
Formigas como ferramenta para avaliação de qualidade ambiental em área urbana de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

Ants as tool to evaluate the environmental quality in urban area in Cáceres, Mato Grosso, Brazil

Derick Batista Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4591-8032>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: derick.batista@unemat.br

Sarah Cavalari Ladeia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3755-5969>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: sarah.ladeia@unemat.br

Claumir Cesar Muniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2082-2234>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: claumir@unemat.br

Milaine Fernandes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5726-3520>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: milaine.fernandes@unemat.br

RESUMO

As formigas podem ser utilizadas como uma ferramenta de avaliação da qualidade ambiental. Nesse contexto, essa pesquisa teve por objetivo avaliar a riqueza e abundância de formigas epigéicas em áreas urbanas em Cáceres-MT. As coletas foram realizadas trimestralmente durante 2023, utilizando armadilhas de queda (*tipo pitfall*). Ao todo, coletou-se 5273 indivíduos distribuídos em sete subfamílias. A abundância total de formigas foi maior no mês de outubro, em áreas com piscicultura, inseridas próximas à borda de vegetação natural. Contudo, não houve diferenças para a abundância total de formigas em função da temperatura média do solo, e nem para a riqueza total de formigas em relação ao local e mês de coleta. *Acromyrmex* apresentou maior abundância em mata de galeria, enquanto *Dorymyrmex* em áreas com piscicultura inseridas próximas à borda de vegetação. Características ambientais influenciaram a abundância de formigas, com a ocorrência maior de formigas tolerantes à alta luminosidade, *Dorymyrmex*. Dessa maneira é essencial a manutenção da vegetação natural em áreas urbanas para contribuir com a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Alto Pantanal; Bioindicador; Conservação da biodiversidade;

ABSTRACT

Ants can be used as an environmental quality assessment tool. In this context, this research aims to evaluate the richness and abundance of epigeic ants in urban areas in Cáceres-MT. The study was carried out quarterly during 2023, using pitfall traps. In total, we collected 5273 individuals distributed across seven subfamilies. The total abundance of ants was greater in October in pisciculture areas located close to the edge of natural vegetation. However, there were no differences for the total abundance of ants in relation to the average soil temperature, or the total richness of ants in relation to the collection location and collection month. *Acromyrmex* showed greater abundance in gallery forests, while *Dorymyrmex* in pisciculture areas located close to the vegetation edge. Environmental characteristics influence the ants abundance, with the greater occurrence of ants tolerant to high luminosity, *Dorymyrmex*. In this context, is essential to maintain the natural vegetation in urban areas to contribute to the conservation of biodiversity and ecosystem services.

Keywords: Alto Pantanal; Bioindicator; Biodiversity conservation;

INTRODUÇÃO

Bioindicadores são organismos vivos que podem ser utilizados para a avaliação e monitoramento de qualidade ambiental (PARMAR; RAWTANI; AGRAWAL, 2016). E insetos são frequentemente utilizados para determinar a qualidade ambiental tanto de ecossistemas aquáticos quanto terrestres (BRASIL et al., 2020; BUDIADI et al., 2020; CHOWDHURY et al., 2023). Os principais grupos de insetos utilizados para monitorar as mudanças ambientais são: Blattodea (cupins), Chironomidae, Coleoptera, Ephemeroptera, Hymenoptera (abelhas e vespas), Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera e Syrphidae (CHOWDHURY et al., 2023).

Nesse contexto, as formigas podem ser empregadas como um modelo de sucesso em estudos com essa finalidade tendo em vista sua ampla ocorrência em diferentes regiões do mundo (CHOWDHURY et al., 2023; GUÉNARD et al., 2017; KASS et al., 2022). Além disso, o uso desses insetos em estudos sobre qualidade ambiental torna-se vantajosa porque as formigas respondem rapidamente às atividades humanas, especialmente em consequência à mudanças na cobertura vegetal (VILES; GOUDIE; GOUDIE, 2021).

Estudo recente mostra que existe um sinergismo negativo que determina a riqueza de formigas, entre a perda de habitat e vários vetores em consequência à distúrbios antrópicos, tais como: densidade populacional, construções, exploração de madeira e pastagem (DANTAS; ROBERTO, 2024). Com isso, é fundamental a conservação da vegetação natural para contribuir com o aumento na riqueza de espécies

e composição das comunidades de formigas (CASTELLARINI et al., 2024). Já que mudanças ambientais interferem na dinâmica populacional de formigas.

Dorymyrmex, por exemplo, é um gênero que inclui formigas extremamente tolerantes à perturbações ambientais, como a redução da cobertura vegetal, modificação da porcentagem de grãos e umidade do solo, aumento do pH e temperatura do solo (PEREDA-GOMEZ; PESSACQ; ELIZALDE, 2020). Por outro lado, *Camponotus*, grupo composto por formigas encontradas em praticamente todos os lugares, ainda assim incluem espécies que estão relacionados com um bom estado de conservação de florestas (BACCARO et al., 2015; JIMÉNEZ-CARMONA; HEREDIA-ARÉVALO; REYES-LÓPEZ, 2020).

Dessa maneira, é fundamental o desenvolvimento contínuo de estudos sobre o monitoramento e conservação de formigas, já que esses insetos são essenciais para realização de diversos serviços ecossistêmicos. Sabe-se que as formigas são extremamente importantes para o equilíbrio e manutenção de diversos serviços ecológicos, tais como: dispersão de sementes, polinização, aeração e decomposição do solo, ciclagem de nutrientes, remoção de biomassa (DAS; DAS, 2023; DEL TORO; RIBBONS; ELLISON, 2015; HOSAKA et al., 2019; LOPES et al., 2011; PERFECTO; PHILPOTT, 2023). Particularmente em áreas urbanas, é essencial que sejam desenvolvidos estudos sobre o monitoramento e conservação de formigas a fim de otimizar serviços ecossistêmicos fundamentais.

Funções dos ecossistemas, como a infiltração da água e a produtividade do solo podem ser reduzidas em locais com intensa urbanização, nesse sentido, a conservação das comunidades de formigas e dos serviços ecossistêmicos que esses insetos fornecem deve ser um critério importante para o planejamento do uso da terra e nos esforços para a conservação da biodiversidade (SANFORD; MANLEY; MURPHY, 2009). No sudoeste de Mato Grosso, o uso de formigas como um indicador de qualidade ambiental ainda é incipiente. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a riqueza e abundância de formigas epigéicas em cinco áreas diferentes e inseridas no município de Cáceres-MT.

METODOLOGIA

A pesquisa sobre formigas foi desenvolvida em cinco pontos distintos na área urbana do município de 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 24.398,399 km² (IBGE, 2002), a uma altitude de 118 m. Cáceres integra a mesorregião do Centro-Sul matogrossense e a microrregião do Alto Pantanal, distando 215 km da capital. O clima, segundo classificação de Köppen, é tropical quente e úmido, com inverno seco (Awa).

As coletas foram realizadas trimestralmente durante um ano, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2023. Ao todo, 200 armadilhas de queda (*tipo pitfall*) foram instaladas em cinco pontos diferentes: área circundante à tanques de piscicultura (área 1), borda de vegetação próxima à tanques de piscicultura (área 2), área de mata de galeria (área 3), área de cachoeira (área 4) e área de pastagem (área 5). 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 à altura do solo LUX, temperatura do solo °C e umidade do solo %) foram mensuradas para cada pitfall entre os locais e meses.

As formigas foram removidas das armadilhas após 48 horas e acondicionadas em álcool 70% para triagem e identificação taxonômica. O material coletado foi identificado utilizando microscópio estereoscópico e guias para a identificação de subfamílias e gêneros de formigas. Os gêneros de formigas foram confirmados por especialista da Universidade Federal de Viçosa. Modelos lineares generalizados foram utilizados para analisar a abundância e riqueza de formigas em função do local (área 1, área 2, área3, área 4 e área 5) e meses de coleta (janeiro, abril, julho e outubro). A sobre dispersão, gráficos de Q-Q plot e AIC de cada modelo foram avaliados, sendo utilizado o modelo de distribuição Binomial Negativa porque foi o que mais se ajustou aos nossos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 5273 indivíduos, distribuídos em sete subfamílias: Dolichoderinae (4106), Dorylinae (155), Ectatomminae (130), Formicinae (211), Myrmicinae (596), Ponerinae (41) e Pseudomyrmecinae (34). *Dorymyrmex* foi o gênero mais ocorrente nesta pesquisa. A abundância total de formigas foi diferente estatisticamente entre as áreas de coleta ($X^2=118,94$; GL=413; $p= 2.2e-16$), sendo a maior média de abundância encontrada na área 2 (27,80), seguido da área 1 (12,29),

área 3 (9,98), área 4 (3,67) e área 5 (7,15). A área 2 está inserida em área com piscicultura e próxima à fragmento florestal, o que disponibiliza maior heterogeneidade ambiental e acesso à recursos para as formigas.

A heterogeneidade ambiental causa mudanças na composição de formigas tanto em escala local quanto em escala da paisagem (CASTELLARINI et al., 2024). Esses autores mostram que a riqueza de espécies de formigas mostra uma relação positiva com a heterogeneidade proporcionada tanto pela vegetação natural quanto pela seminatural, o que nos ajuda a explicar nossos resultados. Além disso, a riqueza de formigas é impactada pelo sinergismo entre a perda de habitat associada à atividades humanas (DANTAS; ROBERTO, 2024).

Por isso, a importância de manter a vegetação natural e seminatural em áreas urbanas com o intuito de contribuir com a conservação de espécies de formigas e seus serviços ecossistêmicos. Formigas desempenham vários serviços ecossistêmicos que são essenciais para o equilíbrio da natureza, tais como: dispersão de sementes, polinização, aeração e decomposição do solo, ciclagem de nutrientes, e remoção de biomassa (DAS; DAS, 2023; DEL TORO; RIBBONS; ELLISON, 2015; HOSAKA et al., 2019; LOPES et al., 2011; PERFECTO; PHILPOTT, 2023).

A abundância de *Acromyrmex* variou estatisticamente entre as áreas de coleta ($X^2=51.8$; $GL=14$; $p=1.487e-10$), sendo a maior média de abundância desse gênero registrada na Área 3 (77,8), seguida da área 1 e área 5 (7,25), área 4 (5,75) e área 2 (3,0). *Acromyrmex* ocorre em todo o Brasil, e compreende formigas que constroem ninhos subterrâneos e que utilizam folhas entre outras partes vegetais para cultivar fungo que serve de alimento para a colônia (BACCARO et al., 2015).

De acordo com esses autores, algumas espécies incluídas em *Acromyrmex* são consideradas pragas agrícolas principalmente em pastagens, cultivos de cana-de-açúcar, eucalipto e jardins ornamentais (BACCARO et al., 2015). A área 3 é caracterizada como mata de galeria com fácil acesso à recursos hídrico e vegetal para as formigas. Segundo Brener; Ruggiero (2012), *Acromyrmex* geralmente explora recursos seguindo florestas de galeria e outros tipo de vegetação ribeirinha. Além disso, esses autores ressaltam que um padrão vegetacional mais complexo proporciona maior diversidade para o forrageamento e uma grande variedade de microhabitats para nidificação de formigas cortadeiras, como é o caso de *Acromyrmex* (BRENER; RUGGIERO, 2012).

A abundância de *Dorymyrmex* também variou estatisticamente entre as áreas de coleta ($X^2=30,01$; $GL=15$; $p=4.851e-06$), sendo a maior média de abundância desse gênero registrada na Área 2 (526,0), seguida da Área 1 (261,0), Área 5 (99,5), Área 3 (88,2) e Área 4 (50,2). A área 2 está inserida em borda de vegetação próxima à tanques de piscicultura. Apesar da proximidade com a vegetação estruturalmente mais complexa é uma área aberta com alta luminosidade durante o dia, o que pode ter contribuído com a maior abundância de formigas que exploram esse tipo de condição.

Dorymyrmex ocorre em praticamente todo o Brasil, e costuma ser encontrado em regiões áridas ou semiáridas, especialmente em ambientes antropizados (BACCARO et al., 2015). Esse gênero é composto por formigas extremamente rápidas que forrageiam isoladamente nas horas mais quentes do dia, o que evita a competição com espécies mais sensíveis ao calor (BACCARO et al., 2015). De acordo com Pereda-Gomez; Pessacq; Elizalde (2020), as formigas do gênero *Dorymyrmex* são extremamente tolerantes à perturbações ambientais, como por exemplo, ambientes com intensa redução da cobertura da vegetação, modificações na porcentagem de grãos e umidade do solo, aumento do pH e temperatura do solo.

Nessa pesquisa, não encontramos diferenças estatísticas entre os locais de coleta e a abundância dos demais gêneros registrados, tais como: *Camponotus* ($X^2=182.5$; $GL=10$; $p=0.1116$), *Ectatomma* ($X^2=0.67$; $GL=13$; $p=0.9543$), *Odontomachus* ($X^2=4.81$; $GL=8$; $p=0.3072$) e *Pogonomyrmex* ($X^2=10.7$; $GL=6$; $p=0.02925$) entre as cinco áreas de coleta. Dos sete gêneros encontrados nessa pesquisa, *Pseudomyrmex* ocorreu apenas uma vez, e em área circundante à tanques de piscicultura (Área 1).

A abundância total de formigas foi diferente estatisticamente em função dos meses de coleta ($X^2=44,7$; $GL=414$; $p= 1.069e-09$). Verificamos que a maior média de abundância total de formigas foi registrada no mês de outubro (23,3) seguida de julho (11,7), abril (9,79) e janeiro (7,75). Ao contrário de nossos resultados, a literatura científica mostra que existe um padrão similar de abundância, riqueza e composição de espécies entre as estações do ano (QUEIROZ et al., 2023). Esses autores relatam que os maiores índices de abundância e riqueza de formigas são encontrados na estação chuvosa.

O aumento da precipitação média anual está relacionado com o aumento da produtividade primária nos habitats, que por sua vez determina a riqueza de espécies já que contribui com o aumento de recursos disponíveis para as formigas, como por

exemplo, as cortadoreiras (BRENER; RUGGIERO, 2012). Em 2023, foram percebidas alterações no padrão de precipitação no município de Cáceres-MT, com chuvas irregulares que se estenderam ao longo do primeiro semestre. Particularmente nos meses em que foram realizadas as coletas, as médias de precipitação encontradas foram: janeiro (0,03253 mm), julho (0,00 mm) e outubro (0,00065mm) (Estação Meteorológica de Cáceres-MT, 2023).

Em abril, não houve registros para a precipitação devido à problemas técnicos na estação meteorológica, entretanto, as chuvas foram registrados também em maio (0,01103mm) e junho (0,11112mm) (Estação Meteorológica de Cáceres-MT, 2023). Aqui, ressaltamos que o período chuvoso pode ter influenciado no forrageamento de formigas e conseqüentemente o acesso às armadilhas nos dias em que foram efetuadas as coletas, o que influenciou nossos resultados. Sabe-se que o forrageamento de formigas é maior em ambientes com baixa umidade já que facilita a locomoção dos insetos sobre o solo (MAJEED; KHAWAJA; RANA, 2021).

A abundância total de formigas não foi diferente estatisticamente em função da temperatura média do solo ($F \geq 0,1478$; $p=0,7052$) e luminosidade média ($F \geq 0,4353$; $p=0,5178$) entre as áreas de coleta. Sabemos que a temperatura pode influenciar aspectos da biologia das formigas, como por exemplo, performance ecológica ou fitness (PARR; BISHOP, 2022). Altas temperaturas impedem o bom funcionamento celular e do organismo (ANGILLETTA, 2009). Nesse contexto, espécies tropicais, particularmente aquelas que vivem na serapilheira dos microhabitats das copas, são as mais vulneráveis ao aumento das temperaturas (PARR; BISHOP, 2022).

Ao contrário dos nossos resultados, estudo mostra que a riqueza de guildas de formigas encontradas em florestas é afetada pela luminosidade, fator ambiental que está relacionado com o estágio sucessional da floresta e heterogeneidade ambiental (LOBO et al., 2023). A riqueza total de formigas não foi diferente estatisticamente em relação às cinco áreas de coleta ($X^2=2.12$; $GL=15$; $p= 0.1005$). Todas as cinco áreas aqui investigadas apresentam um grau de antropização, o que pode não ter influenciado em diferenças na riqueza de formigas.

A riqueza de formigas é influenciada fortemente pela heterogeneidade ambiental (CASTELLARINI et al., 2024; DANTAS; ROBERTO, 2024; GIPPET et al., 2017; MELO et al., 2021). Similarmente, também não houve diferença estatística na riqueza total de formigas entre os meses de coleta ($X^2=0.1755$; $GL=16$; $p=0.9135$). Como

mencionado anteriormente, metanálise recente mostra que a maioria das pesquisas desenvolvidas com esse enfoque relaciona o aumento da riqueza de formigas com o aumento das chuvas ao longo do ano (QUEIROZ et al., 2023).

CONCLUSÕES

Formigas são encontradas em praticamente todas as regiões do mundo. Frequentemente, esses insetos são utilizados como modelo de sucesso em programas de avaliação da qualidade ambiental devido à sua riqueza e abundância. Particularmente em áreas urbanas é fundamental o desenvolvimento de pesquisas que contribuam com o monitoramento da qualidade ambiental e potencial conservação da biodiversidade, além da manutenção de serviços ecológicos que são fundamentais para o equilíbrio ecossistêmico. Nesse estudo, *Dorymyrmex* foi o gênero mais ocorrente, com maior abundância em áreas com piscicultura inseridas próximas à borda de vegetação natural.

Além disso, verificamos que o gênero *Acromyrmex* apresentou maior abundância em área com mata de galeria. Tanto *Acromyrmex* quanto *Dorymyrmex* ocorrem em praticamente todo o Brasil, sendo o primeiro gênero composto por formigas mais especializadas e encontradas próximas à vegetação ribeirinha, e o segundo composto por formigas extremamente rápidas e típicas de ambientes antropizados (BACCARO et al., 2015; BRENER; RUGGIERO, 2012). Nesse contexto, é importante que sejam implementadas estratégias de conservação ambiental, como por exemplo, a manutenção de áreas com vegetação natural para mitigar impactos ambientais e potencialmente oferecer mais recursos para as formigas.

REFERÊNCIAS

ANGILLETTA, M. J. **Thermal adaptation: A theoretical and empirical synthesis.** Oxford University Press. 2009.

BACCARO, F. B. et al. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Editora INPA, 2015. 388 p. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.32912>. Acesso em: 16 junho 2024.

BRASIL, L. S. et al. Aquatic insects and their environmental predictors: a scientometric study focused on environmental monitoring in lotic environmental. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8147-z>. Acesso em: 16 junho 2024.

BRENER, A. G. F.; RUGGIERO, A. Leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) inhabiting Argentina: patterns in species richness and geographical range sizes. **Journal of Biogeography**, v. 21, n. 4, p. 391–399, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2845757>. Acesso em: 16 junho 2024.

BUDIADI et al. Changes in insect biodiversity on rehabilitation sites in the southern coastal areas of java island, indonesia. **Biodiversitas**, v. 21, n. 1, p. 1–7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210101>. Acesso em: 16 junho 2024.

CASTELLARINI, F. et al. Local and landscape drivers of ground-dwelling ant diversity in agroecosystems of Dry Chaco. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 367, n. March, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108955>. Acesso em: 16 junho 2024.

CHOWDHURY, S. et al. Insects as bioindicator: A hidden gem for environmental monitoring. **Frontiers in Environmental Science**, v. 11, p. 1146052, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1146052>. Acesso em: 16 junho 2024.

DANTAS, A.; ROBERTO, C. Synergistic effect of habitat loss and chronic anthropogenic disturbances on ant species richness. **Biodiversity and Conservation**, v. 33, p. 205–219, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02743-3>. Acesso em: 16 junho 2024.

DAS, S.; DAS, A. Ants are more than just curious bystanders to some flowers—they act as significant pollinators. **Frontiers in Insect Science**, v. 3, p. 1145761, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1145761>. Acesso em: 16 junho 2024.

DEL TORO, I.; RIBBONS, R. R.; ELLISON, A. M. Ant-mediated ecosystem functions on a warmer planet: Effects on soil movement, decomposition and nutrient cycling. **Journal of Animal Ecology**, v. 84, n. 5, p. 1233–1241, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12367>. Acesso em: 16 junho 2024.

GIPPET, J. M. W. et al. I'm not like everybody else: urbanization factors shaping spatial distribution of native and invasive ants are species-specific. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 1, p. 157–169, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0576-7>. Acesso em: 16 junho 2024.

GUÉNARD, B. et al. The Global Ant Biodiversity Informatics (GABI) database: Synthesizing data on the geographic distribution of ant species (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, v. 24, n. January, p. 83–89, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_024:083. Acesso em: 16 junho 2024.

HOSAKA, T. et al. Ant assemblages on littered food waste and food removal rates in urban–suburban parks of Tokyo. **Basic and Applied Ecology**, v. 37, p. 1–9, jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2019.04.002>. Acesso em: 16 junho 2024.

JIMÉNEZ-CARMONA, F.; HEREDIA-ARÉVALO, A. M.; REYES-LÓPEZ, J. L. Ants (Hymenoptera : Formicidae) as an indicator group of human environmental impact in the riparian forests of the Guadalquivir river. **Ecological Indicators**, v. 118, n. March,

p. 106762, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106762>. Acesso em: 16 junho 2024.

KASS, J. M. et al. The global distribution of known and undiscovered ant biodiversity. **Science Advances**, v. 8, n. 31, 5 ago. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abp9908>. Acesso em: 16 junho 2024.

LOBO, N. C. R. et al. Effects of environmental factors on assemblages of arboreal and epigeic ants in Seasonal Semideciduous Forest. **Ciencia Florestal**, v. 33, n. 1, p. 1–24, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509867579>. Acesso em: 16 junho 2024.

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**, v. 22, n. 5, p. 2722–2727, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220533>. Acesso em: 16 junho 2024.

MELO, T. S. M. et al. Influence of Urban Landscape on Ants and Spiders Richness and Composition in Forests. **Neotrop Entomol**, v. 50, p. 32–45, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00824-4>. Acesso em: 16 junho 2024.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, p. 110–118, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>. Acesso em: 16 junho 2024.

PARR, C. L.; BISHOP, T. R. The response of ants to climate change. **Global Change Biology**, v. 28, n. 10, p. 3188–3205, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.16140>. Acesso em: 16 junho 2024.

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**, v. 173, n. July 2018, p. 104017, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104017>. Acesso em: 16 junho 2024.

PERFECTO, I.; PHILPOTT, S. M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. **Myrmecological News**, v. 33, p. 103–122, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_033:103. Acesso em: 16 junho 2024.

QUEIROZ, A. C. M. et al. Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. **Biotropica**, v. 55, n. 1, p. 29–39, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.13158>. Acesso em: 16 junho 2024.

SANFORD, M. P.; MANLEY, P. N.; MURPHY, D. D. Effects of urban development on ant communities: Implications for ecosystem services and management. **Conservation Biology**, v. 23, n. 1, p. 131–141, 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/29738699>. Acesso em: 16 junho 2024.

VILES, H. A.; GOUDIE, A. S.; GOUDIE, A. M. Ants as geomorphological agents: A global assessment. **Earth-Science Reviews**, v. 213, n. October 2020, p. 103469, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103469>. Acesso em: 16 junho 2024.