



DARA VEIGA ALVES

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS
SUBTERRÂNEAS EM RESPOSTA À VARIAÇÕES DE
PROFUNDIDADE DO SOLO E ESTAÇÕES**

LAVRAS – MG

2023

DARA VEIGA ALVES

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS SUBTERRÂNEAS EM RESPOSTA À
VARIAÇÕES DE PROFUNDIDADE DO SOLO E ESTAÇÕES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.^a. Dr.^a Carla Rodrigues Ribas
Orientadora

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Coorientador

Me. Icaro Wilker Gonzaga de Carvalho
Coorientador

LAVRAS – MG

2023

DARA VEIGA ALVES

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS SUBTERRÂNEAS EM RESPOSTA À
VARIAÇÕES DE PROFUNDIDADE DO SOLO E ESTAÇÕES**

**RICHNESS AND COMPOSITION OF SUBTERRANEAN ANTS IN RESPONSE TO
VARIATIONS IN GROUND DEPTH AND SEASONS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 08 de dezembro de 2023.

Prof.^a Dr.^a Carla Rodrigues Ribas UFLA/UFRPE

Me. Esperidião Alves dos Santos-Neto UESC

Me. Suelen Sandim de Carvalho MPEG

Prof.^a Dr.^a Carla Rodrigues Ribas
Orientadora

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Coorientador

Me. Icaro Wilker Gonzaga de Carvalho
Coorientador

LAVRAS – MG

2023

*À minha avó, Neide da Conceição Veiga, por todo o apoio, incentivo e amor incondicional
que recebi até o seu último momento de vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Amanda e Sergio, por todo o apoio, amor e sacrifícios que tiveram que fazer durante o meu período de graduação. À minha irmã, Victória por todo o incentivo, amor e ajuda nos momentos em que nem eu acreditava mais em mim. Aos pets que fazem parte da minha vida, Filé (*in memoriam*), Mel, Pinga e Pudim, por tornarem os meus dias mais alegres, felizes e cheios de amor.

Às minhas tias Luzia e Conceição, meus tios Márcio e Leandro, aos meus primos Júlia, Heitor e Valentim, que, mesmo distantes, sempre se fizeram presentes nos meus dias, me enchendo de amor e não me deixando desistir do meu sonho.

Ao meu coorientador, Icaro Wilker, por me manter firme durante todo esse processo, por não largar a minha mão e me ajudar em todos os momentos que precisei. À minha amiga e colaboradora, Marília Costa, por me ajudar em tantos momentos em que eu achei que não conseguiria chegar até aqui, por me ajudar a fazer o mapa presente neste trabalho e por ser uma das pessoas mais especiais que eu já conheci. Tenho sorte de ter vocês na minha vida.

Aos meus amigos, que por sorte são muitos: Gui, Giovani, Felipe, Júlia, Luane, Larissa, João Carlos, Chaim, Ariel, Letícia, entre tantos outros, por toda a alegria que vocês trazem para a minha vida, por compartilharem as felicidades e as tristezas comigo, por termos essa troca tão bonita. Vocês tornaram o meu caminho mais leve. E vocês sabem que não foi fácil chegar até aqui. Eu amo vocês!

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e aos professores que me acolheram de forma tão carinhosa durante esses anos de graduação, por me proporcionarem um ensino de excelência e uma ótima formação da qual me orgulho muito. Em especial agradeço à Professora Carla R. Ribas por me orientar durante o meu percurso acadêmico, ao Professor Rodrigo L. Ferreira e ao Professor Marconi Souza Silva por me receberem com tanto carinho para trabalhar no Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS) e por todo o apoio que me deram no decorrer deste trabalho.

À todos os membros do CEBS e do Laboratório de Ecologia de Formigas (LEF) pela amizade e conhecimentos trocados que, com certeza, fizeram toda a diferença durante a minha formação. Ao Esperidião e à Suelen por terem gentilmente aceitado o convite para compor a minha banca.

Obrigada de coração!

RESUMO

O contexto atual destaca a necessidade de compreender os impactos das mudanças climáticas, especialmente no que se refere à diversidade de formigas. Estudos recentes sugerem uma potencial redução na diversidade de formigas durante os meses mais secos, atribuída à sensibilidade desses insetos às variações sazonais de temperatura. A estratificação vertical e a associação com diferentes estratos ambientais podem levar a uma subestimação da diversidade de formigas subterrâneas. Esta lacuna no conhecimento destaca a necessidade crítica de estudar as formigas subterrâneas, visto que são extremamente importantes para a compreensão da origem e evolução de todo o grupo taxonômico. Para abordar essa lacuna, o estudo propõe avaliar a influência das estações seca e chuvosa, assim como da profundidade do solo, sobre a riqueza e composição de espécies de formigas subterrâneas. Realizando coletas em áreas ao redor de três cavernas na região de Pains, Minas Gerais, durante as estações seca e chuvosa, busca-se verificar variações na riqueza em estratos mais superficiais e examinar possíveis diferenças na composição de espécies entre estações e profundidades. A metodologia empregada não apenas facilita análises ecológicas relevantes para as formigas subterrâneas, mas também estabelece um marco significativo para pesquisas futuras, proporcionando interessantes descobertas sobre a biodiversidade de formigas em ambientes subterrâneos.

Palavras-chave: Ecologia subterrânea. Estratificação vertical. Mudanças climáticas. Áreas cársticas. Habitat Subterrâneo Superficial.

ABSTRACT

The current context emphasizes the need to understand the impacts of climate change, especially concerning ant diversity. Recent studies suggest a potential reduction in ant diversity during drier months, attributed to the sensitivity of these insects to seasonal temperature variations. Vertical stratification and association with different environmental strata may lead to an underestimation of underground ant diversity. This knowledge gap underscores the critical need to study subterranean ants, as they are crucial for understanding the origin and evolution of the entire taxonomic group. To address this gap, the study proposes evaluating the influence of dry and rainy seasons, as well as soil depth, on the richness and species composition of subterranean ants. By collecting samples in areas around three caves in the Pains region, Minas Gerais, during dry and rainy seasons, the aim is to assess variations in richness in shallower strata and examine possible differences in species composition between seasons and depths. The methodology employed not only facilitates relevant ecological analyses for subterranean ants but also establishes a significant framework for future research, providing interesting insights into ant biodiversity in underground environments.

Keywords: Subterranean ecology. Vertical stratification. Climate change. Karst areas. Superficial Subterranean Habitat.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	8
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
3. ARTIGO DE ACORDO COM A REVISTA NEOTROPICAL ENTOMOLOGY.....	10
RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS SUBTERRÂNEAS EM RESPOSTA À VARIAÇÕES DE PROFUNDIDADE DO SOLO E ESTAÇÕES.....	10
RESUMO.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
Área de estudo.....	15
Desenho amostral.....	16
Morfoespeciação e montagem.....	18
Análise de dados.....	18
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	21
CONFLITO DE INTERESSES.....	23
FINANCIAMENTO.....	23
REFERÊNCIAS.....	23
TABELAS.....	27

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cenário atual destaca a necessidade de compreender os impactos das mudanças climáticas, especialmente no contexto da diversidade de artrópodes. Dentre os artrópodes, estudos recentes indicam uma possível redução da diversidade de formigas durante os meses mais secos, devido às mesmas serem sensíveis às variações das condições climáticas ao longo das estações (Queiroz et al., 2022). Considerando a dominância numérica e de biomassa das formigas em escala global, bem como seus hábitos estacionários de nidificação, é essencial explorar a comunidade pouco estudada das formigas subterrâneas, cuja diversidade pode ser subestimada devido à complexa estratificação vertical e associação a diferentes estratos ambientais (Coelho et al., 2006; Wong & Guénard, 2017; Longino e Colwell, 1997).

Essa lacuna no conhecimento ressalta a importância crítica de estudar as formigas subterrâneas, não apenas para a ecologia, evolução e sistemática do grupo, mas também para compreender a origem e evolução de todo o grupo taxonômico (Lucky et al., 2013; Martins et al., 2020). A avaliação da diversidade dessas espécies requer abordagens de amostragem específicas, fundamental para a compreensão do papel dessas formigas na estrutura do solo e nas interações da comunidade, tornando-se essencial para a conservação e restauração de comunidades impactadas (Ryder Wilkie et al., 2007; Arroyo-Rodríguez et al., 2013; Chase et al., 2020).

Nesse contexto, nosso estudo propõe avaliar a influência da estação seca e chuvosa, bem como da profundidade do solo, sobre a riqueza e composição de espécies de formigas subterrâneas. Nossos objetivos específicos visam verificar se a riqueza é maior durante a estação seca e em estratos mais superficiais, além de investigar as possíveis diferenças na composição de espécies entre as estações e profundidades. A metodologia adotada, realizada em áreas ao redor de três cavernas na região de Pains, Minas Gerais, proporcionou amostras representativas ao longo de diferentes estratos subterrâneos durante as estações seca e chuvosa.

A aplicação dessa metodologia não apenas viabiliza análises ecológicas relevantes para as formigas subterrâneas, mas também estabelece um marco para futuras pesquisas. Este avanço não se limita à ecologia desses organismos, mas abre perspectivas promissoras para aplicação em outros contextos ecológicos, ampliando nosso entendimento sobre a biodiversidade em ambientes subterrâneos.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo-Rodríguez, V., Rös, M., Escobar, F., Melo, F.P.L., Santos, B.A., Tabarelli, M. & Chazdon, R. (2013). Plant β -diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. *Journal of Ecology*, 101(6), 1449-1458. doi: 10.1111/1365-2745.12153

Chase, J. M., Jeliaskov, A., Ladouceur, E., & Viana, D. S. (2020). Biodiversity conservation through the lens of metacommunity ecology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1469, 86-104. doi: 10.1111/nyas.14378

Coelho, I. R., & Ribeiro, S. P. (n.d.). Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35, 19-29. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000100004>

Longino, J. T., & Colwell, R. K. (1997). Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rainforest. *Ecological Applications*, 7, 1263–1277.

Lucky, A., Trautwein, M. D., Guenard, B. S., Weiser, M. D., & Dunn, R. R. (2013). Tracing the rise of ants - Out of the ground. *PLoS One*, 8(12), e84012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084012>

Mark, K. L., & Guenard, B. (2017). Subterranean ants: summary and perspectives on field sampling methods, with notes on diversity and ecology (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 25, 1-16.

Martins, M. F. D. O., et al. (2020). Accessing the subterranean ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in native and modified subtropical landscapes in the Neotropics. *Biota Neotropica*, 20(1), e20190782. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0782>

Queiroz, A. C. M., Marques, T. G., Ribas, C. R., Cornelissen, T. G., Nogueira, A., Schmidt, F. A., ... Diehl-Fleig, E. (2022). Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*, 00, 1–11. <https://doi.org/10.1111/btp.13158>

Ryder Wilkie, K. T., Mertl, A. L., & Traniello, J. F. A. (n.d.). Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. *Naturwissenschaften*, 94, 725-731.

3. ARTIGO DE ACORDO COM A REVISTA NEOTROPICAL ENTOMOLOGY

RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS SUBTERRÂNEAS EM RESPOSTA À VARIACÕES DE PROFUNDIDADE DO SOLO E ESTAÇÕES

DARA VEIGA^{1*}, ICARO WILKER², MARÍLIA M. S. COSTA², GILSON A. SANTOS JÚNIOR², MARCONI SOUZA-SILVA², RODRIGO L. FERREIRA² & CARLA R. RIBAS^{2,3}

¹ Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, 37203-202, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Departamento de Ecologia e Conservação, Instituto de Ciências Naturais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 37203-202, Brasil.

³ Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

***Autor correspondente:** Dara Veiga Alves, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, 37203-202, Brasil.

E-mail: daraveigaalves@gmail.com

Agradecimentos:

Os autores agradecem às instituições que tornaram possível a realização deste trabalho. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), à VALE e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro que viabilizou esta pesquisa. Por fim, ao ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da

Biodiversidade) e ao Cecav (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas) pela colaboração e apoio no que diz respeito à conservação da biodiversidade.

Contribuições dos autores:

Todos os autores contribuíram para a concepção e desenho do estudo.

RESUMO

Formigas subterrâneas formam uma comunidade diversa e o seu estudo é essencial para o entendimento do seu papel ecológico no ambiente criptobiótico que habitam. Dessa forma, para que consigamos conservar e restaurar comunidades impactadas é preciso conhecer como e por que a estrutura dessas comunidades varia no tempo e no espaço. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é testar as seguintes hipóteses: i) a riqueza de espécies de formigas subterrâneas é maior durante a estação seca e em estratos mais superficiais do solo e ii) há diferenças entre a composição de espécies de formigas subterrâneas entre a estação seca e chuvosa e entre diferentes estratos subterrâneos. Realizamos coletas em três cavernas na região de Pains, Minas Gerais, Brasil, que é uma área de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado. Utilizamos seis pontos amostrais em fragmentos florestais e bordas de mata. Instalamos seis armadilhas hipogéicas que possibilitaram amostrar a fauna subterrânea em profundidades de 5 a 95 cm durante o mês de outubro de 2020 e junho de 2021. Conforme esperávamos, a riqueza de espécies foi maior em estratos mais superficiais do solo. Por outro lado, a estação chuvosa apresentou maior riqueza. Também encontramos diferenças na composição de espécies entre as diferentes estações e entre profundidades. Estes achados têm implicações significativas para estudos futuros sobre a diversidade de formigas subterrâneas, fornecendo diretrizes sobre os estratos mais propensos a abrigar determinados gêneros. Além disso, nossa pesquisa incentiva novas investigações de aspectos ainda pouco compreendidos dessa comunidade singular de formigas.

Palavras-chave: Ecologia subterrânea. Estratificação vertical. Mudanças climáticas. Áreas cársticas.

INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas severas, que vão além do que a maior parte das espécies estão adaptadas, estão acontecendo em todos os continentes e quem mais sofre com esses impactos são as espécies mais sensíveis às alterações de condições e recursos (Pörtner, Hans-O et al., 2022). Essas mudanças incluem aumento da temperatura, alteração dos padrões de precipitação e maior frequência e gravidade de eventos climáticos extremos (Par & Bishop, 2022). Os impactos dessas mudanças climáticas poderiam ser previstos através de estudos acerca dos efeitos do clima sobre padrões de diversidade, principalmente a respeito da possível redução da diversidade de artrópodes durante os meses mais secos (Queiroz et al., 2022). Os organismos inevitavelmente apresentam respostas a essas mudanças, seja na sua fisiologia, no seu comportamento, na sua ecologia ou na sua história evolutiva (Diamond et al., 2012). Um exemplo disso é a estratégia que alguns artrópodes desenvolveram para lidar com essas adversidades que consiste em selecionar microhabitats adequados, o que inclui se movimentar em um gradiente vertical e migrar para o subsolo (Ledesma et al., 2020).

Um dos ambientes escolhidos para essa migração pode ser os Habitats Subterrâneos Superficiais (HSS), que são ambientes afóticos, rasos, ricos em matéria orgânica e que podem estar conectados a cavidades mais profundas, como cavernas, o que pode representar uma via evolutiva para a colonização de ambos os ambientes (Culver & Pipan, 2014). Por ser um ambiente com condições microclimáticas mais estáveis, o HSS funciona como um refúgio climático para a fauna de artrópodes (Ledesma et al., 2020). A distribuição da fauna no HSS é influenciada pela disponibilidade de alimento que tende a se concentrar na superfície. Durante períodos de chuva, essa fonte de alimento se distribui mais profundamente abaixo da superfície, impactando a disposição das espécies no ambiente subterrâneo (Gers 1993, 1998) em diferentes estações do ano.

Insetos em ambientes tropicais são mais afetados pelas mudanças climáticas devido a sua tolerância limitada (Barrow & Parr, 2008). Nessas regiões, a quantidade de precipitação pluviométrica muda ao longo do ano, definindo estações secas e chuvosas que interferem, por exemplo, na distribuição das formigas (Coelho et al., 2006). O comportamento de forrageamento das formigas também está diretamente ligado à temperatura e é diferenciado de acordo com as estações do ano devido à natureza termofílica do grupo (Queiroz et al., 2022). A diversidade de formigas subterrâneas em uma floresta tropical equatorial varia ao longo das estações, apresentando maior riqueza e abundância de espécies durante a estação

seca, o que pode ser explicado pela migração de espécies epigéicas sensíveis à seca para o interior do solo (Jacquemin et al., 2016). Estas espécies são muito contrastantes com aquelas encontradas no estrato epigéico, sendo pequena a porcentagem de indivíduos que são encontrados forrageando em ambos estratos (Jacquemin et al., 2012).

Formigas possuem dominância numérica e de biomassa em praticamente todos os continentes, bem como hábitos estacionários de nidificação, o que permite que sejam reamostradas ao longo do tempo (Coelho et al., 2006). As formigas subterrâneas formam uma comunidade diversa com importante papel em relação à ecologia, evolução e sistemática do grupo (Wong & Guénard, 2017), porém, ainda são pouco estudadas devido à dificuldade de coletá-las sob o solo. Além disso, acredita-se que a diversidade de formigas subterrâneas pode ser maior do que as pesquisas indicam (Longino e Colwell 1997), visto que a estratificação vertical pode caracterizar os padrões de distribuição das formigas, já que a maior parte das espécies são associadas exclusivamente ao solo, à serrapilheira ou à copa das árvores (Brühl et al. 1998; Vasconcelos e Vilhena 2006; Yanoviak e Kaspari 2000).

As formigas estritamente hipogéicas apresentam comportamentos e morfologia diferentes de qualquer outro grupo de formigas (Munyai et al., 2020). São pequenas, com olhos reduzidos ou sem olhos, com as pernas curtas e o corpo despigmentado (Wong & Guénard, 2017), características que permitem que elas prosperem em um ambiente criptobiótico. Existem diversas espécies de formigas subterrâneas que são conhecidas por apenas um espécime ou série (O'Donnell et al., 2005). Além disso, as Leptanillinae, uma subfamília inteira composta por espécies estritamente subterrâneas, são consideradas atualmente cruciais na evolução das formigas (Moreau et al. 2006; Brady et al. 2006). Seu grupo irmão, Martialinae, é o grupo mais antigo de formigas viventes na atualidade, além de ser monotípico, ou seja, compreende apenas uma espécie, a *Martialis heureka*. Ela foi descoberta para o novo mundo e também possui hábito de forrageamento subterrâneo (Rabeling et al., 2008).

Dessa forma, é de suma importância o estudo desses organismos, visto que são criticamente relevantes para a compreensão da origem e evolução de todo o grupo taxonômico (Lucky et al., 2013; Martins et al., 2020). A avaliação da diversidade dessas espécies requer abordagens de amostragem direcionadas especificamente para as formigas subterrâneas e essa compreensão, por sua vez, revela-se essencial para o entendimento do papel dessas formigas na estrutura do solo e nas interações da comunidade (Ryder Wilkie et al., 2007). Sendo assim, para que consigamos conservar e restaurar comunidades impactadas

é preciso conhecer como e por que a estrutura dessas comunidades varia de acordo com o tempo e espaço (Arroyo-Rodríguez et al., 2013; Chase et al., 2020).

O objetivo deste trabalho é avaliar se há a influência da estação seca e da estação chuvosa e da profundidade do solo sobre a riqueza e composição de espécies de formigas subterrâneas. Hipotetizamos que: i) a riqueza de espécies de formigas subterrâneas é maior durante a estação seca e em estratos mais superficiais do solo e ii) há diferenças entre a composição de espécies de formigas subterrâneas entre a estação seca e chuvosa e entre diferentes estratos subterrâneos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Realizamos as coletas no município de Pains, Minas Gerais, Brasil em fragmentos florestais e em bordas de mata próximos às cavernas Brega (20°25'4.57"S, 45°46'19.81"O), Lóca D'água (20°25'25.04"S, 45°41'34.12"O) e Angá dos Negros (20°26'9.4"S, 45°39'38.04"O) (FIGURA 1). A região de Pains possui uma paisagem repleta de rochas carbonáticas e silto-argilosas e já foram registradas mais de 1600 cavernas na base de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). Esta é uma área de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado e sua fitofisionomia é constituída predominantemente por florestas estacionais semidecíduas e decíduas (Melo et al., 2013). O clima é definido como Cwa na classificação de Köppen com temperatura média de 23°C e precipitação anual de 1372 mm (Kottek et al., 2006). A paisagem local é fragmentada e com índice de desmatamento elevado devido às atividades agropecuárias e minerárias (Menegasse et al., 2002).

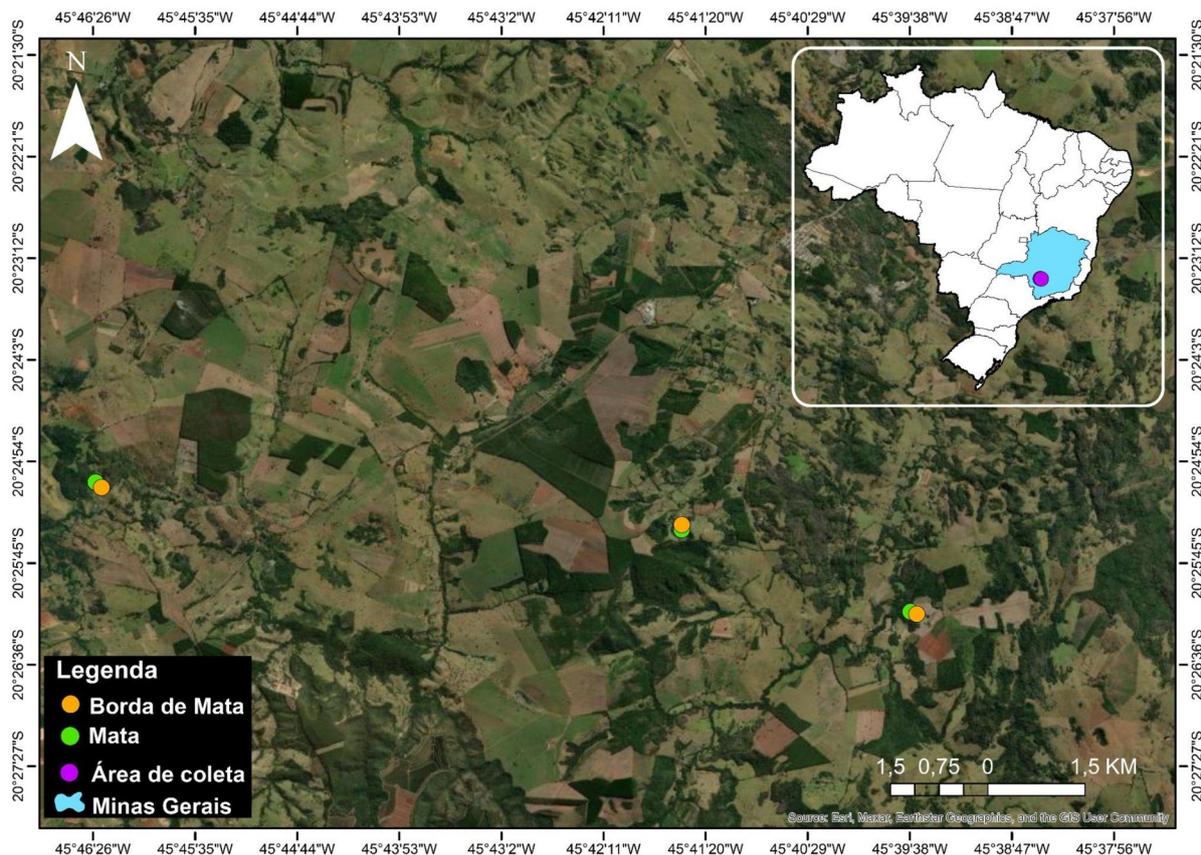


Figura 1 O mapa apresenta as três áreas de coletas, localizadas no município de Pains, Minas Gerais, Brasil, subdivididas em seis pontos amostrais, sendo três em borda de mata e três em mata. Fonte: Do autor (2023)

Desenho amostral

Utilizamos três pontos amostrais em fragmentos florestais de vegetação nativa e três em bordas de mata entremeadas por pastagens e/ou plantações ($N = 6$). Em cada ponto amostral cavamos uma trincheira de 1,5 m de comprimento x 0,5 m de largura x 1,10 m de profundidade. Dentro das trincheiras instalamos três armadilhas adaptadas de Schlik-Steiner and Steiner (2000) elaboradas em cilindro de PVC (110 cm, diâmetro de 10 cm) com furos (diâmetro de 8 mm) intercalados a cada 10 cm (FIGURA 2A). Ao total 18 armadilhas foram instaladas. Para este estudo, as três armadilhas instaladas na mesma trincheira constituem um único ponto amostral. Colocamos uma série de dez recipientes cônicos (12 cm, diâmetro de 10 cm) conectados por uma barra rosqueada na parte interna da armadilha, também intercalados a cada 10 cm (FIGURA 3). Dessa forma, foi possível amostrar a estratificação da

fauna subterrânea residente e transiente do Habitat Subterrâneo Superficial (HSS) em profundidades de 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95 cm (FIGURA 2B).

Em cada recipiente colocamos uma solução de formaldeído a 4% para a preservação dos invertebrados coletados e gotas de detergente para quebrar a tensão superficial da solução. Reservamos, durante a escavação das trincheiras, cada estrato de solo que posteriormente foram devolvidos na mesma ordem que foram retirados para que o perfil estratigráfico do solo fosse preservado. Iniciamos as coletas dois meses após a instalação das armadilhas para que o viés amostral pelo revolvimento do solo fosse evitado. Coletamos durante os meses de outubro de 2020, representando a época quente e chuvosa, e em junho de 2021, representando a época fria e seca.



Figura 2 a) Instalação das armadilhas nas trincheiras; b) Coleta das amostras de cada estrato subterrâneo. Fonte: Do autor (2023)



Figura 3 a) Série de dez recipientes cônicos conectados por uma barra rosqueada; b) Parte externa da armadilha com furos intercalados a cada 10 cm e encaixe da parte interna com a parte externa. Fonte: Do autor (2023)

Morfoespeciação e montagem

Triamos as amostras no Centro de Biologia Subterrânea da Universidade Federal de Lavras (CEBS-UFLA). Montamos as formigas em alfinetes entomológicos com triângulos de papel que são colados com cola branca do lado direito do mesossoma e receberam etiquetas contendo os dados da coleta. Identificamos em nível de gênero (Baccaro et al. 2015), morfoespeciamos com bases em caracteres morfológicos e as armazenamos no armário entomológico da Coleção de Invertebrados Subterrâneos de Lavras (ISLA-UFLA).

Análise de dados

Para avaliar se a estação (seca e chuvosa) e a profundidade do solo influenciam a riqueza de formigas, fizemos um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) utilizando o RStudio versão 4.3.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023). Para este modelo, as variáveis preditoras foram a profundidade e a estação, a variável resposta foi a riqueza de espécies de formigas e a variável aleatória foram as três áreas de amostragem (Angá dos Negros, Brega e Lóca D'água), visto que os pontos de amostragem da mata e borda de mata destas áreas estão sobrepostos, o que pode indicar dependência espacial entre as amostras. A interação entre as variáveis preditoras também foi testada. Inicialmente, a família Poisson foi aplicada, e diante superdispersão, adotamos a família binomial negativa.

Para avaliar se a composição de espécies difere entre estações e diferentes profundidades do solo, fizemos duas Análises de Similaridade Multivariada Não Métrica (NMDS). Esta análise foi realizada de forma independente para profundidade e estação. Posteriormente, aplicamos uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) para avaliar a significância estatística dessas variações. Utilizamos o Índice de Jaccard devido à disposição dos dados em uma matriz de presença/ausência.

RESULTADOS

Encontramos 69 morfoespécies divididas em seis subfamílias: Dolichoderinae, Dorylinae, Ectatomminae, Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae. Myrmicinae foi a subfamília com o maior número de morfoespécies (N=33). Encontramos 54 morfoespécies na estação chuvosa (TABELA 1) e 30 morfoespécies na estação seca (TABELA 2).

Conforme esperávamos, a riqueza de formigas subterrâneas é maior em estratos mais superficiais do solo ($p < 0,001$; FIGURA 4), porém, ao contrário da nossa hipótese, a riqueza é maior durante a estação chuvosa ($p < 0,001$; FIGURA 4). A interação entre as duas variáveis não foi significativa ($p = 0,638$).

Também encontramos diferenças na composição de espécies entre as diferentes estações ($p < 0,001$; $R^2 = 0,05$; FIGURA 5) e entre profundidades ($p = 0,002$; $R^2 = 0,025$; FIGURA 6).

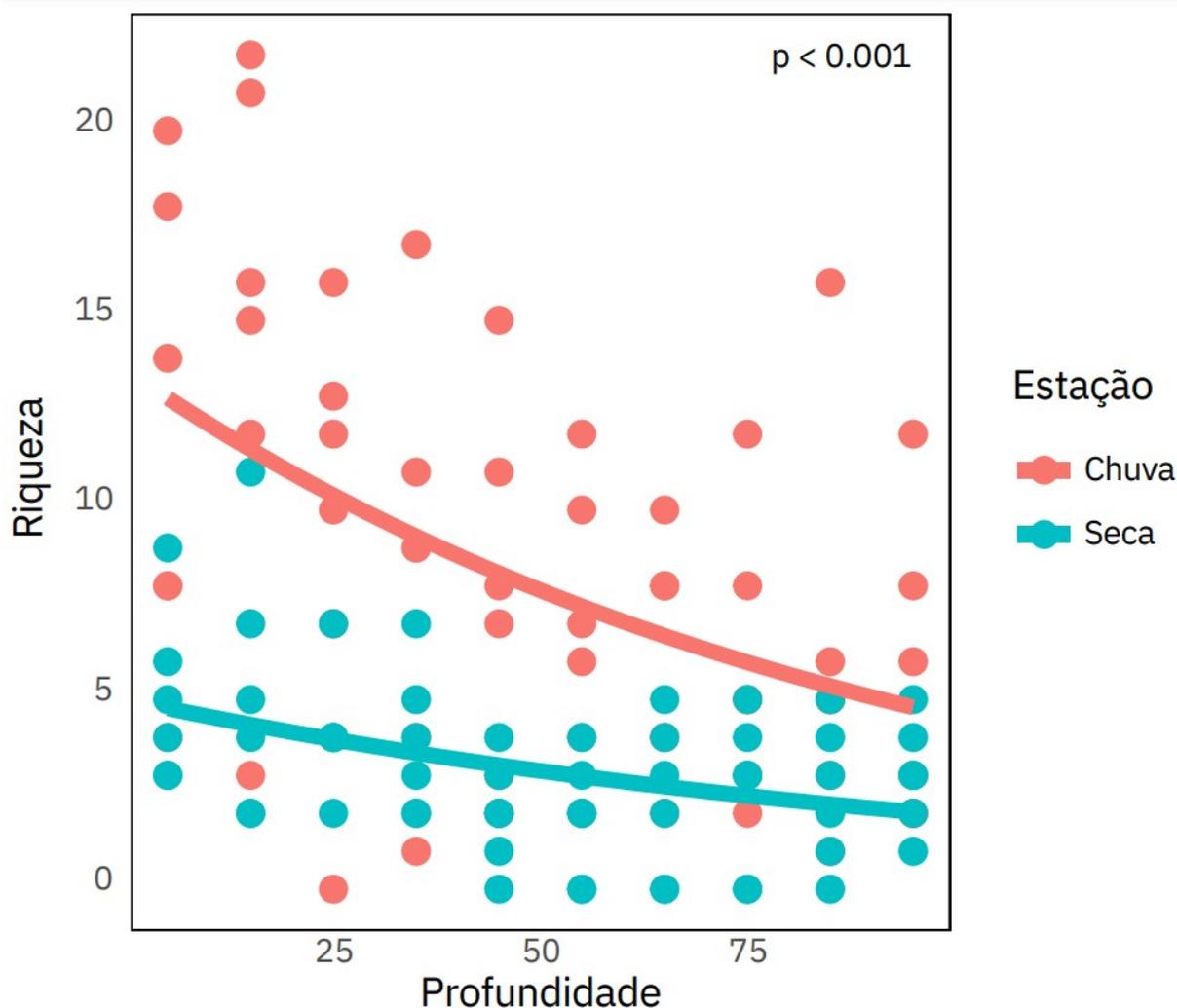


Figura 4 Relação entre a riqueza de espécies coletadas e a profundidade do solo para as duas estações (estação seca e chuvosa). Fonte: Do autor (2023)

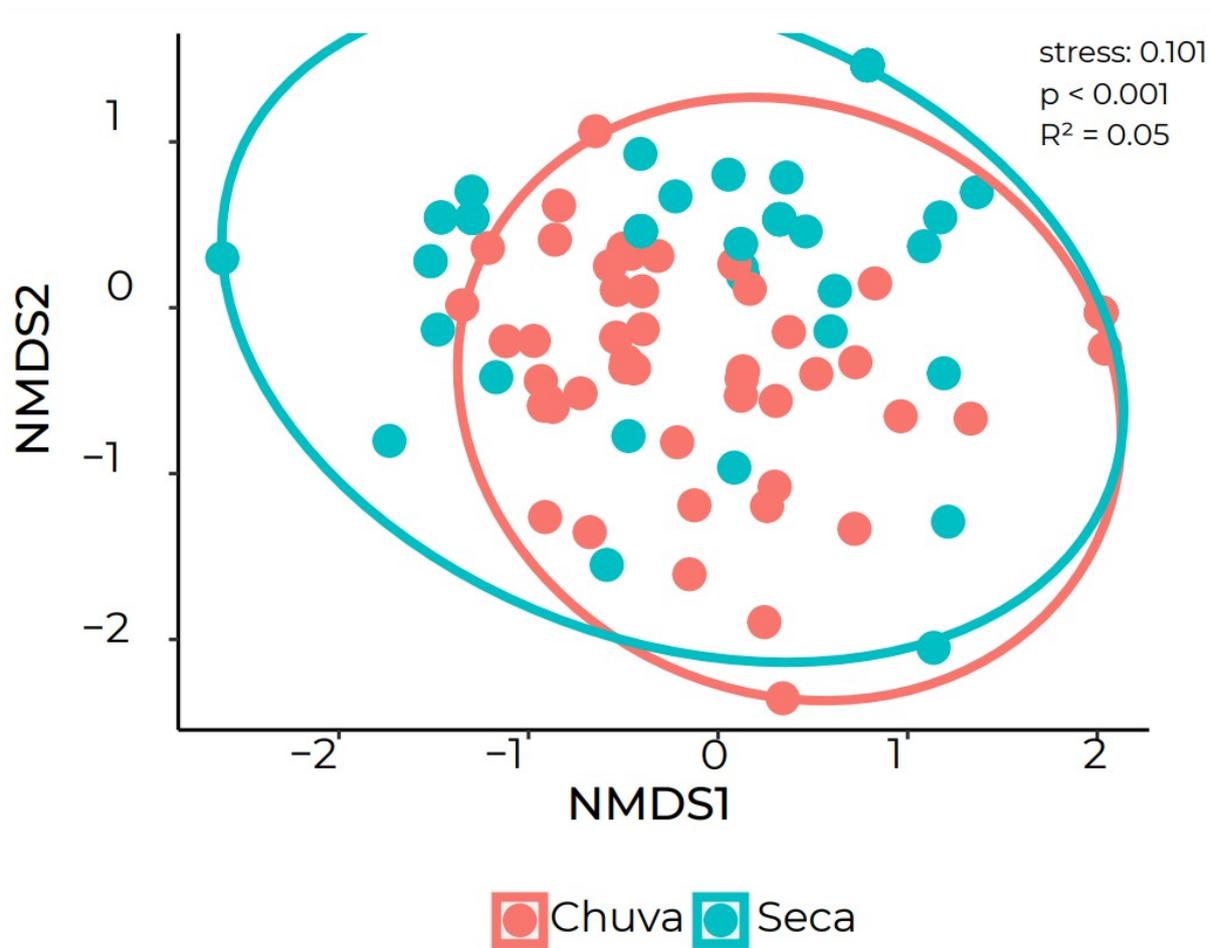


Figura 5 Composição de espécies coletadas durante a estação seca e a estação chuvosa.
Fonte: Do autor (2023)

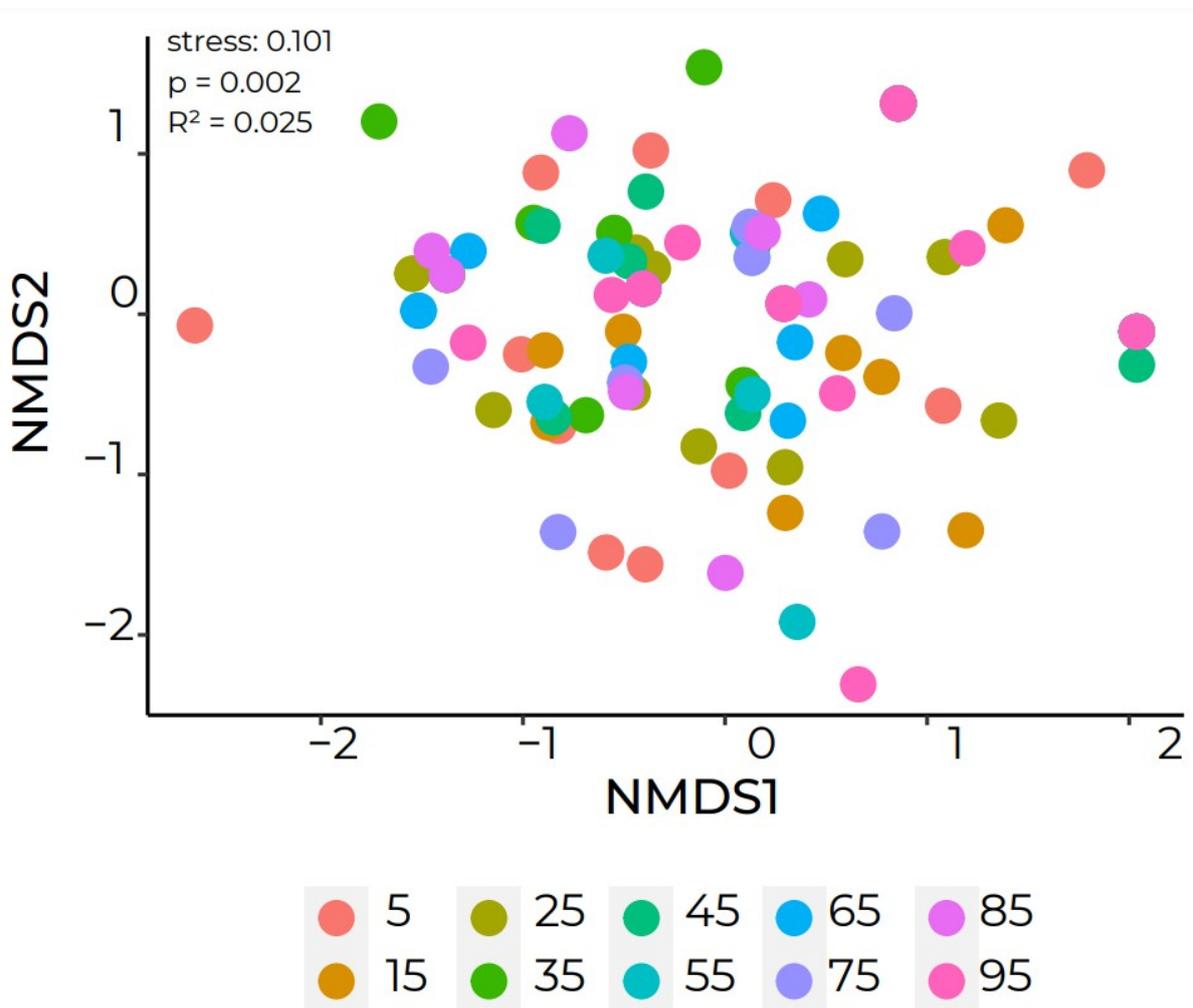


Figura 6 Composição de espécies amostradas em diferentes profundidades do solo. Fonte: Do autor (2023)

DISCUSSÃO

A riqueza de formigas subterrâneas de fato diminui à medida que a profundidade aumenta e, além disso, há diferença na composição das formigas que habitam esses diferentes estratos. Contrariando nossas expectativas, observamos maior riqueza de espécies durante a estação chuvosa em comparação com a estação seca. Entretanto, notamos diferença na composição dessas espécies entre ambas as estações, corroborando a nossa hipótese. Desta forma, apesar de coletar mais espécies na estação chuvosa e nos estratos superficiais, quando vemos a composição de espécies chegamos a conclusão de que é interessante amostrar nas duas estações e nas diferentes profundidades para se conhecer a fauna de formigas subterrâneas.

Estratos mais superficiais do solo apresentam maior quantidade de matéria orgânica, visto que a maior parte do aporte orgânico desse ambiente é alóctone, ou seja, advém da

decomposição de matéria orgânica do estrato epigéico (Santos Júnior, 2022; Culver & Pipan, 2014). A dependência desse ambiente em relação à superfície e a maior disponibilidade de recursos em profundidades menores (Mammola et al., 2019) pode explicar porque encontramos uma riqueza maior de formigas nas camadas mais superficiais. Já a diferença na composição de espécies ao longo desse gradiente vertical pode demonstrar uma forte estratificação dessas formigas, assim como Torres et al., 2020 encontrou em seu estudo. Essa estratificação pode estar relacionada com os diferentes locais de nidificação e de forrageamento das espécies amostradas (Vasconcelos & Vilhena, 2006; Delabie & Fowler, 1995), proporcionados por condições e recursos diferentes nestas profundidades.

A riqueza de espécies de formigas é positivamente associada à temperatura (Gibb et al., 2015; Queiroz et al., 2022), o que explica porque encontramos uma maior riqueza de formigas subterrâneas durante a estação quente e chuvosa. Esse padrão já não é novo, estudos anteriores já haviam encontrado resultados semelhantes (Queiroz et al., 2022; Levings, 1983), mas levando em consideração principalmente espécies epigéicas de formigas. No que se refere à diferença da composição de espécies entre estações, sabemos que as mudanças das condições e recursos têm o papel de filtro ambiental (Harrison, 2008; Belote et al., 2009) e que, durante a estação seca, o transporte de nutrientes carregados pela lixiviação é limitado (Rendoš et al., 2012), o que pode tornar o meio subterrâneo um ambiente oligotrófico. É possível que isso favoreça a presença de espécies resilientes à esta conjuntura e desfavoreça espécies mais sensíveis a essa diminuição de nutrientes, o que pode explicar o resultado que obtivemos.

Nosso estudo contribui para a ecologia de formigas subterrâneas fornecendo informações sobre como essa comunidade é significativamente influenciada pelas mudanças das condições climáticas exteriores ao meio hipogéico. Essas informações são importantes para a conservação, já que o estrato subterrâneo é um ambiente pouco estudado e que sustenta uma das faunas menos documentadas do planeta (Mammola et al., 2019) e com distribuições extremamente restritas (Trontelj et al., 2009, Eme et al., 2018). As mudanças climáticas são um dos problemas mais complexos e desafiadores do Antropoceno (Ripple et al., 2017). Apesar de já percebermos seus efeitos na superfície, a compreensão dos impactos nos sistemas subterrâneos permanece limitada (Mammola et al., 2019). Isto posto, nosso estudo contribui como subsídio para investigações futuras mais aprofundadas sobre os efeitos dessas alterações sobre organismos, populações e comunidades subterrâneas.

A aplicação da metodologia utilizada neste trabalho possibilita análises ecológicas de grande relevância para o estudo das formigas subterrâneas, uma vez que conseguimos acessar

informações precisas sobre a estratificação vertical desses organismos. Esta metodologia também permitiu uma compreensão mais profunda das interações entre as espécies e as condições ambientais específicas em diferentes estações do ano. Estudos futuros que avaliem a influência de fatores abióticos do solo sobre esses organismos são essenciais para compreender mais profundamente os fatores estruturantes dessa comunidade. Investigar a variabilidade sazonal com maior detalhe, em estudos mais prolongados, pode enriquecer a compreensão das dinâmicas ecológicas. Além disso, uma área que merece atenção adicional é a variação de traços morfológicos apresentados por essas formigas ao longo desse gradiente vertical. Estudos como esses terão implicações significativas para o estudo de formigas subterrâneas, abrindo caminho para a exploração de aspectos ainda pouco conhecidos sobre a chamada última fronteira da biodiversidade de formigas.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores não têm conflitos de interesses que sejam relevantes para este artigo.

FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), VALE e FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais).

REFERÊNCIAS

- Arroyo-Rodríguez, V., Rös, M., Escobar, F., Melo, F.P.L., Santos, B.A., Tabarelli, M. & Chazdon, R. (2013). Plant β -diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. *Journal of Ecology*, 101(6), 1449-1458. doi: 10.1111/1365-2745.12153
- Baccaro, F. B., Feitosa, R. M., Fernandez, F., Fernandes, I. O., Izzo, T. J., de Souza, J. L., & Solar, R. (2016). Formigas.
- Barrow, L., & Parr, C. L. (n.d.). A preliminary investigation of temporal patterns in semiarid ant communities: variation with habitat type. *Austral Ecology*, 33(5), 653-662.
- Brühl, C. A., Gunsalam, G., & Linsenmair, K. E. (1998). Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rainforest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 285–297.

- Chase, J. M., Jeliaskov, A., Ladouceur, E., & Viana, D. S. (2020). Biodiversity conservation through the lens of metacommunity ecology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1469, 86-104. doi: 10.1111/nyas.14378
- Coelho, I. R., & Ribeiro, S. P. (n.d.). Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35, 19-29. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000100004>
- Culver, D. C., & Pipan, T. (2014). *Shallow subterranean habitats: ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press, USA.
- Dajoz, R. (2002). *Les Coléoptères Carabidés Et Ténébrionidés. Écologie Et Biologie*. Editions Tec & Doc, Paris, France.
- Delabie, J. H. C., & Fowler, H. G. (1995). Soil and litter cryptic ant assemblages in Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia*, 39, 423–433.
- Diamond, S. E., et al. (2012). Who likes it hot? A global analysis of the climatic, ecological, and evolutionary determinants of warming tolerance in ants. *Global Change Biology*, 18(2), 448-456.
- Dowdy, W. W. (1944). The influence of temperature on vertical migration of invertebrates inhabiting different soil types. *Ecology*, 25, 449–460. <https://doi.org/10.2307/1932020>
- Eme, D., et al. (2018). Do cryptic species matter in macroecology? Sequencing European groundwater crustaceans yields small ranges but does not challenge biodiversity determinants. *Ecography*, 41, 424–436.
- Gers, C. (1993). Population of *Triphleba hyalinata* (Meigen, 1830; Diptera, Phoridae) in the superficial underground compartment (MSS or rock fissures and voids in scree). *European Journal of Soil Biology*, 29(2), 35–41.
- Gers, C. (1998). Diversity of energy fluxes and interactions between arthropod communities: from Soil to Cave. *Acta Oecologica*, 19(3), 205–213.
- Gibb, H., et al. (2015). Climate mediates the effects of disturbance on ant assemblage structure. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1808), 20150418.
- Griebenow, Zachary Hayes, Marco Isaia, and Majid Moradmand. "A remarkable troglomorphic ant, *Yavnella laventa* sp. nov.(Hymenoptera: Formicidae: Leptanillinae), identified as the first known worker of *Yavnella Kugler* by phylogenomic inference." *Invertebrate Systematics* 36.12 (2022): 1118-1138.
- Harrison, S., & Cornell, H. (2008). Toward a better understanding of the regional causes of local community richness. *Ecology Letters*, 11, 969–979. doi: 10.1111/j.1461-0248.2008.01210.x
- Jacquemin, J., Roisin, Y., & Leponce, M. (2012). Spatio-temporal variation in ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in leaf-litter and soil layers in a premontane tropical forest. *Myrmecological News*, 22, 129-139.

- Kaspari, M., & O'Donnell, S. (2005). Extraordinary predation by the neotropical army ant *Cheliomyrmex andicola*: implications for the evolution of the army ant syndrome. *Biotropica*, 37, 706–709.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., et al (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 259–263. <https://doi.org/10.1127/09412948/2006/0130>
- Lasmar, C. J., et al. (2021). Contrasting edge and pasture matrix effects on ant diversity from fragmented landscapes across multiple spatial scales. *Landscape Ecology*, 36, 2583-2597. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01258-y>
- Ledesma, E., et al. (n.d.). Arthropod biodiversity patterns point to the Mesovoid Shallow Substratum (MSS) as a climate refugium. *Zoology*, 141, 125771.
- Levings, S. C. (1983). Seasonal, annual and among site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs*, 53, 435–455. doi: 10.2307/1942647
- Longino, J. T., & Colwell, R. K. (1997). Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rainforest. *Ecological Applications*, 7, 1263–1277.
- Lucky, A., Trautwein, M. D., Guenard, B. S., Weiser, M. D., & Dunn, R. R. (2013). Tracing the rise of ants - Out of the ground. *PLoS One*, 8(12), e84012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084012>
- Mark, K. L., & Guenard, B. (2017). Subterranean ants: summary and perspectives on field sampling methods, with notes on diversity and ecology (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 25, 1-16.
- Martins, M. F. D. O., et al. (2020). Accessing the subterranean ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in native and modified subtropical landscapes in the Neotropics. *Biota Neotropica*, 20(1), e20190782. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0782>
- Melo, P. H. A., Lombardi, J. A., Salino, A., & Carvalho, D. A. (2013). Composição florística de angiospermas no carste do Alto São Francisco. *Rodriguésia*, 64, 29–36.
- Menegasse, L. N., Gonçalves, J. M., & Fantinel, L. M. (2002). DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA PROVÍNCIA CÁRSTICA DE ARCOS-PAINS-DORESÓPOLIS, ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL. *Águas Subterrâneas*, 16(1). <https://doi.org/10.14295/ras.v16i1.1297>
- Munyai, T. C., Khoza, L. R., & Foord, S. H. (n.d.). Hidden just beneath our feet: Subterranean ants of the KwaZulu-Natal midlands. *African Journal of Ecology*, 00, 1–7. <https://doi.org/10.1111/aje.12849>
- O'Donnell, S., Kaspari, M., & Lattke, J. (2005). Extraordinary predation by the neotropical army ant *Cheliomyrmex andicola*: implications for the evolution of the army ant syndrome. *Biotropica*, 37, 706–709.
- Parr, Catherine L., and Tom R. Bishop. "The response of ants to climate change." *Global change biology* 28.10 (2022): 3188-3205.

- Pörtner, H.-O., et al. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Queiroz, A. C. M., Marques, T. G., Ribas, C. R., Cornelissen, T. G., Nogueira, A., Schmidt, F. A., ... Diehl-Fleig, E. (2022). Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*, 00, 1–11. <https://doi.org/10.1111/btp.13158>
- Queiroz, A. C. M., et al. (2022). Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*, 00, 1–11. <https://doi.org/10.1111/btp.13158>
- Rabeling, Christian, Jeremy M. Brown, and Manfred Verhaagh. "Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105.39 (2008): 14913-14917.
- Rendoš, M., Mock, A., & Jászay, T. (2012). Spatial and temporal dynamics of invertebrates dwelling karstic mesovoid shallow substratum of Sivec National Nature Reserve (Slovakia), with emphasis on Coleoptera. *Biologia*, 67, 1143-1151.
- Ripple, W. J., et al. (2017). World scientists' warning to humanity: A second notice. *BioScience*, 67, 1026–1028.
- Ryder Wilkie, K. T., Mertl, A. L., & Traniello, J. F. A. (n.d.). Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. *Naturwissenschaften*, 94, 725-731.
- Santos Júnior, G. A. (2022). Fatores estruturantes para a assembleia de colêmbolos associados a meio subterrâneo superficial neotropical. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Departamento de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Lavras. Lavras.
- Schlick-Steiner, B. C., & Steiner, F. M. (n.d.). Eine neue subterrannfalle und Fänge aus Kärnten. *Naturwissenschaften*, na, 2000.
- Torres, M. T., Souza, J. L. P., & Baccaro, F. B. (2019). Distribution of epigeic and hypogeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in ombrophilous forests in the Brazilian Amazon. *Sociobiology*, 67(2), 186-200.
- Trontelj, P., Douady, C., Fišer, C., Gibert, J., Gorički, Š., Lefébure, T., Zakšek, V. (2009). A molecular test for hidden biodiversity in groundwater: How large are the ranges of macrostygobionts? *Freshwater Biology*, 54, 727–744.
- Vasconcelos, H. L., & Vilhena, J. M. S. (2006). Species turnover and vertical partitioning of ant assemblages in the Brazilian Amazon: a comparison of forests and savannas. *Biotropica*, 38(1), 100–106. doi: 10.1111/j.1744-7429.2006.00113.x
- Yanoviak, S. P., & Kaspari, M. (2000). Community structure and the habitat template: ants in tropical forest canopy and litter. *Oikos*, 89, 259–266.

TABELAS

Subfamília	Morfoespécie	Profundidade (cm)									
		5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
Dolichoderinae	<i>Linepthea</i> sp. 2		x	x	x			x	x		
	<i>Linepthea</i> sp. 3	x		x							x
Dorylinae	<i>Labidus coecus</i>	x	x	x				x	x	x	
	<i>Labidus mars</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Labidus praedator</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Labidus spininodis</i>	x				x					
	<i>Neivamyrmex</i> sp. 1	x	x			x			x	x	
	<i>Acanthostichus</i> sp. 1			x							
Ectatomminae	<i>Nomamyrmex esenbeckii</i>	x					x				
	<i>Gnamptogenys</i> sp. 2			x		x					
	<i>Gnamptogenys</i> sp. 3		x								
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	x									
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 3				x						
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 4	x									
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 5	x	x				x				x
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 6	x									
	<i>Camponotus</i> sp. 1	x									
	<i>Nylanderia</i> sp. 1	x	x							x	
	<i>Nylanderia</i> sp. 2				x						
	<i>Nylanderia</i> sp. 3	x									
	<i>Nylanderia</i> sp. 4										x
Myrmicinae	<i>Atta sexdens</i>				x	x	x				x
	<i>Carebara brevipilosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Carebara</i> sp. 2			x							
	<i>Crematogaster</i> sp. 1	x									
	<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	x	x								
	<i>Eurhopalotrrix pilulifera</i>								x		
	<i>Pheidole</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> sp. 2	x								x	
	<i>Pheidole</i> sp. 5	x	x	x	x					x	
	<i>Pheidole</i> sp. 6	x									
	<i>Pheidole</i> sp. 7	x									
	<i>Pheidole</i> sp. 8	x									
	<i>Pheidole</i> sp. 9	x	x								
	<i>Solenopsis pygmaea</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> sp. 2	x	x	x		x		x	x		
	<i>Solenopsis</i> sp. 3	x			x	x	x	x			
	<i>Solenopsis</i> sp. 4	x		x							x
	<i>Solenopsis</i> sp. 5	x	x		x	x			x		x
	<i>Solenopsis</i> sp. 6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Solenopsis</i> sp. 7	x	x	x	x		x			x	x
	<i>Solenopsis</i> sp. 8	x	x	x			x		x		
	<i>Strumigenys</i> sp. 1			x	x				x	x	
<i>Strumigenys</i> sp. 2		x		x							
<i>Strumigenys</i> sp. 3	x										
<i>Strumigenys</i> sp. 4	x										
<i>Wasmannia auropunctata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Wasmannia</i> sp. 1							x			x	
Ponerinae	<i>Hypoponera</i> sp. 1	x			x						
	<i>Mayaponera constricta</i>	x									
	<i>Odontomachus</i> sp. 1	x	x					x			
	<i>Pachycondyla striata</i>	x									
	<i>Pseudoponera</i> sp. 1			x							
	<i>Simopelta</i> sp. 1	x	x								

Tabela 1 Morfoespécies coletadas na estação chuvosa. Fonte: Do autor (2023)

Subfamília	Morfoespécie	Profundidade (cm)									
		5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
Dolichoderinae	<i>Linepthea</i> sp. 1	x									
	<i>Linepthea</i> sp. 2			x							
	<i>Linepthea</i> sp. 3	x									
Dorylinae	<i>Labidus coecus</i>	x									
	<i>Labidus mars</i>		x	x							x
	<i>Labidus praedator</i>			x							
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	x	x	x							
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	x									
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	x									
Myrmicinae	<i>Carebara brevipilosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Carebara</i> sp. 1				x						
	<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	x									
	<i>Octostruma iheringi</i>		x								
	<i>Pheidole</i> sp. 1	x									
	<i>Pheidole</i> sp. 2	x									
	<i>Pheidole</i> sp. 3									x	
	<i>Pheidole</i> sp. 4	x									
	<i>Solenopsis pygmaea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> sp. 2		x	x							
	<i>Solenopsis</i> sp. 3	x		x	x						
	<i>Solenopsis</i> sp. 4			x	x		x				
	<i>Solenopsis</i> sp. 5	x		x					x		
	<i>Strumigenys</i> sp. 1				x					x	x
	<i>Strumigenys</i> sp. 2	x									
Ponerinae	<i>Wasmannia auropunctata</i>	x		x	x		x		x		
	<i>Wasmannia</i> sp. 2		x								
	<i>Hypoponera</i> sp. 1	x									
Ponerinae	<i>Pachycondyla striata</i>	x									
	<i>Simopelta</i> sp. 1	x					x	x	x		

Tabela 2 Morfoespécies coletadas na estação seca. Fonte: Do autor (2023)