas

Uberlândia/MG

2025

Anna Flávia de Souza Santos

Juntos e Misturados: Padrões de Agregação Inesperada de Formigas e Aranhas nas
Árvores do Cerrado

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao
Curso de Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciada em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Vanessa Stefani Sul Moreira

Coorientadora: Ms. Iasmim Pereira de Freitas

Uberlândia, 10 de setembro de 2025.

Banca examinadora:

Prof^a. Dra. Vanessa Stefani Sul Moreira
Universidade Federal de Uberlândia - INBIO

Me. Karoline Pádua de Oliveira Dias
Universidade Federal de Uberlândia

Me. Fábio Carlos da Silva Filho
Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Flávia Afonso de Souza e Fabiano dos Santos, que sempre me ofereceram amor, suporte e incentivo para correr atrás dos meus sonhos e conquistar tudo o que eu sempre quis, me deram um norte e foram meu apoio em toda minha trajetória. Agradeço por sempre me ensinarem a enfrentar as dificuldades e por torcerem pelas minhas conquistas.

Agradeço aos colegas de laboratório que me auxiliaram e orientaram desde o início da minha trajetória acadêmica, obrigada pelos momentos juntos, e por fazerem do LHINRA uma segunda casa.

Gostaria de agradecer especialmente à minha coorientadora Iasmim, que desde o início cuidou de mim e me ajudou a florescer tanto academicamente quanto pessoalmente, e hoje se tornou uma das minhas amigas e conselheiras mais queridas.

Agradeço também aos colegas que me apoiaram nas longas coletas, cheias de picadas de carrapato e calor escaldante, principalmente a Barbara e o Geovanni, que conseguiram tornar estes momentos mais leves e engraçados. São minhas memórias favoritas do projeto. Além disso, nessa reta final, foram meus cúmplices tanto para orientação quanto para surtos finais.

E por fim, agradeço à minha orientadora, Vanessa, que apoiou e deu uma chance de crescimento para uma garota que nunca havia visto na vida, mas aceitou e orientou como um dos seus.

Obrigada pelo apoio e pelas memórias que levarei para sempre comigo.

RESUMO

As interações entre espécies que compartilham nichos são temas de estudos entre ecologistas há vários anos. Estudos sugerem que o compartilhamento de nichos e recursos semelhantes leva à exclusão competitiva, porém outra vertente afirma que a exclusão nem sempre ocorre, demonstrando que a coexistência de espécies é possível. Deste modo, existem mecanismos, como a segregação de nicho e partição temporal, que podem proporcionar a coexistência entre espécies, evitando a exclusão. Além da coexistência, outro possível cenário encontrado é a coocorrência de espécies, ou seja, quando elas ocupam o espaço e o tempo simultaneamente.

Este estudo busca avaliar a partição do nicho espaço-temporal como um potencial mecanismo para promover a coexistência estável entre formigas e aranhas nas plantas do cerrado. Para promover esta investigação, as coletas dos artrópodes ocorreram na Reserva Ecológica do Panga e na Reserva Particular do Itororó Park Club, em Uberlândia, entre 2023 e 2024. A técnica de captura utilizada nas coletas dos indivíduos foi uma adaptação do método do guarda-chuva entomológico. Contrariando a premissa inicial do estudo, os resultados dos padrões de escala espacial não mostraram coexistência relacionada à segregação como era o premeditado, em vez disso, o estudo revelou um inesperado padrão de agregação espacial. Em contrapartida, os resultados dos padrões de escala temporal indicam a coexistência por segregação de nicho temporal, essa ausência de sobreposição sugere exploração por recursos em tempos diferentes, o que reduz a competição e favorece a coexistência.

.

Palavras-chave: coexistência; coocorrência; aranhas; formigas; segregação espaço-temporal; agregação.

ABSTRACT

Interactions between species that share niches have been studied by ecologists for several years. Studies suggest that sharing similar niches and resources leads to competitive exclusion; however, another line of thinking asserts that exclusion does not always occur, proving that species coexistence is possible. Thus, mechanisms such as niche segregation and temporal partitioning can enable coexistence between species, avoiding exclusion. In addition to coexistence, another possible scenario is the co-occurrence of species, that is, when they occupy the same space and time simultaneously.

This study aimed to evaluate space-time niche partitioning as a potential mechanism for promoting stable coexistence between ants and spiders in Cerrado plants. To promote this investigation, arthropods were collected from the Panga Ecological Reserve and Itororó Park Club Private Reserve in Uberlândia between 2023 and 2024. The capture technique used for the collection of individuals was an adaptation of the entomological umbrella method.

Contrary to the initial premise of the study, the results of the spatial scale patterns did not show coexistence related to segregation as was intended. Instead, the study revealed an unexpected pattern of spatial aggregation. In contrast, the results of the temporal scale patterns indicate coexistence through temporal niche segregation. This absence of overlap suggests exploitation of resources at different times, which reduces competition and favors coexistence.

Keywords: coexistence; co-occurrence; spiders; ants; spatio-temporal segregation; aggregation.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 4 |
| 2.1 Áreas de estudo | 4 |
| 2.2 Coleta de dados | 4 |
| 2.3 Análises estatísticas | 5 |
| 3. RESULTADOS | 6 |
| 4. DISCUSSÃO | 10 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 12 |

1. INTRODUÇÃO

Investigar se espécies conseguem coexistir ou se a presença de uma limita a ocorrência da outra sempre intrigou os ecologistas ao longo do tempo (Barabás; D'Andrea; Stump, 2018; Brown, 2014; Chesson, 2000; Pickett et al., 1987; Ricklefs, 1996). Gause (1934) propôs que, quando duas ou mais espécies compartilham um mesmo nicho e competem por recursos, em um determinado momento, a espécie mais apta tende a excluir a menos apta, princípio conhecido como exclusão competitiva. De modo semelhante, a teoria da similaridade limitante sugere que espécies que compartilham nichos semelhantes têm menor probabilidade de coexistir estavelmente ao longo do tempo (Macarthur; Levins, 1967). Nesse cenário de competição, as espécies tendem a sofrer fatores limitantes que influenciam na estrutura da comunidade, como limites temporais, espaciais, de disponibilidade de alimento e morfológicos, estes fatores, consequentemente, podem afetar a coexistência desses grupos (Chase et al., 2002; Rákóczi; Samu, 2014).

Apesar disso, evidências empíricas demonstram que a exclusão competitiva nem sempre se concretiza, indicando que outros mecanismos podem mediar a coexistência entre espécies ecologicamente semelhantes (Da Silva Filho; Stefani; Calixto, 2024; Lange et al., 2021). Padrões como segregação de nicho espacial e de partição temporal são exemplos de fatores que promovem a coexistência interespecífica, mesmo com uma sobreposição de requisitos ecológicos (HilleRisLambers et al., 2012). Por exemplo, em um estudo com três espécies de aranhas simpátricas em uma floresta de pinheiros no leste da Austrália encontrou-se uma sobreposição parcial em relação aos nichos, ao tamanho das presas e à taxa de captura (Logunov; Kronestedt, 1997). No entanto, elas possuíam diferença na ocorrência temporal, suas teias ocupavam diferentes alturas na árvore, além de possuírem diferenças no comportamento de captura de presas. Nesse sentido, espécies podem coexistir, sem haver exclusão competitiva, mantendo a estabilidade e assim a diversidade local (Vance, 1985).

Além da coexistência estável, outro padrão possível entre espécies ecologicamente semelhantes é a coocorrência. Nesse cenário, as espécies são encontradas de forma simultânea no espaço-tempo, isso independentemente da associação se manter ao longo do tempo (Lange et al., 2021; Leibold; McPeck, 2006).

Entender a diferença entre coexistência e coocorrência é importante para investigar as interações ecológicas que promovem a estabilidade das comunidades. A coexistência trata de duas ou mais espécies vivendo juntas no mesmo habitat ao longo do tempo enquanto na coocorrência duas ou mais espécies são encontradas juntas simultaneamente no mesmo local e ao mesmo tempo.

Observando as comunidades ecológicas, a relação formiga-planta pode ser benéfica (i.e., mutualística). Em muitos casos, as plantas oferecem às formigas estruturas que funcionam como abrigo. Um exemplo são as acácias, plantas mirmecófitas (Janzen, 1966) que disponibilizam esconderijos, espinhos ocos e folhas modificadas (Dejean et al., 2006; Mayer et al., 2014). Além disso, fornecem recursos alimentares, como corpos nutritivos (Dutra; Freitas; Oliveira, 2006; Mayer et al., 2014) e néctares extraflorais. Em contrapartida, as formigas protegem as plantas contra herbívoros (Moura et al., 2021) e ainda contribuem para a dispersão de sementes (Dáttilo et al., 2009). De forma semelhante, a relação aranha-planta também se caracteriza como mutualística (Vasconcellos-Neto et al., 2017). As aranhas oferecem proteção contra herbívoros (Silva et al., 2020) e, em troca, recebem suplementação alimentar por meio dos néctares extraflorais (Nahas; Gonzaga; Del-Claro, 2017), além de se beneficiarem da maior atração de presas proporcionada por essas plantas (De Oliveira Dias; Stefani, 2024). Um exemplo de mutualismo, entre aranha-planta, foi a pesquisa feita por Handel (Ruhren; Handel, 1999), que registrou um aumento da produção de sementes em planta com presença de aranha, em relação à ausência, no estudo mostra que apesar de alguns comportamentos antagonistas da aranha (e.g., predação de formigas e abelhas) que podem não ser benéfico para as plantas, ainda sim é benéfico desta relação. Assim sendo, as interações formiga-planta e aranha-planta mostram-se importantes nas comunidades ecológicas, influenciando sua estrutura, distribuição e diversidade.

Logo, compreender como fatores ecológicos promovem a coexistência e coocorrência entre espécies com nichos semelhantes é fundamental para entender as dinâmicas das comunidades. Desta forma, o presente estudo busca compreender a partição do nicho espaço-temporal como um potencial mecanismo para promover a coexistência estável entre formigas e aranhas em plantas. Para isso, avaliamos se há padrões de ocorrência de formigas e aranhas em escala espacial e temporal a nível de comunidade vegetal no Cerrado. Acreditamos que embora exista variação sazonal na disponibilidade de recursos, espera-se que formigas e aranhas coexistam nas

árvores por meio da segregação de nicho espaço-temporal, sem apresentar coocorrência.. Em particular, ambos os grupos poderiam (a) ocupar diferentes árvores (padrões de não coocorrência espacial ou segregação de nicho espacial); e (b) apresentar maior abundância de indivíduos em diferentes períodos do ano (padrões de não coocorrência temporal ou segregação de nicho temporal). Essas hipóteses são principalmente baseadas na similaridade de recursos alimentares entre formigas e aranhas, o que pode levar à competição, e posteriormente em segregação de nicho espaço-temporal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas regiões de Cerrado em Uberlândia, no estado de Minas Gerais, Brasil. As duas reservas ecológicas escolhidas foram a Reserva Ecológica do Panga (doravante, EEP) (19°09'20" -19° 11'10" S) e a Reserva Particular do Itororó Park Club (doravante, IPC) (18°59'S, 48°18'W).

Ambas, apresentam sua vegetação caracterizada pela predominância do cerrado sensu stricto e vereda, sendo reconhecidos pela presença de gramíneas, árvores e arbustos tortuosos (Cândido et al., 2009; Silva; Dias; Nakajima, 2022). Segundo a classificação de Köppen (baseado na temperatura e precipitação), a região apresenta um Clima Aw, quente com chuvas de verão, caracterizado por duas estações bem definidas: o período de chuvas (outubro a abril), e a estação seca (maio a setembro) (Novais, 2021; Silva; Dias; Nakajima, 2022).

2.2 Coleta de dados

Em cada localidade, demarcamos cinco transectos com o tamanho de 10x10m e com cinquenta metros de distância, entre si, totalizando dez áreas. - Foram marcadas todas as árvores (em janeiro de 2023) que possuíam diâmetro medido a 1,30 m do solo, superior a 15 cm, de modo que o número de árvores variou em cada transecto.

Durante dois anos realizamos as coletas, sendo dividido em duas coletas por ano, uma no período chuvoso e outra no período seco, no fim obtivemos quatro coletas no total. Para a quantificação dos artrópodes foi utilizada a técnica do guarda-chuva

entomológico, onde duas pessoas seguraram uma lona branca (figura 1a) (adaptado de Garcia, 2008; Ozanne, 2005) embaixo da árvore marcada (Lutinski; Mello, 2005) enquanto outro integrante atribuiu dez leves batidas nos galhos (figura 1b) (Ozanne, 2005). Os artrópodes que caíram na lona foram coletados manualmente (figura 1c), e armazenados em potes com álcool 70% (figura 1d) (Garcia, 2008) logo, encaminhados para o laboratório, onde foi realizada a triagem e identificação (figura 1e), de cada indivíduo por morfoespécies. Posteriormente, os indivíduos foram identificados ao nível de ordem e, quando possível, de família. Em seguida, os dados para aranhas e formigas foram tabulados e analisados.

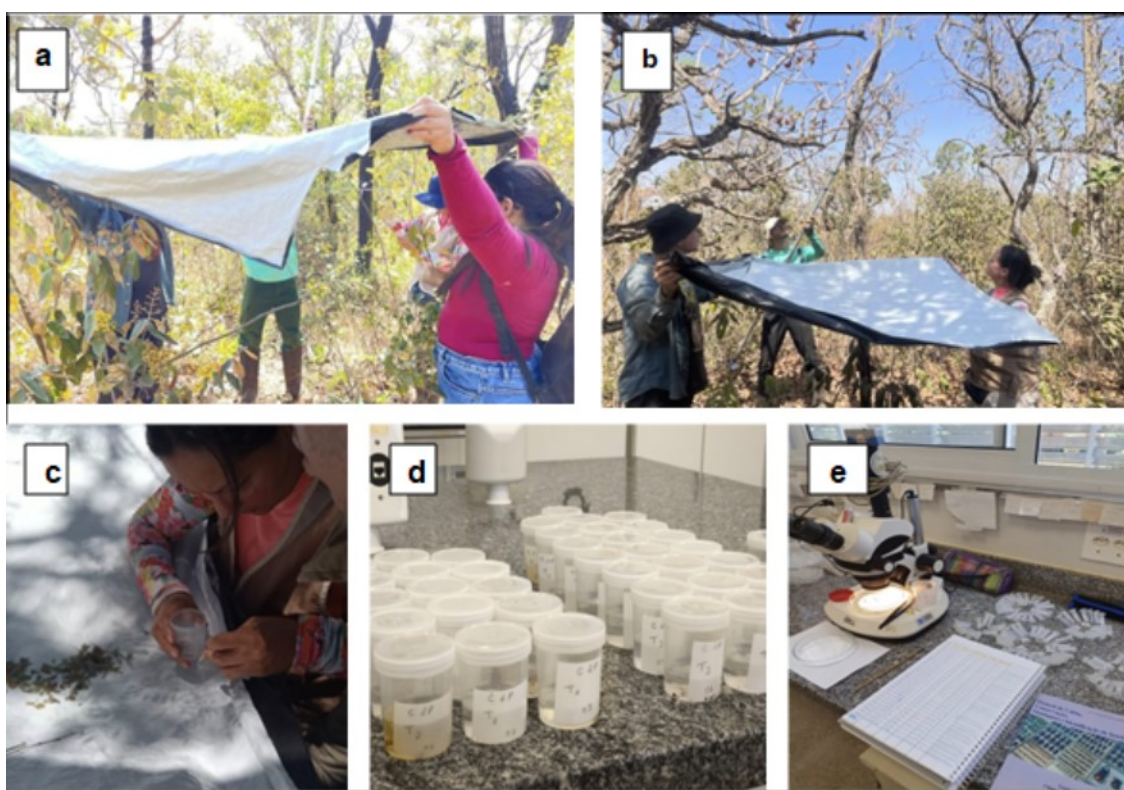


Figura 1 - a) Uso da lona como rede de coleta para a interceptação dos artrópodes desprendidos da vegetação; b) Demonstração da técnica utilizada, dando leves batidas nos galhos; c) Coleta manual de artrópodes; d) Armazenamento dos indivíduos coletados; e) Triagem e identificação taxonômica. (Fonte: Arquivo pessoal – de 2023, 2024 e 2025.)

2.3 Análises estatísticas

Para investigar se formigas e aranhas ocupam diferentes espaços na vegetação (i.e., exibem padrões de não coocorrência espacial ou segregação de nicho), calculamos o Índice C-score (Coocorrência Espacial), que quantifica a

tendência das espécies em evitar coocorrer e construímos uma matriz de presença-ausência de formigas e aranhas. A significância do C-score observado foi testada contra modelos nulos gerados pela função 'cooc_null_model()' do pacote 'EcoSimR' (Gotelli; Ellison, 2013) utilizando o algoritmo 'sim2' com 1000 randomizações. Valores maiores indicam segregação, enquanto valores menores sugerem agregação. Além disso, para fornecer uma visão direta dos padrões de ocorrência, descrevemos as frequências de árvores que apresentaram apenas formigas, apenas aranhas, ambos os grupos ou nenhum deles. Esta análise forneceu uma visão direta dos padrões de ocorrência conjunta.

A associação entre a presença de formigas e aranhas foi testada utilizando o Teste Qui-quadrado de Pearson com correção de Yates ('chisq.test()') do pacote 'stats' (Team, 2016). Para avaliar se a abundância de formigas influencia na presença de aranhas, ajustamos um Modelo Linear Generalizado (GLM) binomial com função 'logit' (função 'glm()') do pacote 'stats' (Team, 2016). A presença das aranhas foi definida como variável resposta (binária) e abundância de formigas como variável preditiva (numérica).

Para investigar padrões de segregação temporal, comparamos a abundância de formigas e aranhas entre períodos (chuva vs. seca) e locais (EEP e IPC). Testes t de Welch (função 't.test()') do pacote 'stats' (Team, 2016) foram aplicados para comparar as abundâncias sazonais de cada grupo.

Para quantificar a sobreposição do nicho temporal entre os grupos, calculamos o índice de Pianka. As abundâncias totais de cada grupo foram agregadas por período para construir uma matriz de abundâncias. A significância foi testada contra modelos nulos gerados pela função 'niche_null_model()' do pacote 'EcoSimR' (Gotelli; Ellison, 2013), utilizando os algoritmos de randomização ra3 e ra4 (1000 repetições cada). Na análise de sobreposição, se for encontrado $p > 0.05$ isso significa que não existe sobreposição entre as formigas e as aranhas entre os períodos chuvosos e secos.

3. RESULTADOS

Na investigação do padrão de partição de nicho espacial as análises das combinações de presença e ausência (índice C-score) revelaram das 457 árvores marcadas, 36.3% abrigavam formigas e aranhas simultaneamente, seguida pela presença exclusiva de aranhas em 27.1% das árvores, e 20.1% por árvores sem

nenhum dos dois grupos. A menor proporção (16.4%) foi de árvores com apenas formigas. (Tabela 1)

Tabela 1 - Ocorrência, Frequência e porcentagem de aranhas e formigas nas árvores. (N=457)

| Ocorrência | Frequência (Aranha/Formiga) | Porcentagem (%) (Árvores) |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Nenhuma | 92 | 20.1 |
| Apenas Aranhas | 124 | 27.1 |
| Apenas Formigas | 75 | 16.4 |
| Ambos Presentes | 166 | 36.3 |

A análise do padrão de escala espacial indicou que a coocorrência entre formigas e aranhas foi menor do que o esperado (C-score observado = 0,14; média dos valores simulados = 0,148; $p < 0,001$). Isso indica que ambos os grupos tendem a ocorrer simultaneamente nas mesmas árvores (Figura 2). Em outras palavras, o baixo valor observado em relação à distribuição nula (SES negativo e extremo) sugere que as espécies estão mais agregadas, ou seja, coocorrem mais do que se estivessem distribuídas aleatoriamente. O teste Qui-quadrado de Pearson, foi usado para avaliar se a abundância de formigas influencia na de aranhas, e também revelou associação estatística significativa entre os grupos ($X^2 = 5.98$, $Gl=1$, $p=0.014$).

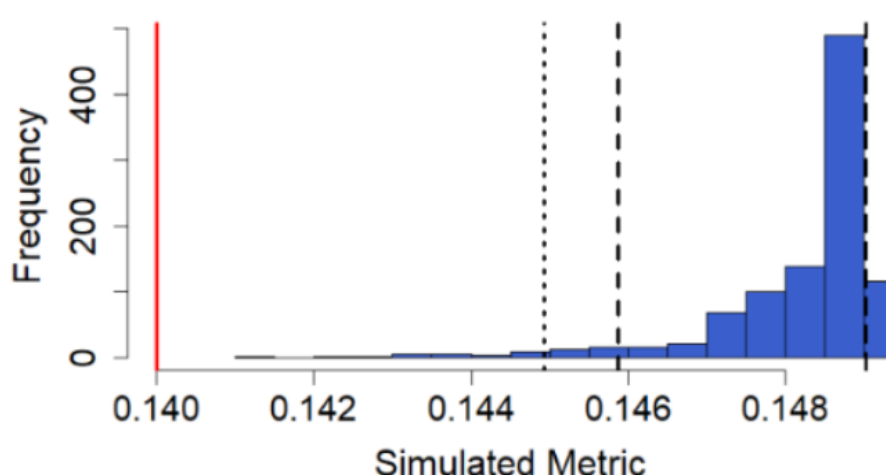


Figura 2- Distribuição dos valores de C-score simulados (histograma azul) e o C-score observado (linha vertical vermelha). As linhas pontilhadas e tracejadas pretas representam os limites inferior e superior do intervalo de confiança de 95% da distribuição simulada, respectivamente. O C-score observado está à esquerda da

distribuição simulada, indicando menor segregação (i.e., agregação) do que o esperado ao acaso.

Na partição de nicho temporal a abundância total de formigas e aranhas foi agregada por período (chuva e seca) e local (EEP e IPC). (Tabela 2)

Tabela 2 Abundância total de formigas e aranhas por período e local.
(N total formigas: 764; N total aranhas 668)

| Período | Indivíduo | IPC | EEP | % (Período/total) |
|---------|-----------|-----|-----|-------------------|
| Chuva | Formiga | 289 | 153 | 57.85% |
| | Aranha | 330 | 107 | 65.42% |
| Seca | Formiga | 241 | 81 | 42.14% |
| | Aranha | 149 | 82 | 34.58% |

A abundância total variou entre períodos e locais (Tabela 2; Figura 3). No entanto, a comparação da abundância total de formigas entre os períodos de chuva e seca: $t = 0.571$, $df = 1.949$, $p\text{-valor} = 0.627$., indicando que não houve variação significativa. Para as aranhas a abundância também não apresentou diferença significativa, o Teste t de Welch : $t = 0.885$, $df = 1.179$, $p\text{-valor} = 0.520$.

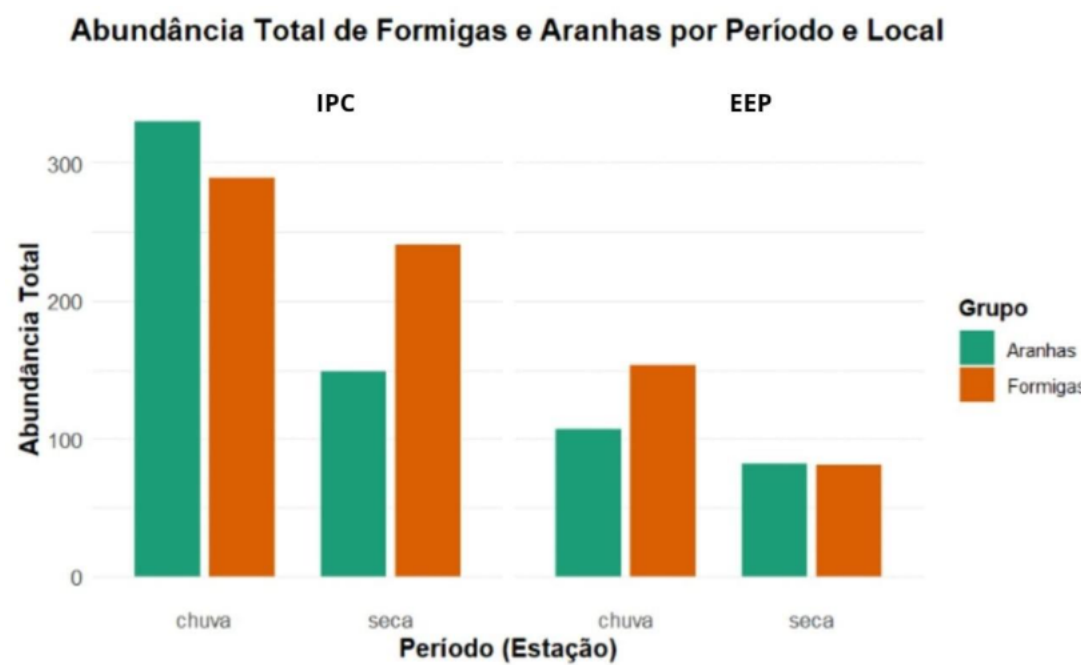


Figura 3 - Abundância total de formigas e aranhas por período (chuva e seca) e local (EEP e IPC). As barras indicam a soma das abundâncias encontradas durante os dois anos de coleta.

Os resultados dos modelos nulos para RA3 foram: Observado = 0.9876, Média simulada = 0.9867, SES = 1.004, p-valor (Upper-tail P) = 0.498 (Figura 4) e para os modelos nulos de RA4 Observado = 0.9876, Média simulada = 0.9868, SES = 0.953, p-valor (Upper-tail P) = 0.524 (Figura 5). Nesse sentido, os valores encontrados sugerem que não há uma sobreposição de nicho temporal significativamente diferente do acaso. Isso implica que a sobreposição entre formigas e aranhas nos períodos de chuva e seca não é maior do que o que seria esperado por um modelo aleatório. Apesar de um alto valor do índice observado (próximo a 1), a falta de significância estatística em comparação com os modelos nulos sugere que não existe sobreposição e sim um padrão aleatório.

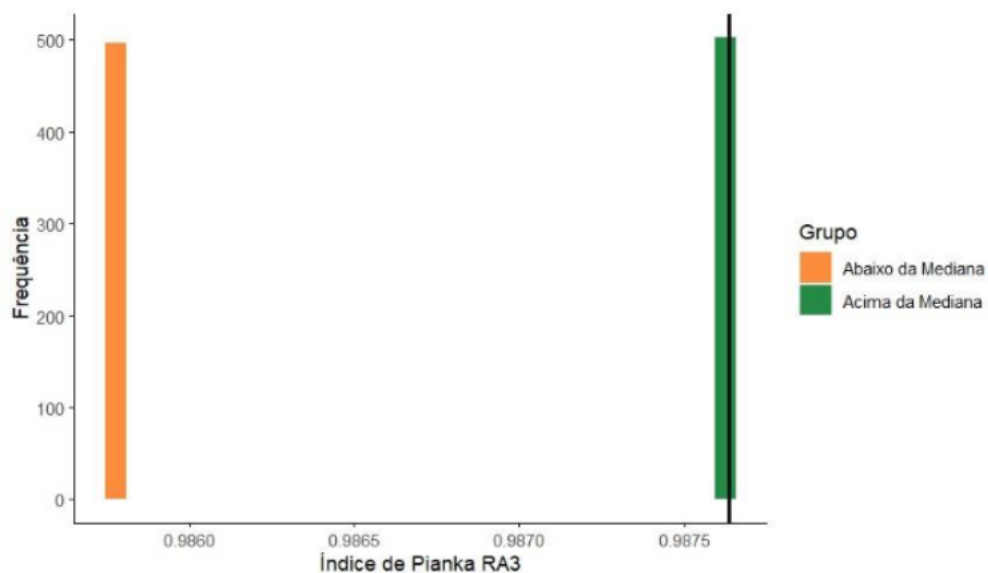


Figura 4. Para o modelo nulo temporal (Algoritmo RA3).

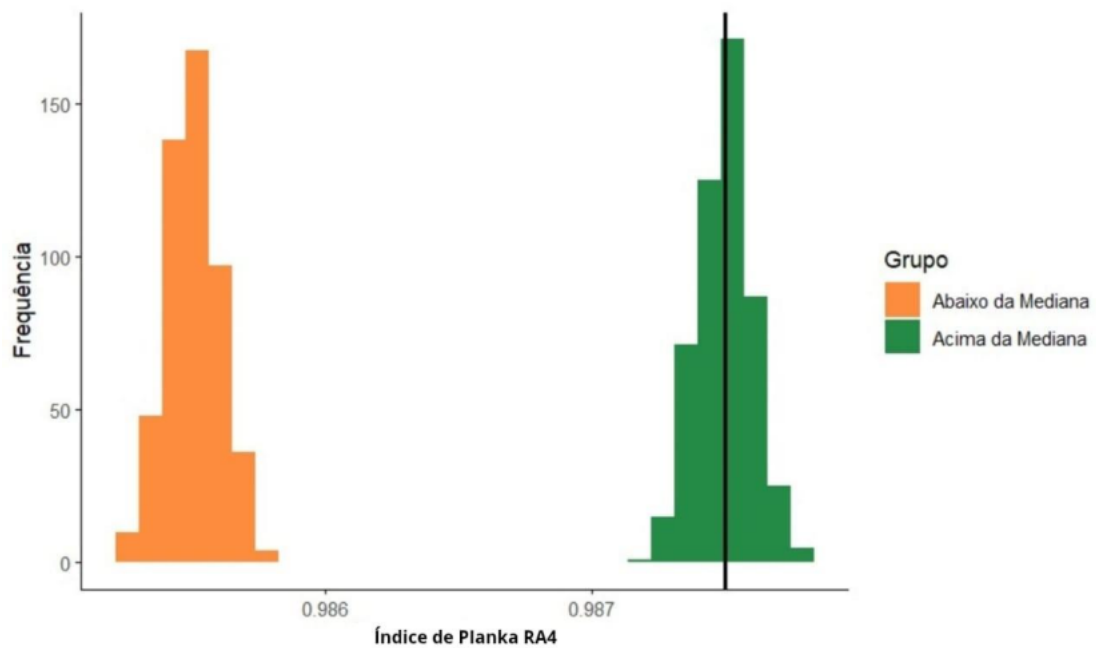


Figura 5. Para o modelo nulo temporal (Algoritmo RA4).

4. DISCUSSÃO

A ecologia busca desvendar os mecanismos que permitem a coexistência de espécies, especialmente em cenários de compartilhamento de recursos que poderiam levar à exclusão competitiva (Begon; Harper; Towhsend, 2006; Chesson, 2000). Gause (1934) junto com o princípio da exclusão competitiva de MacArthur e Levins (1967), postulam que espécies com requisitos ecológicos análogos tendem à exclusão de uma delas ou mútua. No entanto, a elevada diversidade observada no ecossistema do Cerrado desafia essa previsão. O presente estudo investigou se formigas e aranhas, dois grupos de predadores abundantes, manteriam sua coexistência através da segregação espacial e/ou temporal. A primeira hipótese previa que formigas e aranhas apresentariam padrões de não coocorrência espacial, utilizando árvores distintas para evitar a competição. No entanto, nossos resultados refutaram essa expectativa, revelando a ocorrência de agregação espacial entre formigas e aranhas, pois a presença simultânea de ambos os grupos foi a combinação mais frequente.

Essa agregação contrasta com alguns estudos que sugerem segregação espacial em escalas mais finas (micro-habitat) para formigas e aranhas. Por exemplo, Lange et al. (2021) observaram assincronia na ocupação de micro-sítios em comunidades de EFNs no cerrado, Silva-Filho & Stefani (2024) identificaram partição espacial em inflorescências para aranhas. No entanto, em escala de árvore, a

agregação encontrada sugere atração comum por recursos compartilhados, como EFNs e os herbívoros que também são atraídos por esses recursos (eg. Da Silva Filho; Stefani; Calixto, 2024; De Oliveira Dias; Stefani, 2024; Lange et al., 2021). Aranhas, inclusive, podem suplementar sua dieta carnívora com o néctar, como demonstrado por Nahas, Gonzaga e Del-Claro (2017) e Taylor e Pfannenstiel (2009). Assim, a presença concomitante de formigas e aranhas pode resultar em benefícios complementares para a planta, reduzindo a herbivoria de forma mais eficaz do que cada grupo agindo isoladamente (Del-Claro et al., 2017; Oliveira, 2015) reduzindo a pressão para a segregação espacial diminuindo e favorecendo a coexistência no nível da árvore. Além disso, a predação intraguilda entre formigas e aranhas pode ser rara ou ocorrer de forma assimétrica, com maior efeito das formigas sobre as aranhas (Oliveira, 2015), reduzindo a pressão para segregação espacial.

A segunda hipótese propunha uma segregação de nicho temporal, com formigas e aranhas apresentando picos de abundância em diferentes períodos do ano, esta foi confirmada. Essa segregação pode refletir uma limitação da resolução amostral que seria incapaz de detectar variações sazonais intrínsecas ao Cerrado (Calixto et al., 2021a, 2021b), pode ser interpretada sob a luz de mecanismos de coexistência mais sutis, como picos mensais ou intradiários. Nesse sentido, coletas mais agregadas (e.g, mensais) podem ser mais eficazes em para capturar picos de atividade ou variações intradiárias. Um exemplo, de segregação temporal é os estudos realizados por Oliveira (2015) que mostraram que as redes de interação mantinham estrutura geral aninhada, com alternância de espécies no núcleo generalista entre períodos diurno e noturno). Nesse caso, aranhas ocorrem mais à noite, enquanto formigas predominam durante o dia (Oliveira, 2015). Essa alternância de "turnos" sugere que a partição temporal ocorre em nível específico, mas não se expressa em abundância agregada, mesmo que a abundância total agregada não varie drasticamente entre as estações. Além disso, a disponibilidade contínua de recursos no Cerrado ao longo do ano, devido à fenologia sequencial de diferentes espécies de plantas com EFNs (Da Silva Filho; Stefani; Calixto, 2024), também pode mitigar a necessidade de uma segregação temporal forçada. Ambos os grupos precisam equilibrar suas demandas nutricionais, buscando carboidratos (néctar) e proteínas (herbívoros), o que os impulsiona a explorar recursos em todas as estações (De Oliveira Dias; Stefani, 2024; Lange et al., 2021; Nahas; Gonzaga; Del-Claro, 2017).

Em síntese, os resultados refutam as hipóteses de segregação espacial e corroboram com a hipótese segregação temporal nas árvores do Cerrado. Em vez disso, observa-se uma agregação espacial e uma alta partição temporal, sugerindo que a coexistência desses predadores é facilitada por outros mecanismos, como a complementaridade de serviços à planta, a dinâmica de espécies em diferentes períodos do dia, e a disponibilidade de recursos. A compreensão plena da coexistência desses importantes grupos de artrópodes em sistemas multitróficos requer futuras investigações com maior resolução espacial (micro-habitats específicos) e temporal (variação intradiária e mensal), além de análises aprofundadas da dieta e do comportamento de espécies individuais para desvendar os mecanismos finos de partição de nicho que permitem tal diversidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARABÁS, György; D'ANDREA, Rafael; STUMP, Simon Maccracken. Chesson's coexistence theory. **Ecological Monographs**, v. 88, n. 3, p. 277–303, 14 ago. 2018.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWHSEND, C. R. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, p. 592, 2006.
- BROWN, James H. **Why are there so many species in the tropics?** *Journal of Biogeography*, v. 41, n. 1, p. 8–22, 1 jan. 2014.
- CALIXTO, Eduardo Soares et al. **Optimal Defense Theory in an ant–plant mutualism:** Extrafloral nectar as an induced defence is maximized in the most valuable plant structures. *Journal of Ecology*, v. 109, n. 1, p. 167–178, 3 jan. 2021a.
- CALIXTO, Eduardo Soares et al. **Climate seasonality drives ant–plant–herbivore interactions via plant phenology in an extrafloral nectary-bearing plant community.** *Journal of Ecology*, v. 109, n. 2, p. 639–651, 13 fev. 2021b.
- CÂNDIDO, L. B. et al. **Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto no município de Uberlândia, Minas Gerais.** In: 2009.
- CHASE, Jonathan M. et al. **The interaction between predation and competition: a review and synthesis.** *Ecology Letters*, v. 5, n. 2, p. 302–315, 10 mar. 2002.
- CHESSON, P. **Mechanisms of maintenance of species diversity.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 31, n. Volume 31, 2000, p. 343–366, 1 nov. 2000.
- DA SILVA FILHO, Fábio Carlos; STEFANI, Vanessa; CALIXTO, Eduardo Soares. **Plant traits and seasonality shape coexistence and niche segregation patterns among spider species.** *Oecologia*, v. 206, n. 3–4, p. 265–274, 29 dez. 2024.

DÁTTILO, Wesley et al. **Interações mutualísticas entre formigas e plantas.** EntomoBrasilis, v. 2, n. 2, p. 32–36, 16 ago. 2009.

DE OLIVEIRA DIAS, Karoline Pádua; STEFANI, Vanessa. **Spider–Plant Interaction: The Role of Extrafloral Nectaries in Spider Attraction and Their Influence on Plant Herbivory and Reproduction.** Plants, v. 13, n. 3, p. 368, 26 jan. 2024.

DEJEAN, ALAIN et al. **Are myrmecophytes always better protected against herbivores than other plants?** Biological Journal of the Linnean Society, v. 89, n. 1, p. 91–98, 1 set. 2006.

DEL-CLARO, Kleber et al. **Spiders as plant partners: complementing ant services to plants with extrafloral nectaries.** In: Behaviour and Ecology of Spiders: Contributions from the Neotropical Region. Cham: Springer, 2017. p. 215–226.

DUTRA, H. P.; FREITAS, A. V. L.; OLIVEIRA, P. S. **Dual ant attraction in the Neotropical shrub *Urera baccifera* (Urticaceae): the role of ant visitation to pearl bodies and fruits in herbivore deterrence and leaf longevity.** Functional Ecology, v. 20, n. 2, p. 252–260, 19 abr. 2006.

GARCIA, Flávio Roberto Mello. **Zoologia agrícola: manejo ecológico de pragas.** [S.l.: S.n.].

GAUSE, George Francis. **The struggle for existence.** 1934.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **EcoSimR: null models for ecology.** Recuperado de EcoSim, 2013.

HILLERISLAMBERS, J. et al. **Rethinking Community Assembly through the Lens of Coexistence Theory.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 43, n. 1, p. 227–248, 1 dez. 2012.

JANZEN, Daniel H. **Coevolution of Mutualism Between Ants and Acacias in Central America.** Evolution, v. 20, n. 3, p. 249, set. 1966.

LANGE, Denise et al. **Spatiotemporal niche-based mechanisms support a stable coexistence of ants and spiders in an extrafloral nectary-bearing plant community.** Journal of Animal Ecology, v. 90, n. 6, p. 1570–1582, 7 jun. 2021.

LEIBOLD, Mathew A.; MCPEEK, Mark A. **Coexistence of the niche and neutral perspectives in community ecology.** Ecology, v. 87, n. 6, p. 1399–1410, 1 jun. 2006.

LOGUNOV, D. V; KRONESTEDT, T. **Niche partitioning in three sympatric web-building spiders (Araneae: Linyphiidae).** Bull Br. arachnol. Soc, v. 10, n. 7, p. 233–238, 1997.

LUTINSKI, Junir & Garcia; MELLO, Flávio Roberto. **Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina.**

MACARTHUR, Robert; LEVINS, Richard. **The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species**. *The American Naturalist*, v. 101, n. 921, p. 377–385, set. 1967.

MAYER, Veronika E. et al. **Current issues in the evolutionary ecology of ant–plant symbioses**. *New Phytologist*, v. 202, n. 3, p. 749–764, 21 maio 2014.

MOURA, Renan F. et al. **Biotic defenses against herbivory. Plant-Animal Interactions: Source of Biodiversity**, p. 93–118, 3 maio 2021.

NAHAS, L.; GONZAGA, M. O.; DEL-CLARO, K. **Wandering and web spiders feeding on the nectar from extrafloral nectaries in neotropical savanna**. *Journal of Zoology*, v. 301, n. 2, p. 125–132, 1 fev. 2017.

NOVAIS, Giuliano Tostes. **Unidades climáticas do município de Uberlândia (MG)**. *Revista de Ciências Humanas*, v. 1, n. 21, 23 jun. 2021.

OLIVEIRA, Larissa Nahas Domingues de. **Interações entre aranhas, formigas e plantas com nectários extraflorais: redes ecológicas e efeitos recíprocos**. 2015. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. DOI <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2015.135>

OZANNE, Claire M. P. **Techniques and Methods for Sampling Canopy Insects. Insect Sampling in Forest Ecosystems**, p. 146–167, 1 jan. 2005.

PICKETT, S. T. A. et al. **Ecology: Individuals, Populations and Communities. Brittonia**, v. 39, n. 3, p. 407, 1 jul. 1987.

RÁKÓCZI, A. M.; SAMU, F. **Coexistence Patterns Between Ants And Spiders In Grassland Habitats**. *Sociobiology*, v. 61, n. 2, p. 171–177, 1 jul. 2014.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza. 3º Edição**. Ed Guanabara. Rio de Janeiro. 470pp, 1996.

RUHREN, Scott; HANDEL, Steven N. **Jumping spiders (Salticidae) enhance the seed production of a plant with extrafloral nectaries**. *Oecologia*, v. 119, n. 2, p. 227–230, 4 maio 1999.

SILVA, Letícia Maria Souto; DIAS, Angelo Gervásio; NAKAJIMA, Jimi Naoki. **As árvores do cerrado no Clube Caça e Pesca Itororó, Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil**. *Hoehnea*, v. 49, p. e722021, 2022.

SILVA, Ligia Aparecida et al. **Seasonally variable effects of spiders on herbivory and seed production of *Chamaecrista neesiana* (Leguminosae Caesalpinioideae)**. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 32, n. 5, p. 493–507, 2 set. 2020.

TAYLOR, R. M.; PFANNENSTIEL, R. S. **How Dietary Plant Nectar Affects the Survival, Growth, and Fecundity of a Cursorial Spider *Cheiracanthium inclusum***

(Araneae: Miturgidae). Environmental Entomology, v. 38, n. 5, p. 1379–1386, 1 out. 2009.

TEAM, R. Core. R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

VANCE, Richard R. **The Stable Coexistence of Two Competitors for One Resource.** The American Naturalist, v. 126, n. 1, p. 72–86, jul. 1985.

VASCONCELLOS-NETO, João et al. **Spider-plant interactions: An ecological approach.** Behaviour and Ecology of Spiders: Contributions from the Neotropical Region, p. 165–214, 2 nov. 2017.