

DINÂMICA POPULACIONAL DE FORMIGAS EM ÁREA COM PISCICULTURA COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR A QUALIDADE AMBIENTAL

ANT POPULATION DYNAMIC IN PISCICULTURE AS TOOL TO ASSESS THE ENVIRONMENTAL QUALITY

¹Derick Batista Silva, ²Taina Pedroso Silva, ³Sarah Ladeia Cavalari e ¹Milaine Fernandes dos Santos

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Ciências Biológicas, Cáceres-MT.

²Universidade Federal do Sul da Bahia. Departamento de Ciências Biológicas, Itabuna-BA.

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Cáceres-MT.

milaine.fernandes@unemat.br

RESUMO

Atividades humanas impactam a biodiversidade e conseqüentemente interferem no equilíbrio e manutenção de serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, indicadores biológicos podem ser explorados como uma ferramenta para o monitoramento e avaliação da qualidade ambiental. O objetivo desse estudo foi avaliar a dinâmica populacional de formigas em área com piscicultura no Alto Pantanal em Cáceres-MT, Brasil. As coletas foram realizadas trimestralmente durante um ano, em área circundante à tanques de piscicultura e área circundante à fragmento de vegetação próximo à tanques de piscicultura. As formigas foram capturadas nas duas áreas por meio de armadilhas de queda tipo *pitfall*. Modelos lineares generalizados foram utilizados para analisar a abundância e riqueza de gêneros, além de variáveis ambientais locais: luminosidade, temperatura e umidade do solo. Nesse estudo, foram coletadas 3.707 formigas distribuídas em 7 subfamílias e 10 gêneros, sendo *Dorymyrmex* o mais ocorrente nas duas áreas. A abundância de formigas foi estatisticamente diferente entre as áreas. No entanto, não encontramos diferenças para a riqueza de formigas, ou na relação entre abundância e riqueza com as médias das variáveis ambientais. Em áreas com piscicultura, as formigas podem ser utilizadas como uma ferramenta para monitorar o impacto ambiental causado após a instalação de tanques. A maior ocorrência de *Dorymyrmex* nas duas áreas de investigação, indica a necessidade de implementação de estratégias para a conservação da biodiversidade visto que esse gênero ocorre abundantemente em áreas antropizadas.

PALAVRAS-CHAVE: atividade econômica, *Dorymyrmex*, indicadores ambientais, gestão ambiental.

ABSTRACT

Human activities impacts the biodiversity and consequently interferes with the balance and maintenance of ecosystem services. In this context, biological indicators can be explored as a tool to monitor and to evaluate the environmental quality. The present study aims to assess the population dynamic of ants in a pisciculture in Alto Pantanal, Cáceres-MT, Brazil. Collections were carried out quarterly for a year in the area surrounding the pisciculture tanks and area surrounding a fragment near to the pisciculture tanks. In both areas, the ants were captured using a pitfall traps. Generalized linear models were used to analyze the abundance and richness genera, as well as, the interaction with the local environmental variables such as luminosity, soil temperature and soil humidity. We collected 3707 ants, distributed across 7 subfamilies and 10

genera, with *Dorymyrmex* being the most common in the both areas. Ant abundance was statistically different between the areas. However, we did not found statistical differences for the richness or in the relationship between the abundance and richness with the local environmental variables. In areas with pisciculture, the ants can be used as a tool to monitor the environmental impact caused by tanks installation. The occurrence of *Dorymyrmex* in the both areas of investigation indicates the need to implement strategies for the conservation of biodiversity, since this genus occurs abundantly in anthropic areas.

KEYWORD: economic activity, *Dorymyrmex*, environmental indicators, environmental management.

INTRODUÇÃO

Mudanças ambientais estão entre as principais ameaças à diversidade biológica¹. No Brasil, modificações no uso do solo têm sido consideradas como um dos fatores que resultam na perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos². Especificamente em biomas como o Cerrado e Amazônia, o desmatamento tem sido associado à expansão das atividades de pecuária e agricultura³.

Atualmente, os insetos permanecem como o grupo mais diverso de animais possuindo ampla distribuição tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres^{4,5}. Contudo, pesquisas realizadas recentemente indicam que a biomassa, abundância e diversidade de insetos e outros artrópodes declinaram drasticamente nos últimos anos ao redor do mundo⁶⁻⁸.

Sabe-se que o declínio na biodiversidade desses artrópodes está relacionado às atividades econômicas voltadas à produção primária que modificam os ambientes naturais e também a mudanças nas áreas urbanas que prejudicam a qualidade ambiental. Dentre os principais motivos para a redução de insetos nos ecossistemas estão: perda de habitat e conversão para agricultura, urbanização, poluição, fatores biológicos que incluem patógenos e introdução de espécies exóticas, modificações hidrológicas, superexploração, salinização, bem como, mudanças climáticas^{9,10}.

As formigas representam aproximadamente 30% da biomassa animal terrestre com 16 subfamílias, 39 tribos, 342 gêneros e 14.223 espécies descritas até o momento¹¹. Esses insetos pertencem à família Formicidae e cerca de 87% das espécies se enquadram em quatro subfamílias principais: Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae e Dolichoderinae^{12,4}. No Brasil, os biomas com mais espécies descritas são a Floresta Amazônica (716 espécies), Mata Atlântica (657 espécies), Cerrado (389 espécies), Caatinga (185 espécies), Pantanal (143 espécies) e Pampa (86 espécies)¹³.

Por estarem presentes em diferentes regiões do mundo, as formigas constituem um modelo útil e prático para os estudos sobre biodiversidade^{14,15}. Vale ressaltar que as formigas são

componentes primordiais para o bom funcionamento do ecossistema terrestre devido às interações com outros organismos¹⁶. Sabe-se que as formigas desempenham funções e serviços ecossistêmicos essenciais para o equilíbrio ecossistêmico como: dispersão de sementes, incremento na qualidade do solo, controle biológico e indicador biológico¹⁷⁻²¹.

Particularmente em áreas urbanas, o potencial das formigas em fornecer serviços ecossistêmicos está relacionado com o grau de impacto sobre suas comunidades causada pela urbanização e conseqüentemente pela composição de espécies resultante nesse processo²⁰. Nesse contexto, mudanças na dinâmica populacional de formigas podem ser utilizadas para avaliar a qualidade ambiental. Diversos estudos mostram o uso desses insetos para essa finalidade em várias regiões do mundo²²⁻²⁵.

Em áreas comerciais como a piscicultura, é fundamental que sejam aplicadas estratégias de conservação ambiental objetivando redução de impacto ambiental causado durante a instalação do empreendimento²⁶, e potencialmente agregar valor ao produto comercializado²⁷. Entende-se que as formigas podem ser utilizadas como uma ferramenta de monitoramento para avaliação de qualidade ambiental em áreas com piscicultura, e conseqüentemente essa informação pode ser utilizada para agregar valor ao produto. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a dinâmica populacional de formigas em área de piscicultura no município de Cáceres, em Mato Grosso.

METODOLOGIA

A pesquisa sobre as formigas foi realizada em área comercial de piscicultura em Cáceres-MT. O município de Cáceres está localizado na região sudoeste de Mato Grosso, entre as latitudes 15° 27' e 17° 37' sul e as longitudes 57° 00' e 58° 48' oeste, e compreende uma área de 24.495,510 km², com população aproximada de 89.681 habitantes²⁸. Cáceres integra a mesorregião do Centro-Sul matogrossense e a microrregião do Alto Pantanal, com clima tropical quente e úmido e inverno seco, segundo classificação de Köppen (Awa)^{28,29}.

As coletas foram realizadas trimestralmente durante um ano, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2023. Ao todo, 80 armadilhas de queda (*tipo pitfall*) foram instaladas em dois pontos: área circundante à tanques de piscicultura (Área 1) e área circundante à fragmento de

vegetação próximo à tanques de piscicultura (Área 2). Os pitfalls foram confeccionados com potes plásticos de 300 ml. Para cada local foram instalados 10 pitfalls, distantes entre si por um 1 metro.

Em cada pitfall foram adicionados 150 ml de água e 5 gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água. Variáveis ambientais (luminosidade, temperatura e umidade do solo) foram mensuradas para cada pitfall nos locais e datas de coleta. As formigas foram coletadas após 48 horas e acondicionadas em álcool 70% para triagem e identificação. O material coletado foi identificado utilizando microscópio estereoscópico e guia para a identificação de subfamílias e gêneros de formigas³⁰.

Os gêneros de formigas foram confirmados por especialista da Universidade Federal de Viçosa. Modelos lineares generalizados (GLM) foram utilizados para a análise de dados. Utilizou-se o modelo de distribuição binomial negativa em que a abundância e riqueza de formigas foram consideradas as variáveis respostas, e o local (Área 1 e Área 2) e meses de coleta (janeiro, abril, julho e outubro) como variáveis explicativas.

RESULTADOS

Ao todo, coletamos 3.707 indivíduos distribuídos em sete subfamílias: Dolichoderinae (3145), Dorylinae (154), Ectatomminae (66), Formicinae (145), Myrmicinae (186), Ponerinae (6) e Pseudomyrmecinae (3). Dolichoderinae foi a subfamília mais abundante, com todas as formigas incluídas no gênero *Dorymyrmex* (Figura 1). Nessa pesquisa, a abundância de formigas foi diferente estatisticamente em relação aos locais de coleta, sendo a Área 2 com maior abundância ($X^2=217,85$; GL=186; $p=3,721e-05$) (Figura 2).

A abundância específica por gêneros de formigas não diferiu entre os locais de coleta: *Acromyrmex* ($X^2=6,11$; GL= 5; $p= 0,12$), *Camponotus* ($X^2=2,87$; GL= 4; $p= 0,09$), *Dorymyrmex* ($X^2=3,03$; GL= 6; $p= 0,08$), *Ectatomma* ($X^2=0,04$; GL= 6; $p= 0,84$), *Odontomachus* ($X^2=0,24$; GL= 2; $p= 0,64$), *Pogonomyrmex* ($X^2=34,7$; GL= 3; $p= 0,43$) e *Pseudomyrmex* ($X^2=0,44$; GL= 1; $p= 0,51$). Os demais gêneros encontrados nesse estudo apresentaram baixa ocorrência.

Também não foram encontradas diferenças estatísticas para a riqueza de formigas em relação aos locais ($X^2= 1,09$; GL= 6; $p= 0,08$) e meses de coleta ($X^2= 0,59$; GL= 4; $p= 0,39$). A abundância de formigas foi diferente estatisticamente em relação aos meses de coleta ($X^2= 7,835$; GL= 4; $p=$

0,049), sendo a maior média de abundância registrada no mês de outubro (845), seguida de julho (375), janeiro (324) e abril (296) (Figs. 3 e 4).

Figura 1. Abundância de gêneros de formigas em área com piscicultura no Alto Pantanal em Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Área circundante à tanques de piscicultura (Área 1) e área circundante à fragmento de vegetação próximo à tanques de piscicultura (Área 2).

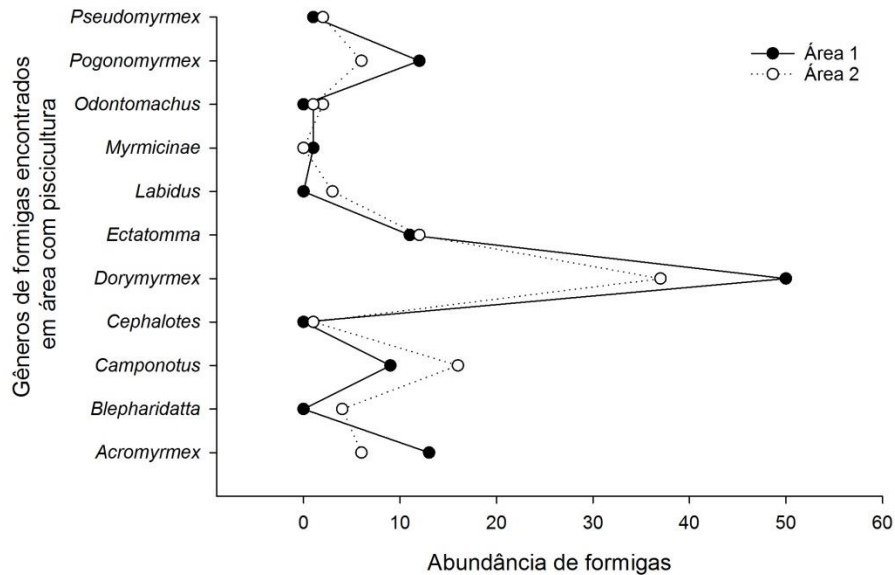


Figura 2. Abundância de formigas em área com piscicultura no Alto Pantanal em Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Área circundante à tanques de piscicultura (Área 1) e área circundante à fragmento de vegetação próximo à tanques de piscicultura (Área 2).

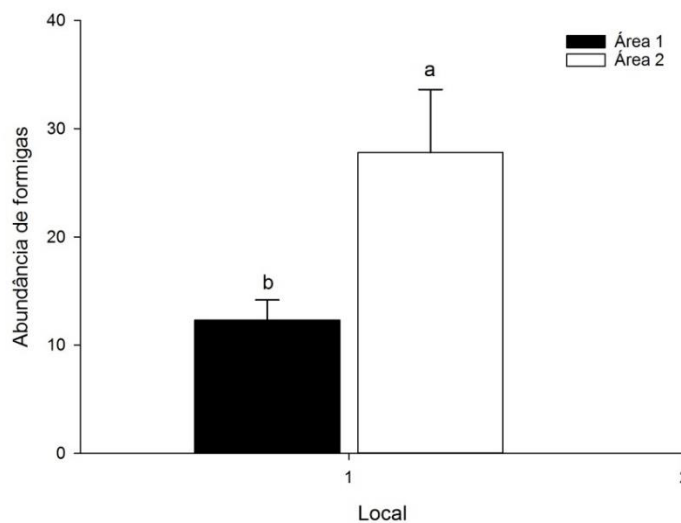


Figura 3. Dinâmica populacional de formigas em área circundante à tanques de piscicultura (Área 1) no Alto Pantanal em Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

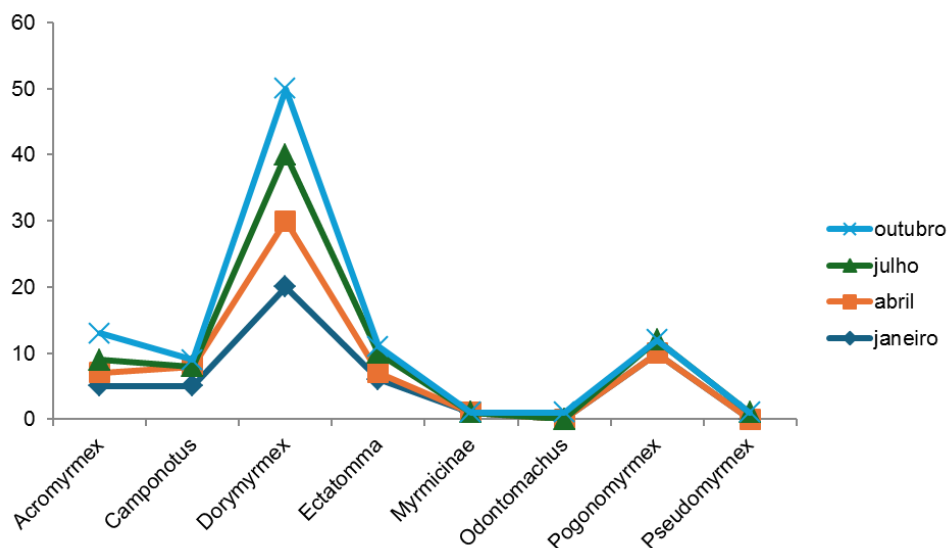
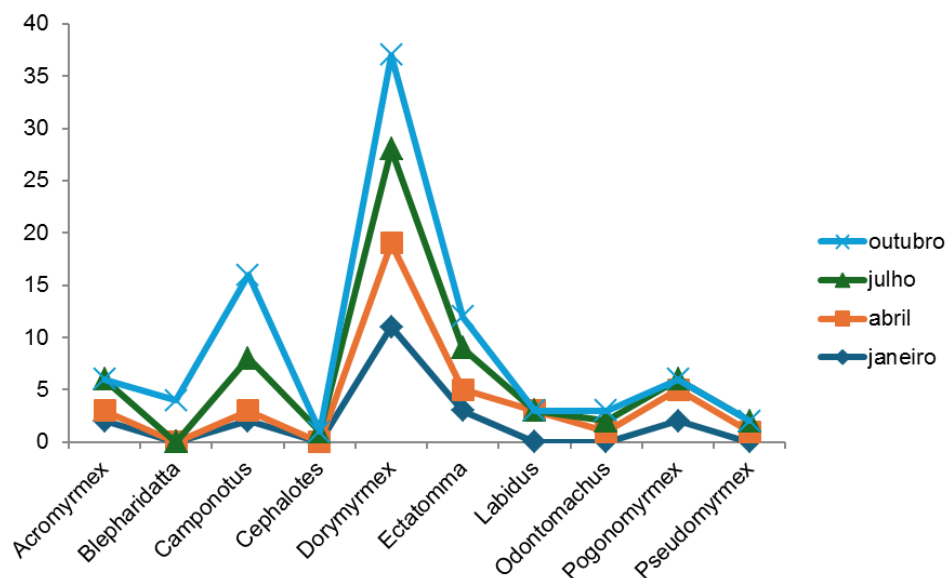


Figura 4. Dinâmica populacional de formigas em área circundante à fragmento de vegetação próximo à tanques de piscicultura (Área 2) no Alto Pantanal em Cáceres, Mato Grosso, Brasil.



A abundância de formigas não diferiu em função das variáveis ambientais por local, sendo à luminosidade média ($F \geq 0,0968$; $p = 0,76$), temperatura média do solo ($F \geq 1,7919$; $p = 0,22$) e umidade média do solo ($F \geq 1,9057$; $p = 0,21$). Similarmente, a riqueza de formigas também não foi diferente estatisticamente em relação à luminosidade média ($F \geq 2,8235$; $p = 0,14$), temperatura média do solo ($F \geq 0,8384$; $p = 0,39$) e umidade média do solo ($F \geq 0,0024$; $p = 0,96$) por local.

DISCUSSÃO

Assim como nossos resultados, outros estudos realizados em fragmentos urbanos também mostram a ocorrência de formigas incluídas nas subfamílias Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae³¹. Nessa pesquisa, verificamos que a subfamília Dolichoderinae foi a mais ocorrente, sendo que a Área 2 apresentou maior abundância de formigas quando comparada à Área 1.

A Área 2 está inserida próxima à fragmento florestal, e aqui considera-se que a proximidade com a vegetação estruturalmente mais complexa oferece maior disponibilidade de recursos se comparada à Área 1, que está inserida no entorno de tanques de piscicultura onde existe redução da cobertura vegetal. Com isso, as formigas podem escolher entre locais com baixa e alta qualidade ambiental para o forrageamento e nidificação³²; visto que são impactadas por modificações no ambiente^{31,33}.

Adicionalmente, a riqueza de espécies de formigas também varia devido à perda de habitat, além de característica da paisagem, tais como: forma do fragmento e complexidade da área de entorno de uma paisagem^{34,31}. Além disso, existem relatos recentes que demonstram um sinergismo entre a perda de habitat com outros fatores associados às atividades humanas, como por exemplo: densidade populacional, construções, exploração de madeira e pastagem³⁴. Nesse sentido é fundamental a presença de fragmentos florestais urbanos que são essenciais para a manutenção e conservação da biodiversidade, e também a preservação de funções ecológicas³¹.

Todos os gêneros de formigas encontrados nesse estudo ocorrem em praticamente todo o Brasil, e incluem formigas generalistas, com exceção de *Odontomachus* e *Pogonomyrmex* que compreendem espécies com hábitos mais especializados³⁰. Ao contrário dos nossos resultados, estudo recente mostra que as populações de formigas podem variar em função de variáveis ambientais, por exemplo, o aumento na temperatura e baixa umidade favorece a abundância de formigas²⁴.

Aqui verificamos que a abundância de formigas variou entre os meses de coleta, sendo o mês de outubro com maior abundância. *Dorymyrmex* foi o mais ocorrente nas duas áreas de estudo. Conforme mencionado anteriormente, o forrageamento de formigas é maior em ambientes com baixa umidade já que facilita a locomoção dos insetos sobre o solo²⁴. No entanto, é notório que a disponibilidade de água é fundamental para a sobrevivência de todos os seres vivos³⁵. Aqui, nossos resultados sugerem que durante os períodos do ano com baixa pluviosidade, os tanques de

piscicultura podem ser utilizados como uma fonte hídrica, auxiliando na sobrevivência e manutenção dos ninhos.

Dorymyrmex ocorre em praticamente todo o Brasil, com 10 espécies conhecidas até o momento³⁰. Esse gênero é frequentemente encontrado em regiões áridas ou semiáridas, e ambientes antropizados, sendo composto por formigas extremamente rápidas, que forrageiam isoladamente nas horas mais quentes do dia, o que evita a competição com espécies mais sensíveis ao calor³⁰. Além disso, *Dorymyrmex* inclui espécies extremamente tolerantes à perturbações ambientais, com redução da cobertura, modificação da porcentagem de grãos finos e umidade do solo e aumento do pH e temperatura do solo³⁶.

Produtos sustentáveis são mais valorizados no mercado³⁷. Nesse sentido, é importante o desenvolvimento de uma mentalidade inovadora por parte de empresas, empreendedores e usuários em geral para que priorizem a comercialização de produtos sustentáveis²⁷. A agregação de valor ao produto pode ser uma forma para incentivar piscicultores à desenvolverem um pensamento sustentável e assim contribuir para a conservação da biodiversidade. Adicionalmente, devido as mudanças climáticas é fundamental que ações mitigadoras sejam desenvolvidas para reduzir os impactos ambientais, além da implementação eficaz de uma política ambiental³⁸.

CONCLUSÃO

Ambientes heterogêneos favorecem a biodiversidade, assim é importante que sejam estabelecidas estratégias para a conservação da cobertura vegetal no entorno de áreas com piscicultura, já que espécies oportunistas são favorecidas em áreas próximas aos tanques onde existe pouca vegetação com predomínio de gramíneas. *Dorymyrmex* foi o gênero de formiga mais abundante nesse estudo. Por outro lado, ressaltamos que áreas com piscicultura também podem contribuir com a sobrevivência e manutenção de comunidades de formigas à medida que disponibiliza água para esses insetos, principalmente no período de seca.

REFERÊNCIAS

1. Himshikha S D, Ayate D, Lal P. Influence of Anthropogenic Activities on the Biological Diversity of Forest Ecosystem. In: Rani, M., Chaudhary, B.S., Jamal, S., Kumar, P. (eds) Towards Sustainable Natural Resources. Springer, Cham. 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06443-2_12.

2. Joly CA, Scarano FR, Bustamante M, Gadda TMC, Metzger JPW, Seixas CS, Ometto JPHB, Pires APF, Boesing AL, Sousa FDR, Quintão JMB, Gonçalves LR, Padgurschi MCG, Aquino MFS, Castro PFD, Santos IL. Brazilian assessment on biodiversity and ecosystem services: summary for policy makers. *Biota neotropica*. 2019;19(4): e20190865. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0865>.
3. Garrett RD, Koh I, Lambin EF, Waroux YLP, Kastensf JH, Brown JC. Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. *Global Environmental Change*. 2018; 53: 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.011>.
4. Gullan P J, Cranston P.S. *Insetos: fundamentos da entomologia*. Rio de Janeiro: Rocca; 2017.
5. Triplehorn CA, Johnson N F. *Estudo dos insetos*. São Paulo: Cengage Learning; 2015.
6. Dornelas M, Daskalova GN. Nuanced changes in insect abundance. *Science*. 2020; 368 (6489): 368–369. <https://doi.org/10.1126/science.abb6861>.
7. Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörrén T, Goulson D, Kroon H. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*. 2017; 12 (10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
8. Seibold S, Gossner MM, Simons NK, Blüthgen N, Müller J, Ambarli D, Ammer C, Bauhus J, Fischer M, Habel JC, Linsenmair KE, Nauss T, Penone C, Prati D, Schall P, Schulze ED, Vogt J, Wöllauer S, Weisser WW. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*. 2019; 574: 671–674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>.
9. Cantonati M, Poikane S, Pringle CM, Stevens LE, Turak E, Heino J, Richardson JS, Bolpagni R, Borrini A, Cid N, Ctvrtlíková M, Galassi DMP, Hájek M, Hawes I, Levkov Z, Naselli-Flores L, Saber AA, Mattia Di Cicco, Fiasca B, Hamilton PB, Kubecka J, Segadelli S, Znachor P. Characteristics, Main Impacts, and Stewardship of Natural and Artificial Freshwater Environments: Consequences for Biodiversity Conservation. *Water*. 2020; 12 (1): 260. <https://doi.org/10.3390/w12010260>.
10. Sánchez-Bayo F, Wyckhuys, KAG. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 2019; 232: 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>.
11. Bolton B. 2024. An Online Catalog of the Ants of the World, <http://www.antcat.org> . Accessed on 21 Maio 2024.
12. Guénard B. 2013. An Overview of the Species and Ecological Diversity of Ants. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0023598>. Accessed on 21 Maio 2024.

13. Feitosa RM, Camacho GP, Silva TSR, Ulysséa MA, Ladino N, Oliveira AM, Albuquerque EZ, Schmidt FA, Ribas CR, Nogueira A, Baccaro FB, Queiroz ACM, Dáttilo W, Silva RR, Santos JC, Rabello AM, Morini MSC, Quinet YP, Del-Claro K, Harada AY, Carvalho KS, Sobrinho TG, Moraes AB, Vargas AB, Torezan-Silingardi HM, Souza JLP, Marques T, Izzo T, Lange D, Santos IA, Nahas L, Paolucci L, Soares SA, Costa-Milanez CB, Diehl-Fleig E, Campos RBF, Solar R, Frizzo T, Darocha W. Systematics and Biodiversity. 2022; 20 (1): 1-27. <https://doi.org/10.1080/14772000.2022.2089268>.
14. Guénard B, Weiser M D, Gómez K, Nitish N, Economo E P. The Global Ant Biodiversity Informatics (GABI) database: Synthesizing data on the geographic distribution of ant species (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News. 2017; 24: 83–89. https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_024:083.
15. Kass JM, Guénard B, Dudley K L, Jenkins CN, Azuma F, Fisher BL, Parr CL, Gibb H, Longino JT, Ward PS, Chao A, Lubertazzi D, Weiser M, Jetz W, Guralnick R, Blatrix R, Lauriers JD, Donoso DA, Georgiadis C, Gomez K, Hawkes PG, Johnson RA, Lattke JE, MacGown JA, Mackay W, Robson S, Sanders NJ, Dunn RR, Economo EP. The global distribution of known and undiscovered ant biodiversity. Science advances. 2022; 8(31): eabp9908. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abp9908>.
16. Schultheiss P, Nooten SS, Wang R, Wong MK, Brassard F, Guénard B. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2022; 119(40): e2201550119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2201550119>.
17. Del Toro I, Ribbons RR, Ellison AM. Ant-mediated ecosystem functions on a warmer planet: Effects on soil movement, decomposition and nutrient cycling. Journal of Animal Ecology. 2015; 84(5): 1233–1241. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12367>.
18. Hosaka T, Di L, Eguchi K, Numata S. Ant assemblages on littered food waste and food removal rates in urban–suburban parks of Tokyo. Basic and applied ecology. 2019; 37:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2019.04.002>.
19. Lopes JFS, Ribeiro LF, Brugger M S, Camargo RS, Caldato N, Forti LC. Internal architecture and population size of *Acromyrmex subterraneus molestans* (Hymenoptera, Formicidae) nests: Comparison between a rural and an urban area. Sociobiology. 2011; 58(3): 593–605.
20. Perfecto I, Philpott S M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. Myrmecological News. 2023; 33: 103–122. https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_033:103.
21. Philpott S M, Bichier P. Local and landscape drivers of predation services in urban gardens. Ecological Applications. 2017; 27(3), 966–976. <https://doi.org/10.1002/eap.1500>.
22. De Queiroz ACM, Rabello AM, Braga DL, Santiago GS, Zurlo LF, Philpott SM, Ribas CR. Cerrado vegetation types determine how land use impacts ant biodiversity. Biodiversity and Conservation. 2020; 29(6): 2017–2034. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1379-8>.

23. Jiménez-Carmona F, Heredia-Arévalo AM, Reyes-López JL. Ants (Hymenoptera : Formicidae) as an indicator group of human environmental impact in the riparian forests of the Guadalquivir river. *Ecological Indicators*. 2020; 118: 106762. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106762>.
24. Majeed W, Khawaja M, Rana N. Assessing fluctuation of ant populations in a distinct ecological habitat for the purpose of tracking climate change effects. *Biodiversitas*. 2021; 22(5): 2722–2727. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220533>.
25. Nickele MA, Filho WR, Rocio S, Penteado C, Queiroz EC, Silva LCR, Camargo TS, Casadei-Ferreira A, Feitosa RM, Pie MR. Assessing forest restoration effectiveness in the Seasonal Semideciduous Forest in the Upper Paraná Atlantic Forest ecoregion using epigaeic ant assemblages. *Journal of Tropical Ecology*. 2023; 39(e37): 1–18. <https://doi.org/10.1017/S0266467423000275>.
26. Souza RT, Santos RF, Genovez AIB, Genovez AM. Environmental impacts resulting from construction of a pisciculture installation in Juquiá and region, Brazil. *Impact Assessment and Project Appraisal*. 2000; 18(4): 335–340. <https://doi.org/10.3152/147154600781767268>.
27. Aguiar ACF, Scarano FR, Bozelli RL, Branco PD, Ceotto P, Farjalla VF. Business, biodiversity, and innovation in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2023; 21(1): 6–16. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.12.002>.
28. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Dados sobre os Municípios Brasileiros, 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 25/07/2024.
29. Neves, SMAS, Nunes MCM, Neves RJ. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. *Boletim Goiana de Geografia*. 2011; 31: 55-68. <https://doi.org/10.5216/bgg.v31i2.16845>.
30. Baccaro FB, Feitosa RM, Fernández F, Solar R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Editora INPA, 2015. 388 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.32912>.
31. Melo TSM, Moreira EFM, Lopes MVAL, Andrade ARSA, Brescovit ADB, Peres, MC LP. Influence of Urban Landscape on Ants and Spiders Richness and Composition in Forests. *Neotrop Entomol*. 2021;50: 32–45. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00824-4>.
32. Franks NR, Stuttard JP, Doran C, Esposito JC, Master M C, Sendova-Franks AB, Masuda N, Britton NF. How ants use quorum sensing to estimate the average quality of a fluctuating resource. *Scientific Reports*. 2015; 5: 11890. <https://doi.org/10.1038/srep11890>.
33. Viles HA, Goudie AS, Goudie AM. Ants as geomorphological agents: A global assessment. *Earth-Science Reviews*. 2021; 213: 103469. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103469>.
34. Dantas A, Roberto C. Synergistic effect of habitat loss and chronic anthropogenic disturbances on ant species richness. *Biodiversity and Conservation*. 2024; 33: 205–219. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02743-3>.

35. Westall F, Brack A. The Importance of Water for Life. *Space Sci Rev.* 2018; 214: 50. <https://doi.org/10.1007/s11214-018-0476-7>.
36. Pereda-Gomez M E, Pessacq P, Elizalde L. Stress-tolerant ants and the impact of quarries on an ant community in Patagonia. *Journal of Arid Environments.* 2020; 173: 104017. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104017>.
37. Barral-Martinez, M, Fraga-Corral M, Garcia-Perez P, Simal-Gandara J, Prieto MA. Almond By-Products: Valorization for Sustainability and Competitiveness of the Industry. *Foods.* 2021; 10: 1793. <https://doi.org/10.3390/foods10081793>.
38. Abbass K, Qasim MZ, Song H, Murshed M, Mahmood H, Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research.* 2022; 29: 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>.