



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM SOLO HIDROMÓRFICO DE ÁREAS DE VEREDAS DO
CERRADO**

Diego Luiz Valuz de Jesus

Dissertação apresentada à Fundação
Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, como requisito à obtenção do título de
Mestre em Biologia Animal.
Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Rodrigo Aranda

Campo Grande, MS

Janeiro, 2024

**Estrutura e composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em
solo hidromórfico de áreas de veredas do Cerrado**

Diego Luiz Valuz de Jesus

Campo Grande, MS

2024

Dedicado à família e amigos!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a mim, por ter acreditado que eu conseguiria realizar tudo o que sempre sonhei, em segundo a minha mãe Luzia Valuz, que nunca deixou de me apoiar em nenhum momento, sempre acreditou em mim e em nenhum momento duvidou de onde eu chegaria. Ao meu irmão Luiz Fernando por ter me escutado e apoiado nos piores momentos. Ao meu orientador e grande amigo Rodrigo Aranda, por ter aceitado essa e muitas outras ideias, além de me orientar, corrigir, apoiar e acreditar que eu conseguiria.

Agradeço a minha companheira Luana Almeida, por estar sempre ao lado, me escutando e por entender cada momento que estive ausente nesses últimos anos. A minha sogra Nereide Telles por estar ao meu lado todo esse tempo, a meu cunhado Amauri Junior, por ter sido um grande ponto de apoio nesses anos.

A minha segunda família Maurilene Pereira, Marcilio Pereira e Ataídes Silva por sempre estarem comigo, nem mesmo a distância que nos separa impediu que vocês estivessem comigo em mais essa caminhada.

Agradeço a minha turma por ter acolhido um forasteiro de outro estado, onde sempre tive apoio durante toda essa jornada, a vocês Thaís Sorrilha, Rafael Nunes, Kélvyn Cavalcante, Lidiane Cecília, Bárbara Arantes, Evandro Douglas, Lana e Douglas Lopes. A amizade que construímos juntos foi muito além da academia, ter pessoas incríveis ao meu lado me motiva a sempre seguir em frente.

Aos meus amigos de Rondonópolis que sempre estiveram presente nessa caminhada, Jhenyfer Diniz, Jefferson Feltrin, Évy Thayne, Bridha Moura, Karyna Sayuri, Daiane Ferreira, Paulo Agostini, obrigado por continuarem ao meu lado em mais essa jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, com o apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR).

“Me perguntaram o que eu iria fazer se não terminasse?! Bom, acho que nunca saberemos!” – Kanye West

Resumo

O Cerrado é um ecossistema diversificado, com diferentes tipos de vegetação devido à sua topografia, clima variado e extensão territorial. Essas variações incluem formações florestais, matas ciliares, matas de galeria, matas secas, cerradões, formações savânicas, cerrado *stricto sensu*, palmeirais, veredas, campo sujo, campo rupestre e campo limpo. As veredas, encontradas em solos hidromórficos constantemente úmidos, sendo circundadas pelo campo limpo, enquanto os buritis que as compõe têm uma altura média de 12 a 15 metros e cobertura de 5% a 10%. No Cerrado as formigas desempenham um papel importante no fluxo de energia e biomassa dos ecossistemas terrestres, bem como na evolução da estrutura das comunidades. Entendemos a necessidade de inventariar e compreender a composição da fauna de formigas nas fitofisionomias do Cerrado na qual ainda não foram amostrados, como no caso das veredas. Foram realizadas coletas em áreas de Vereda, Transição e Cerrado no Parque Estadual Dom Osório Stoffell, localizado no sul do estado de Mato Grosso, utilizando iscas atrativas de sardinha em óleo. Foram dispostas 15 parcelas em cada tipo de ambiente, totalizando 180 iscas em cada extrato (solo e vegetação) durante uma hora, tanto na estação seca, quanto na chuvosa. Foram obtidas 67 espécies de formigas, entre os gradientes de Cerrado, área de transição e veredas. Com uma riqueza de 44 espécies e diversidade de Shannon (H') de 3,18 para o Cerrado, riqueza de 46 espécies e diversidade H' 3,14 para a área de transição e com riqueza de 43 espécies e diversidade H' 3,01 para as veredas. Não houve diferença significativa na riqueza de espécies, porém verificamos diferença na composição das espécies que habitam os ambientes. Verificamos alteração das espécies de formigas durante as estações de seca e de chuva na colonização dos ambientes de Cerrado, Transição e Vereda, sendo uma composição diferente das espécies de formigas entre os ambientes e entre as estações o que reflete a biologia dos grupos taxonômicos encontrados em cada uma das áreas.

Palavras chaves: Área úmida, Comunidade, Ecotóno.

Abstract

The Cerrado is a diverse ecosystem with various types of vegetation due to its topography, varied climate, and extensive territory. These variations include forest formations, riparian forests, gallery forests, dry forests, cerradões, savanna formations, cerrado stricto sensu, palm groves, veredas, campo sujo, campo rupestre, and campo limpo. Veredas, found in constantly humid hydromorphic soils, are surrounded by campo limpo, and the buritis that compose them have an average height of 12 to 15 meters and a coverage of 5% to 10%. In the Cerrado, ants play an important role in the energy and biomass flow of terrestrial ecosystems, as well as in the evolution of community structure. We understand the need to inventory and understand the ant fauna composition in Cerrado phytophysiognomies that have not been sampled yet, such as veredas. Collections were made in Vereda, Transition, and Cerrado areas in the Dom Osório Stoffell State Park, located in the southern state of Mato Grosso, using canned sardine protein baits. Fifteen plots were set up in each type of environment, totaling 180 baits in each stratum (soil and arboreal) for one hour, both in the dry and rainy seasons. We found 67 ant species across the Cerrado, transition area, and veredas gradients. With a richness of 44 species and Shannon's diversity index (H') of 3.18 for the Cerrado, richness of 46 species and diversity H' 3.14 for the transition area, and richness of 43 species and diversity H' 3.01 for the veredas. There was no significant difference in richness but a difference in species composition inhabiting the environments. We observed changes in ant species during the dry and rainy seasons in the colonization of the Cerrado, Transition, and Vereda environments, indicating a different composition of ant species between environments and seasons, reflecting the biology of the taxonomic groups found in each area.

Keyword: Community, Ecotone, Wetland.

Introdução

O Cerrado, localizado principalmente no Planalto Central do Brasil, é o segundo maior domínio do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica (Borlaug 2002). A variedade de ambientes do Cerrado o torna a savana tropical mais rica do planeta e considerado um dos domínios neotropicais mais ameaçados, o Cerrado brasileiro vem sofrendo a perda de biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão do solo e poluição de aquíferos (Oliveira & Ferreira 2007; Damasco et al. 2018).

Caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso) (Almeida 2016). As chuvas estão praticamente concentradas de outubro a março (estação chuvosa) e a temperatura média do mês mais frio é superior a 22°C (Klink & Machado 2005). Desta forma, o Cerrado apresenta um complexo mosaico de diferentes tipos de vegetação, uma consequência de sua topografia, diversidade climática e extensão territorial, sendo possível verificar formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), formações savânicas (Cerrado *stricto sensu*, Palmeiral e Vereda), e os campos (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo) (Ribeiro & Walter 1998).

A diversidade de espécies conhecidas no Brasil está ligada à heterogeneidade de habitats tropicais e subtropicais, considerada a mais elevada do mundo (Lewinsohn & Prad 2005; Moura & Jetz 2021). Conforme observado para diferentes áreas tropicais do mundo, a biodiversidade do Cerrado brasileiro enfrenta uma ameaça sem precedentes, representada principalmente pelo impacto das ações humanas no meio ambiente (Rosa et al. 2012; Giam 2017; ONU 2021). Iniciativas efetivas de conservação são urgentemente necessárias para identificar, medir e proteger a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos deste domínio, como ciclagem de nutrientes, proteção do solo, prevenção de enchentes e secas através da regulação do fluxo de água, sequestro de carbono nas plantas e no solo, controle de erosão (Resende et al 2019). Por outro lado, tais esforços são altamente dependentes de inventários e análises da composição de espécies em sistemas naturais, em diferentes escalas espaciais e temporais, tarefa amplamente baseada em estudos de diversidade local (Lortie & Svenning 2015; Heberling et al. 2021).

O alto nível de endemismo associado a crescente ameaça de perda de hábitat faz do Cerrado um *hotspot* de biodiversidade que necessita de constantes estudos inventariais e de monitoramento (Myers et al. 2000).

Dentre os tipos de formações vegetais presentes no Cerrado, as Veredas são ecossistemas de várzea formados em solos arenosos com alta concentração de turfa, que são responsáveis pela recarga de reservatórios aquíferos e encontram-se em perigo devido à intensificação da atividade humana (Eiten, 1994; Alencar-Silva & Maillard 2007;

Costa-Milanez et al. 2014). As Veredas são circundadas por campo limpo, geralmente úmido, com presença de buritis (*Mauritia flexuosa* L.f.), os quais apresentam altura média que varia de 12 a 15 metros e a cobertura das copas varia de 5% a 10%, porém não formam dossel como ocorre nas florestas de buritizal (Costa-Milanez et al. 2014).

As veredas são encontradas em solos hidromórficos, saturados durante a maior parte do ano (Fig. 1), ocupando áreas planas acompanhadas por linhas de drenagem mal definidas, em geral sem murundus, os quais são pequenas elevações do terreno com formato que se assemelham a uma seção esférica, com variada convexidade, cujas configurações podem variar de arredondadas a elípticas. Além disso, as Veredas também são comuns numa posição intermediária do terreno, próximas às nascentes ou na borda de Matas de Galeria (Ribeiro & Walter 1998). Possuindo um papel fundamental na manutenção da fauna do Cerrado, as Veredas atuam como refúgio temporário, abrigo, fonte de alimento, local para reprodução, tanto para a fauna terrestre de vertebrados e invertebrados como para a fauna e flora aquática e semiaquática (Carvalho 1991).

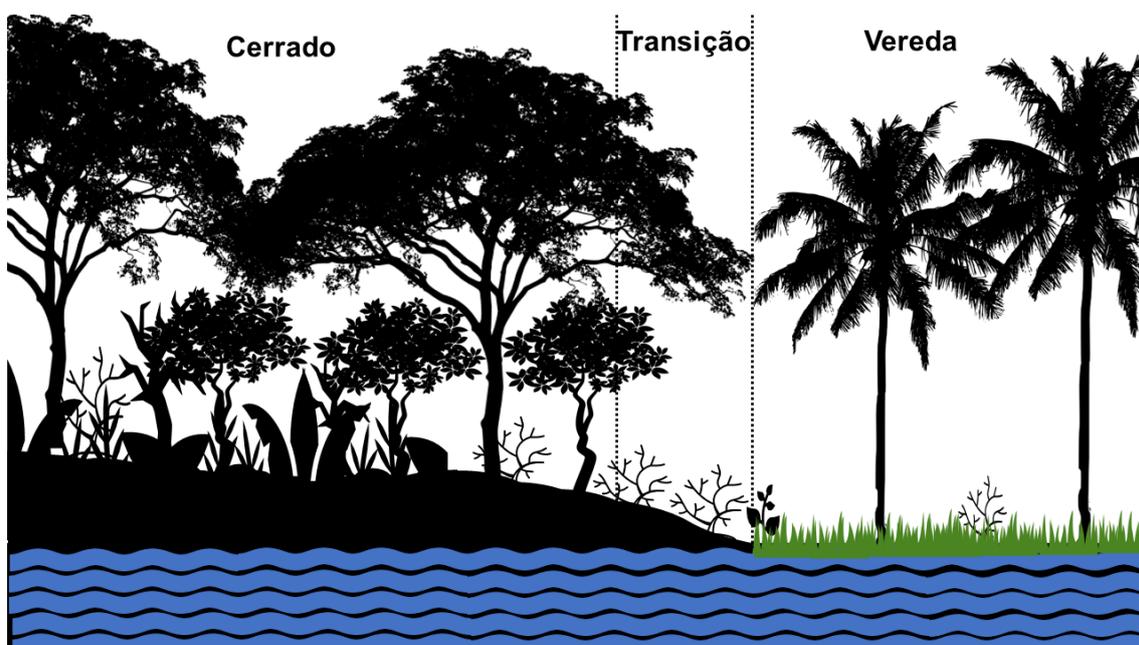


Figura 1. Esquema ilustrando uma área de Vereda, com indicação de solo hidromórfico e caracterização da transição da vegetação típica de Cerrado para vegetação de vereda.

A diversidade de insetos do Cerrado é elevada e está longe de ser conhecida completamente, com estimativas de cerca de 50.000 espécies desconhecidas, incluindo espécies endêmicas, podendo cerca de 20% desse total não ocorrerem áreas protegidas (Klink & Machado 2005; Damasco et al. 2018). As formigas (Hymenoptera: Formicidae) caracterizam-se como um grupo diverso, e atualmente a família dispõe de 22 subfamílias viventes, com aproximadamente 16.648 espécies/subespécies descritas, distribuídas em cerca de 504 gêneros (Bolton 2023). Estimativas sugerem que o número

total de espécies de formigas no mundo supera 25.000, sendo que a maior parte dos táxons não descritos se encontra nas florestas tropicais (Baccaro et al. 2015). As formigas são amplamente distribuídas nos ambientes, tendo uma frequência regular em todos os estratos de todos os habitats terrestres, desde o solo até o dossel (Vasconcelos & Delabie 2000; Basset et al. 2002; Longino et al. 2002; Delabie et al. 2000; Basset et al. 2012). A mirmecofauna associada à serapilheira é marcada por ser hiper diversa, sendo estimado que dentre todas as formigas conhecidas no mundo, 63% delas habitam no solo e/ou na serapilheira (Wall & More 1999; Delabie et al. 2000).

Quando se trata do estudo da biodiversidade brasileira, as formigas se destacam (Baccaro et al. 2015). Com origem estimada em cerca de 110 milhões de anos, as formigas tornaram-se o grupo mais especializado e ecologicamente diverso dentre os insetos sociais (Borowiec 2019). Segundo Wilson & Hölldobler (1990) estes organismos representam uma ramificação evolutiva que obteve muito sucesso ecológico desde 50 milhões de anos atrás. Este sucesso parece recorrer especialmente do fato de terem sido o primeiro grupo predador social explorando o solo e a vegetação (Wilson 1987; Hölldobler & Wilson 1990; Diehl-Fleig 1995). Além do mais, a sua grande diversidade se deve a enorme variedade de habitats de nidificação, preferências alimentares e comportamento social com divisão de trabalho (Wilson 1987; Hölldobler & Wilson 1990). Nos últimos 140 anos, a importância ecológica, econômica e sanitária das formigas nos diversos ambientes naturais e antrópicos do Brasil tem sido amplamente estudada por um número notável de especialistas (Baccaro et al. 2015; Lucky et al. 2020).

O Cerrado possui uma fauna de formigas arborícolas altamente diversa e especializada que apresentam hábitos de nidificação variados (Morais & Benson 1988; Ribas et al. 2003; Vasconcelos et al. 2008). Diferentes espécies utilizam distintas regiões nas plantas para construção de seus ninhos, incluindo troncos e galhos ociosos (vivos ou mortos), ou ainda, cavidades sob a casca (Morais & Benson 1988). As espécies de formigas diferem quanto à tolerância à cobertura florestal (ou seja, especialistas em habitats abertos ou florestais e generalistas de habitats, que podem viver em ambos os locais) (Vasconcelos et al. 2018; Andersen 2019; Martins et al. 2022). Formigas que forrageiam em diferentes estratos podem responder de formas diferentes a mudanças na complexidade ambiental (ie. estrutura da vegetação) e compactação do solo (Neves et al. 2013; Schmidt et al. 2013; de Queiroz et al. 2020).

As formigas exercem papéis importantes devido às suas características biológicas e ecológicas, que auxiliam na degradação da matéria orgânica que tornam os nutrientes disponíveis para as plantas, atuam como dispersoras de sementes, protegem plantas contra a ação de herbívoros e controlam pragas (Leal et al. 2017; Helms IV et al. 2020). Sendo consideradas sensíveis a mudanças no ambiente e por

isso tem sido utilizada como indicadores de qualidade ambiental (Ribas et al. 2012). Além disso, são facilmente coletadas e consideradas relativamente fáceis de identificar (Hölldobler & Wilson 1990; Filho 2017; Agosti et al. 2000).

O Brasil detém a maior diversidade de formigas das Américas e uma das maiores do mundo, concentrando a maior riqueza de gêneros e a segunda maior riqueza de espécies de formigas do mundo (Bolton 2023). No Brasil ocorrem 124 dos 342 gêneros reconhecidos para formigas em todo o planeta até o momento, sendo que nove destes gêneros não são encontrados em nenhum outro país e abriga cerca de 1.541 espécies e subespécies de formigas, das quais 37% (aprox. 540) são endêmicas (Jacques et al. 2015; Bolton 2023). A melhor estimativa de diversidade de formigas para o Cerrado disponível até o momento aponta uma riqueza de 400 a 500 espécies (Vasconcelos et al. 2018). Contudo, essa estimativa se baseia em coletas feitas apenas no Cerrado *stricto sensu*, entre tantas fisionomias presentes no domínio. Sendo assim, pode-se afirmar que a mirmecofauna do Cerrado ainda não é satisfatoriamente conhecida.

Os estudos mais recentes sobre a mirmecofauna em áreas hidromórficas estão associados aos efeitos do fogo em Veredas e no Cerrado *sensu stricto*, utilizando formigas como ferramentas para avaliar mudanças na biodiversidade e nas condições ambientais (Costa-Milanez et al. 2015). A ausência de estudos relacionados às espécies de formigas colonizadoras de áreas úmidas deixa uma lacuna a ser preenchida em um espaço tão importante para o equilíbrio ecológico dessas regiões do Cerrado. Com base nisso se faz necessário o entendimento da mirmecofauna associada às áreas de Veredas, e suas características para ocupação dos solos hidromórficos que caracterizam essas regiões.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar a fauna de formigas em áreas de Vereda e suas adjacências no Cerrado. Em relação a avaliação da riqueza e diversidade entre as áreas de Cerrado, Transição e Vereda, testando as hipóteses de que I) a área de Cerrado apresente uma maior riqueza de espécies e métricas ecológicas quando comparada com as duas demais, em função da sua maior complexidade; II) havendo diferença também entre as estações do ano, uma vez que na estação chuvosa o nível da água no lençol freático aumenta, tornando o solo mais encharcado, reduzindo a riqueza de espécies na Vereda e III) a composição das comunidades apresentará diferença entre as áreas e em função de características ambientais na seleção das espécies.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual Dom Osório Stoffel (16°35'24.6"S 54°46'01.3"W), localizado no município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil (Fig.2A). O Parque Estadual Dom Osório Stoffel, criado em 12 de novembro de 2002, possui uma área de 6.400 hectares, está inserida em uma paisagem de Cerrado *sensu stricto* com diferentes estágios de degradação (IBGE 2022; Socioambiental 2023).

Entre as vegetações presentes no Parque, as áreas de Veredas são recorrentes em regiões de encosta próximo às margens do rio Ponte de Pedra, as quais são categorizadas como áreas de Estepe gramíneo-lenhosa, mas com muita influência de água, ou seja, higrófila (Fig. 2B) (IBGE 2023).

Normalmente as Veredas poderiam se encaixar como sendo várzeas ou campos de inundação (Formação Pioneira com Influência Fluvial), principalmente quando ocupam planícies aluviais próximas às margens de rios, porém, no Parque Estadual Dom Osório Stoffel as veredas localizam-se principalmente em escarpas, no início das encostas, locais que no parque constituem afloramentos do lençol freático, deixando amplas áreas caracterizadas por vegetação de solo hidromórfico (Campo limpo úmido) e sempre constando alguns indivíduos da palmeira *Mauritia flexuosa* (SEMMA 2013).

Coleta das formigas

As coletas foram realizadas no mês de setembro de 2022 entre os dias 19 à 21, caracterizando assim o final do período de seca, e em abril de 2023 entre os dias 03 a 05, caracterizando o final do período chuvoso. Para a coleta das formigas foram estabelecidas parcelas de 5 m x 5 m como unidade amostral, onde foram alocados quatro guardanapos de papel no solo e outros quatro arbóreo e, na vegetação. Em cada guardanapo foram depositadas cerca de 10 g de sardinha em óleo, a uma distância mínima de cinco metros de um guardanapo para o outro em cada estrato (Fig. 3A-F). As iscas alocadas na vegetação foram dispostas a uma altura aproximada entre 1,5 e 2 metros de altura, sendo que nas áreas de vereda foram dispostas na vegetação arbustiva disponível, independente da altura. Devido ao fato de as Veredas possuírem solo hidromórfico, o qual impossibilita a utilização de outras metodologias (i.e extrator de winkler e/ou pitfall), a utilização de iscas atrativas possibilita a amostragem de formigas tanto do solo, quanto da vegetação de forma equivalente.

As áreas foram categorizadas em três tipos: (i) Cerrado: presença típica de vegetação savânica do tipo *stricto sensu*; (ii) Transição: com mudança bem definida da vegetação típica de Cerrado e composição de solo mais arenoso; e (iii) Vereda: com solo arenoso hidromórfico característico com presença de campos abertos (Fig. 2B).

Entre as áreas de Cerrado, Transição e Vereda foram estabelecidas uma distância de 50 m entre cada parcela de amostragem (Fig. 2C). As iscas atrativas

ficaram alocadas por um período de aproximadamente 60 minutos, tempo mínimo para o recrutamento, (Bestelmeyer et al. 2000; Milanez 2013). Em cada uma das áreas foram amostradas 15 parcelas, totalizando 45 (três áreas), com oito horas de amostragem em cada (1 hora de atração para cada isca colocada na parcela), no período de seca e de chuva (Fig. 2C). Desta forma, foram amostradas um total de 360 horas em cada estação.

Todas as formigas encontradas sob e sobre o guardanapo contendo as iscas atrativas, após uma hora de exposição das iscas, foram coletadas com auxílio de um saco plástico, devidamente etiquetado e mantido sob refrigeração até a triagem do material. Posteriormente, as formigas foram preservadas em álcool a 70%, armazenadas no laboratório de Ecologia de Comunidade de Insetos (Cine-Lab) da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Além disso, as formigas foram morfoespeciadas e identificadas através do Guia de Gêneros de formigas (Baccaro et al. 2015) e bibliografias específicas até o menor nível taxonômico possível e, posteriormente, serão enviadas para depósito na coleção entomológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Análise de dados

Usamos o Índice de diversidade de Shannon e estimador de riqueza JackKnife de 1ª ordem para caracterizar as áreas. A comparação entre a riqueza de espécies das três áreas foi realizada através do teste de Análise de Variância (ANOVA). Para analisar a composição das espécies de formigas utilizamos o Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), com o método de Jaccard para visualização da diferença entre os ambientes. Testamos a diferença entre a composição das espécies aplicando o teste de Análise de Variância Permutacional Multivariada Bidirecional (PERMANOVA) de dois fatores (diferença entre as estações, entre os ambientes e a interação entre eles). Além disso, para analisar a similaridade entre os ambientes utilizamos a Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER).

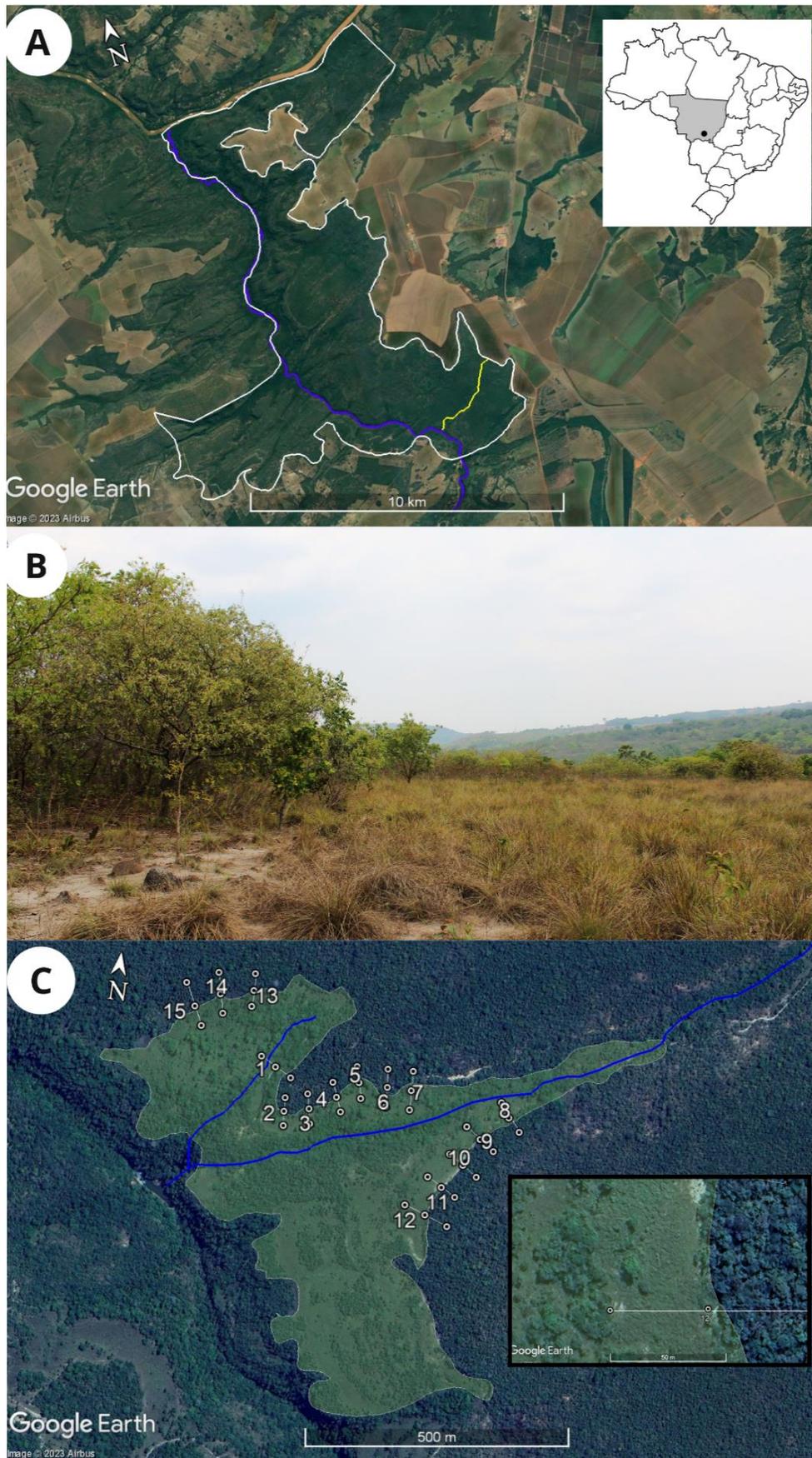


Figura 2. (A) Mapa de localização do Parque Estadual Dom Osório Stoffel próxima a cidade de Rondonópolis – MT, (B) com presença de Veredas de encosta próximo ao rio Ponte de Pedra. (C) Área da Vereda amostrada, com os locais de coletas, totalizando 45 pontos, das áreas de Cerrado, Transição e as Vereda com distância mínima de 50 metros em cada ponto.

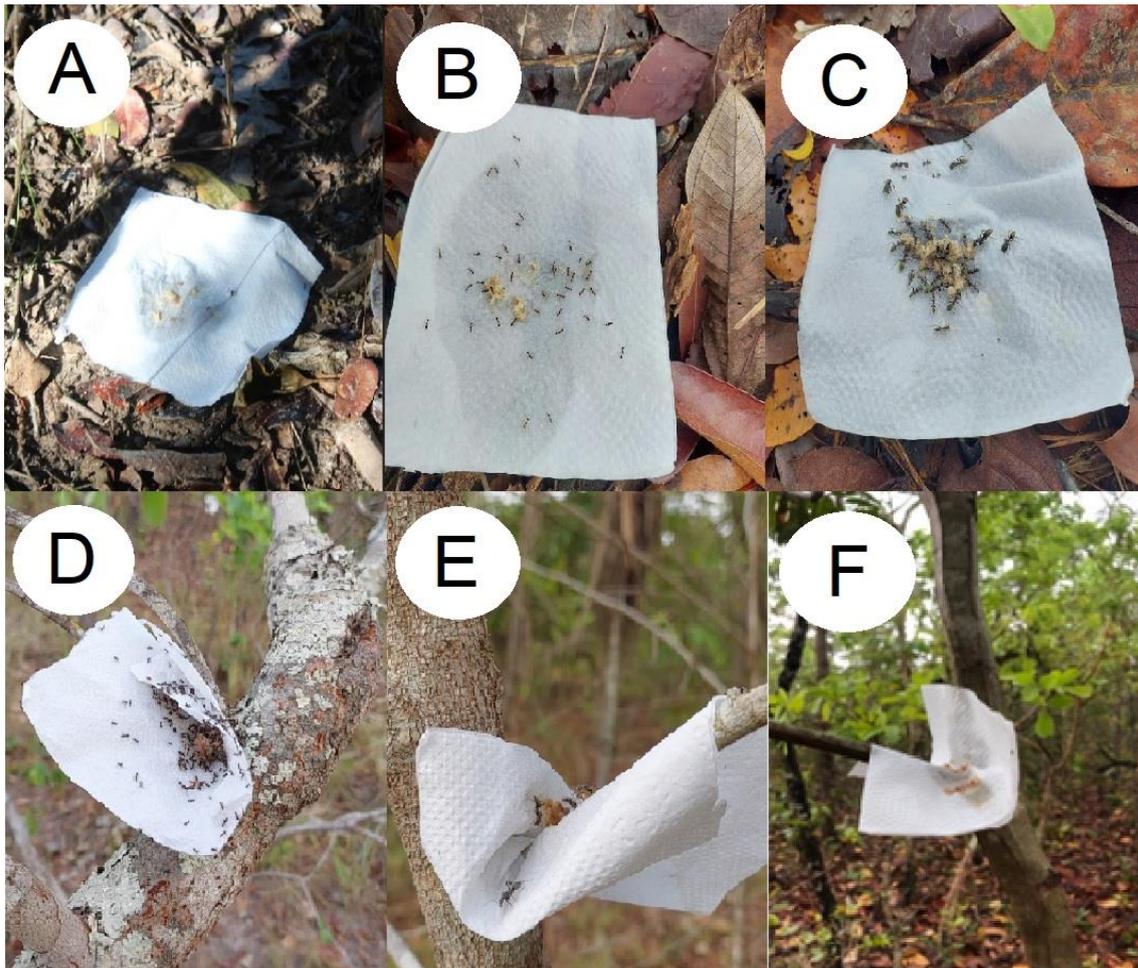


Figura 3. Iscas atrativas de sardinha em óleo sobre guardanapos: (A, B e C) Posição das iscas no solo. (D, E e F) Posição das iscas colocadas na vegetação.

Resultados

Foram coletadas 67 morfoespécies de formigas distribuídas em 23 gêneros e seis subfamílias (Tabela 1). A subfamília Myrmicinae teve a maior riqueza de gêneros com um total de 10, seguida por Formicinae com cinco, Dolichoderinae com três, Ectatomminae e Ponerinae com dois cada e Pseudomyrmecinae com apenas um gênero. Em relação à riqueza de espécies, a subfamília Myrmicinae apresentou 29 espécies, seguida por Formicinae e Pseudomyrmecinae com 11 espécies cada, Dolichoderinae com 10, Ectatomminae e Ponerinae com três cada. Na área de Transição foi encontrada a maior riqueza, com o total de 46 espécies, das quais oito foram exclusivas desse ambiente, o Cerrado sendo a segunda área com maior riqueza (44 espécies, cinco exclusivas), seguido pela Vereda com 43 espécies, com oito exclusivas (Figura 4).

Observamos no Cerrado a média de 5,3 espécies ($\pm 2,2$) durante a estação seca, com riqueza máxima de nove e mínima de uma espécie. Durante a estação de chuva o

Cerrado obteve a média de 5,6 espécies ($\pm 1,8$), com a máxima de 10 e a mínima de uma espécie. O Cerrado apresentou riqueza total de 44 espécies durante as duas estações, com diversidade de Shannon (H') de 3,18. Na área de Transição a média de espécies foi de 5,1 ($\pm 1,4$), com riqueza máxima de sete e mínima de três espécies para a estação seca. Na estação de chuva a média foi de 5,6 (± 2) com a riqueza máxima de 10 e mínima de três espécies. A área de Transição obteve riqueza total de 46 espécies com média de H' 3,14. Na área de vereda tivemos média de 4,7 espécies ($\pm 2,1$), com a máxima de nove e a mínima de uma na estação de seca. Na estação de chuva a média foi de 4,5 espécies ($\pm 1,6$), com a máxima de oito e a mínima de duas espécies, com riqueza total de 43 espécies e média de H' de 3,01.

Em relação à riqueza esperada, utilizando o estimador de riqueza Jackknife (1ª ordem), verificamos que a área de Transição apresentou a maior quantidade de possíveis riqueza entre as áreas, com uma riqueza esperada de 70 (± 5), com a máxima de 75 e a mínima de 65 espécies, seguido pela área de Vereda com 66 (± 4), com uma máxima de 70 e a mínima de 62 espécies e o Cerrado com 60 (± 4), com a máxima de 64 e a mínima 56 espécies. Ao analisarmos a riqueza de espécies de formigas em cada área durante as estações separadamente, podemos observar que não há diferença entre as áreas na estação seca ($F=1,8$; $p=0,17$) (Figura 5A), assim como para a estação de chuva ($F=0,36$; $p=0,69$) (Figura 5B).

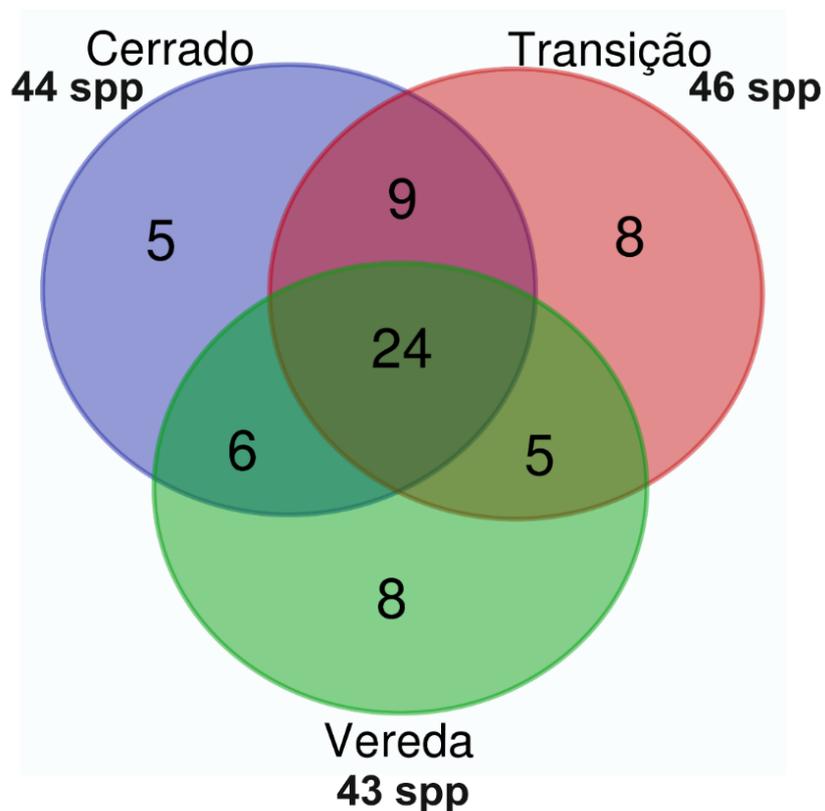


Figura 4: Diagrama de Venn indicando as espécies de formigas exclusivas e compartilhadas entre os ambientes (Cerrado, Transição e Vereda), obtidas por iscas atrativas de sardinha em óleo, no Parque Estadual Dom Osório Stöffel, Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

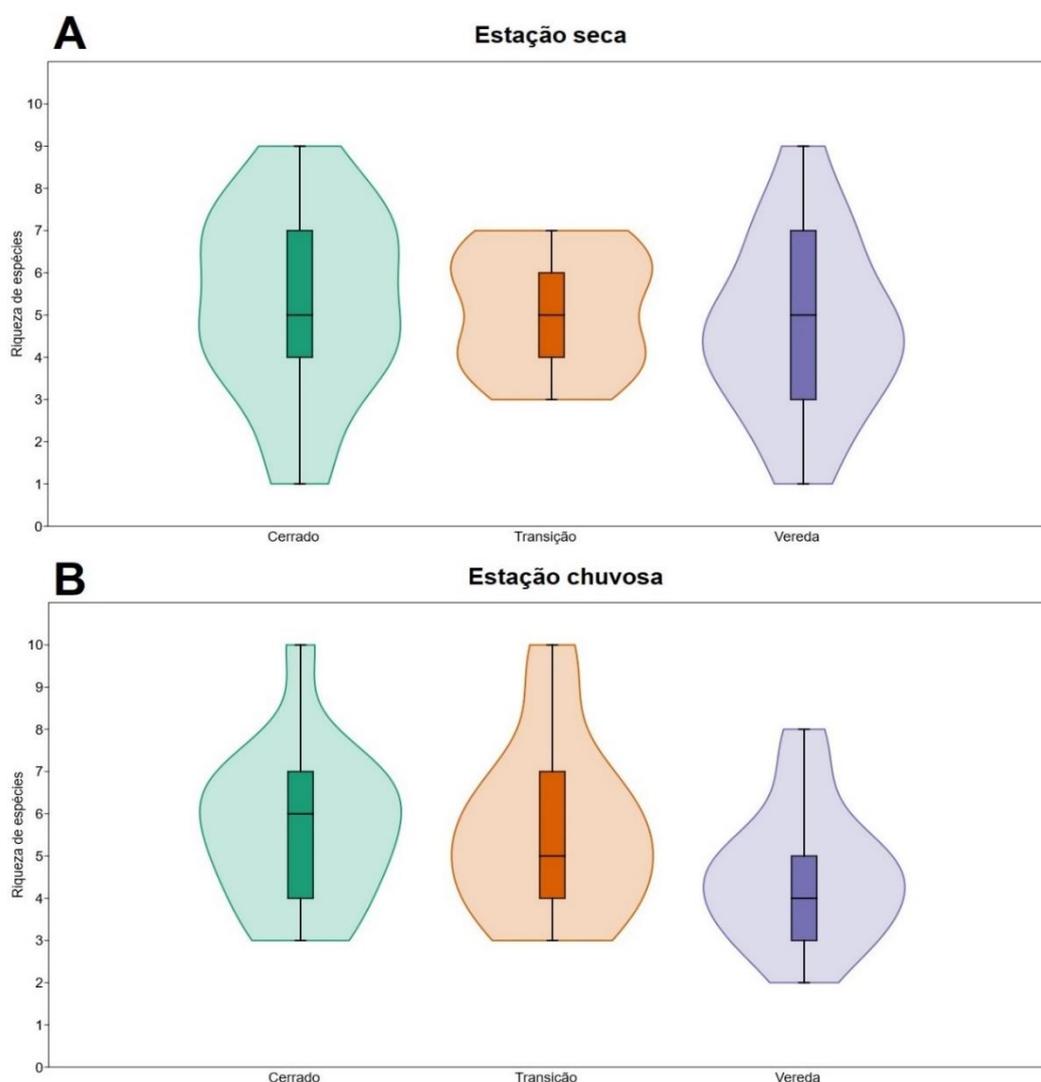


FIGURA 5. Comparação da riqueza de espécies na (A) Estação seca e (B) Chuvosa (B) entre os ambientes amostrados (Cerrado, Transição e Vereda) obtidas por isca proteica de sardinha em óleo, no Parque Estadual Dom Osório Stoffel, Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

As Análises de Porcentagem e Similaridade (SIMPER), evidenciam o quanto cada espécie contribuiu para a formação da similaridade entre os ambientes (Tabela 2). Nas áreas correspondentes ao Cerrado e Transição, sete espécies correspondem a 54,26% da similaridade entre as duas áreas, sendo *Camponotus mus* (11,9%), *Camponotus* sp. 1 (9,42%), *Pheidole oxyops* (7,91%), *Pheidole* sp. 6 (7,67%), *Pheidole* sp. 1 (7,05%), *Solenopsis geminata* (5,19%) e *Crematogaster* sp. 2 (5,15%), os outros 45,47% está distribuído entre as 50 espécies restantes encontradas entre essas áreas. Nas áreas que correspondem ao Cerrado e a Vereda, sete espécies correspondem a

53,33% sendo *C. mus* (11,17%), *Camponotus* sp. 1 (10,53%), *Pheidole* sp. 1 (7,49%), *Pheidole* sp. 6 (7,25%), *P. oxyops* (7,11%), *Crematogaster* sp. 2 (5,26%), *Crematogaster* sp. 1 (4,52%), os outros 46,37% foram correspondentes as 50 espécies restantes nessas áreas. Nas áreas de Transição e Vereda, sete espécies foram responsáveis por 51,2% da similaridade das áreas, sendo elas *C. mus* (13,5%), *Camponotus* sp. 1 (11%), *P. oxyops* (7,16%), *Crematogaster* sp. 2 (5,62%), *Crematogaster* sp. 2 (5,62%), *Pseudomyrmex simplex* (4,76%), *Pheidole* sp. 1 (4,76%), *Pheidole* sp. 6 (4,32%), os outros 48,5% correspondem a outras 53 espécies encontradas nessas áreas.

Ao observar a composição da comunidade de espécies pelo gráfico do Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), podemos verificar a alteração das espécies de formigas durante as estações (seca e chuva) na colonização dos ambientes de Cerrado, Transição e Vereda (Figura 6). Desta forma, temos uma composição diferente das espécies de formigas entre os ambientes ($F=22,17$; $p<0,001$) e entre as estações ($F=12,48$; $p<0,001$) na área de estudo.

Assim como esperado, ocorreram espécies de formigas exclusivas em cada ambiente, assim como espécies que colonizaram as áreas próximas entre si, como Cerrado e Transição (9). Já nos ambientes de Transição e Vereda, cinco espécies de formigas foram compartilhadas e, entre o Cerrado e as Vereda, seis espécies foram colonizadoras destes ambientes distintos. Além disso, podemos observar que, aproximadamente, 36% das espécies encontradas, compartilham os três ambientes, em um total de 24 espécies colonizadoras, das quais o gênero com a maior riqueza foi *Pheidole* (5 espécies), seguido por *Azteca* e *Camponotus* (3 cada), *Crematogaster*, *Ectatomma*, *Pseudomyrmex* e *Solenopsis* (2 cada) e *Carebara*, *Cephalotes*, *Holcoponera*, *Monomorium*, *Nylanderia* e *Tapinoma* (1 cada).

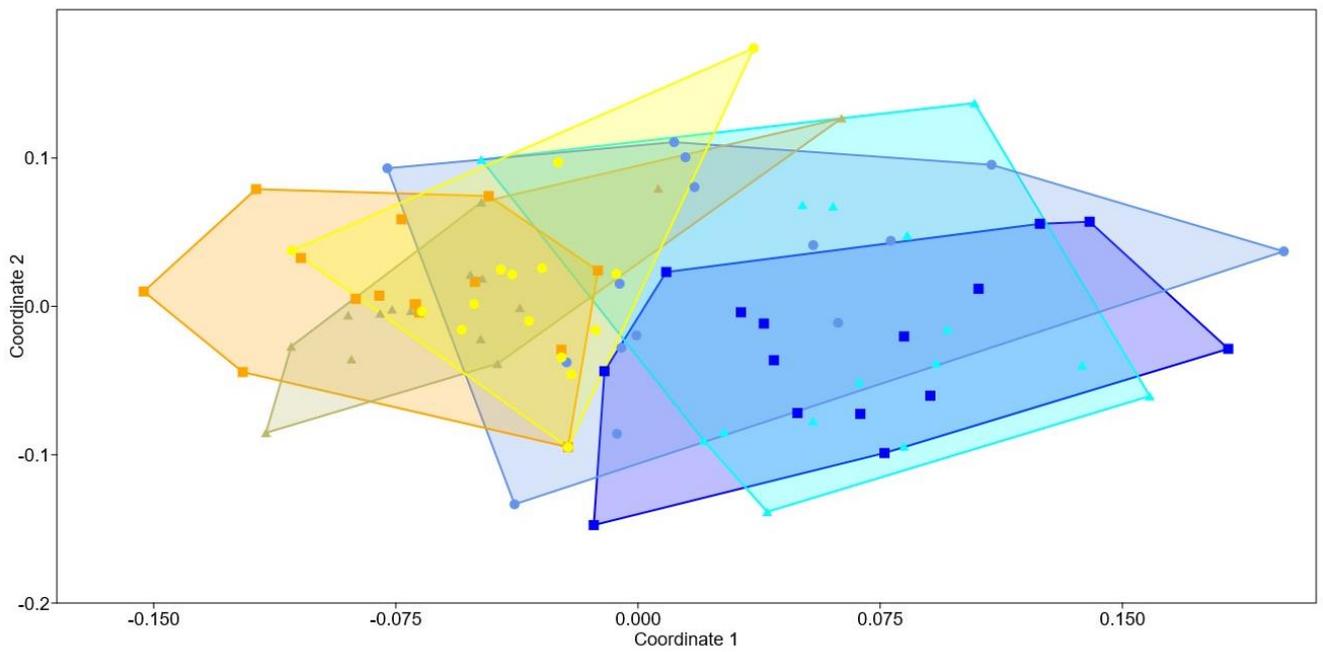


Figura 6. Escalonamento Multidimensional não-paramétrico (NMDS) com índice de similaridade de Bray-Curtis da comunidade de formigas no Parque Estadual Dom Osório Stoffel, Município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil, na estação de seca, representado pelas cores quentes e a estação de chuva representado pelas cores frias. O quadrado representa o Cerrado, o triângulo a área de Transição e círculo a Vereda.

Tabela 1. Ocorrência de subfamílias, gêneros e espécies de formigas nas áreas (Cerrado, Transição e Vereda) e nas estações de seca (setembro, 2022) e de chuva (abril de 2023) no Parque Estadual Dom Osório Stoffel, Município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

Subfamília	Espécies	Ambiente			Estação	
		Cerrado	Transição	Vereda	Seca	Chuvosa
Dolichoderinae	<i>Azteca alfari</i> (Emery, 1893)	X	X	--	--	X
	<i>Azteca</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Azteca</i> sp. 2	--	X	--	X	--
	<i>Azteca</i> sp. 3	X	X	X	--	X
	<i>Azteca</i> sp. 4	X	X	X	--	X
	<i>Dorymyrmex brunneus</i> (Forel, 1908)	X	--	X	X	--
	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	X	X	--	X	X
	<i>Tapinoma</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Tapinoma</i> sp. 2	X	X	X	--	X
	<i>Tapinoma</i> sp. 3	--	X	--	--	X
Ectatomminae	<i>Ectatomma edentatum</i> (Forel, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Oliver, 1792)	X	--	X	X	X
	<i>Holcponera moelleri</i> (Emery, 1893)	--	X	--	X	--
Formicinae	<i>Brachymyrmex aphidicola</i> (Forel, 1908)	X	--	--	X	--
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	X	X	--	X	X
	<i>Camponotus ager</i> (Smith, 1858)	X	X	X	X	X
	<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	--	X	X	X	X
	<i>Camponotus coloratus</i> (Forel, 1908)	--	X	--	X	X
	<i>Camponotus mus</i> (Roger, 1863)	X	X	X	X	X
	<i>Camponotus novogranadensis</i> (Forel, 1908)	X	X	--	X	X
	<i>Camponotus</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Camponotus</i> sp. 2	X	X	--	--	X
	<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	X	X	X	X	X
	<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	--	X	--	X	--
Myrmecinae	<i>Atta laevigata</i> (Smith, 1858)	--	X	--	X	--

	<i>Atta sexden</i> (Linnaeus, 1758)	--	--	X	X	--
	<i>Blepharidatta conops</i> (Kempf, 1967)	X	X	--	X	X
	<i>Carebara</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	--	X	X
	<i>Cephalotes pussilus</i> (Klug, 1824)	X	X	X	--	X
	<i>Cephalotes depressus</i> (Klug, 1824)	--	--	X	--	X
	<i>Cephalotes</i> sp. 1	X	--	--	X	--
	<i>Crematogaster brasiliensis</i> (Mayr, 1878)	--	--	X	--	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 2	X	X	X	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 4	--	X	X	--	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 5	--	X	X	--	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 6	--	X	X	--	X
	<i>Monomorium</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole oxyops</i> (Foreal, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1854)	--	--	X	--	X
	<i>Pheidole</i> sp. 1	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 2	X	--	--	--	X
	<i>Pheidole</i> sp. 3	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 4	X	X	X	--	X
	<i>Pheidole</i> sp. 5	X	X	X	--	X
	<i>Pheidole</i> sp. 6	X	--	--	--	X
	<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X	X	--
	<i>Solenopsis substituta</i> (Santschi, 1925)	--	X	--	X	--
	<i>Solenopsis</i> sp. 1	X	X	X	--	X
	<i>Tranopelta gilva</i> (Mayr, 1866)	X	--	X	--	X
	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X	--	X	X
Ponerinae	<i>Neoponera villosa</i> (Fabricius, 1804)	--	X	--	X	--
	<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	--	--	X	--	X

	<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	--	X	--	X	--
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex denticollis</i> (Emery, 1890)	--	--	X	--	X
	<i>Pseudomyrmex elongatus</i> (Mayr, 1870)	--	--	X	X	--
	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X	X	--
	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i> (Emery, 1890)	X	X	X	X	X
	<i>Pseudomyrmex rufiventris</i> (Forel, 1911)	--	--	X	X	--
	<i>Pseudomyrmex simplex</i> (Smith, F., 1877)	--	X	X	X	X
	<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	X	X	--	X	X
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	X	--	X	X	--
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	X	--	X	X	X
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	X	--	X	X	X
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 4	--	X	--	--	X

Tabela 2. Porcentagem e Similaridade das espécies de formigas coletadas entre os ambientes (Cerrado, Transição e Vereda) no Parque Estadual Dom Osório Stoffel, Município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

Cerrado vs. Transição			Cerrado vs. Vereda			Transição vs. Vereda		
Táxon	% contribuição	% acumulada	Táxon	% contribuição	% acumulada	Táxon	% contribuição	% acumulada
<i>Camponotus mus</i>	11,9	11,87	<i>Camponotus mus</i>	11,17	11,17	<i>Camponotus mus</i>	13,5	13,5
<i>Camponotus</i> sp. 1	9,42	21,29	<i>Camponotus</i> sp. 1	10,53	21,7	<i>Camponotus</i> sp. 1	11	24,5
<i>Pheidole oxyops</i>	7,91	29,2	<i>Pheidole</i> sp. 1	7,49	29,19	<i>Pheidole oxyops</i>	7,16	31,7
<i>Pheidole</i> sp. 6	7,67	36,87	<i>Pheidole</i> sp. 6	7,25	36,44	<i>Crematogaster</i> sp. 2	5,62	37,3
<i>Pheidole</i> sp. 1	7,05	43,92	<i>Pheidole oxyops</i>	7,11	43,55	<i>Pseudomyrmex simplex</i>	4,76	42,1
<i>Solenopsis geminata</i>	5,19	49,11	<i>Crematogaster</i> sp. 2	5,26	48,81	<i>Pheidole</i> sp. 1	4,76	46,8
<i>Crematogaster</i> sp. 2	5,15	54,26	<i>Crematogaster</i> sp. 1	4,52	53,33	<i>Pheidole</i> sp. 6	4,32	51,2
<i>Crematogaster</i> sp. 1	3,47	57,73	<i>Pseudomyrmex simplex</i>	4,49	57,82	<i>Solenopsis geminata</i>	4,29	55,4
<i>Pheidole</i> sp. 5	3,39	61,12	<i>Pheidole</i> sp. 5	3,95	61,77	<i>Crematogaster</i> sp. 1	3,91	59,4
<i>Pheidole</i> sp. 3	3,15	64,27	<i>Solenopsis geminata</i>	2,41	64,18	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	62,4
<i>Azteca</i> sp. 4	2,85	67,12	<i>Carebara</i> sp. 1	2,24	66,42	<i>Pheidole</i> sp. 5	2,99	65,3
<i>Azteca</i> sp. 1	2,3	69,42	<i>Camponotus atriceps</i>	2,01	68,43	<i>Azteca</i> sp. 1	2,38	67,7
<i>Nylanderia fulva</i>	2,27	71,69	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	1,97	70,4	<i>Azteca</i> sp. 3	2,31	70
<i>Azteca</i> sp. 3	2,23	73,92	<i>Tapinoma</i> sp. 1	1,88	72,28	<i>Azteca</i> sp. 4	2,21	72,2
<i>Carebara</i> sp. 1	1,87	75,79	<i>Nylanderia fulva</i>	1,83	74,11	<i>Camponotus atriceps</i>	2,13	74,4
<i>Solenopsis</i> sp. 1	1,63	77,42	<i>Azteca</i> sp. 4	1,66	75,77	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	1,83	76,2
<i>Blepharidatta conops</i>	1,28	78,7	<i>Tranopelta gilva</i>	1,63	77,4	<i>Crematogaster</i> sp. 5	1,48	77,7
<i>Camponotus</i> sp. 2	1,27	79,97	<i>Solenopsis</i> sp. 1	1,52	78,92	<i>Tapinoma</i> sp. 1	1,45	79,1
<i>Tapinoma</i> sp. 1	1,27	81,24	<i>Dorymyrmex brunneus</i>	1,29	80,21	<i>Tranopelta gilva</i>	1,35	80,5
<i>Cephalotes atratus</i>	1,26	82,5	<i>Azteca</i> sp. 3	1,25	81,46	<i>Pheidole gracilis</i>	1,25	81,7
<i>Camponotus ager</i>	1,04	83,54	<i>Cephalotes atratus</i>	1,16	82,62	<i>Nylanderia fulva</i>	1,19	82,9
<i>Pheidole gracilis</i>	1,02	84,56	<i>Pheidole</i> sp. 3	0,94	83,56	<i>Solenopsis substituta</i>	1,05	84
<i>Solenopsis substituta</i>	1	85,56	<i>Azteca</i> sp. 1	0,91	84,47	<i>Blepharidatta conops</i>	1,05	85
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	0,93	86,49	<i>Tapinoma</i> sp. 2	0,84	85,31	<i>Camponotus ager</i>	0,88	85,9

<i>C. novogranadensis</i>	0,84	87,33	<i>Crematogaster</i> sp. 5	0,84	86,15	<i>Carebara</i> sp.1	0,8	86,7
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,77	88,1	<i>Camponotus</i> sp. 2	0,79	86,94	<i>Dorymyrmex brunneus</i>	0,72	87,4
<i>Cephalotes pussilus</i>	0,71	88,81	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0,78	87,72	<i>C. novogranadensis</i>	0,66	88,1
<i>Tapinoma</i> sp. 2	0,71	89,52	<i>Cephalotes</i> sp. 1	0,76	88,48	<i>Camponotus</i> sp. 2	0,65	88,7
<i>Cephalotes</i> sp. 1	0,7	90,22	<i>Cephalotes pussilus</i>	0,74	89,22	<i>Solenopsis</i> sp. 1	0,64	89,4
<i>Crematogaster</i> sp. 5	0,65	90,87	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	0,7	89,92	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0,55	89,9
<i>T. melanocephalum</i>	0,6	91,47	<i>Camponotus ager</i>	0,62	90,54	<i>Crematogaster</i> sp. 4	0,55	90,5
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	0,57	92,04	<i>Pheidole gracilis</i>	0,59	91,13	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	0,5	91
<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0,53	92,57	<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,58	91,71	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0,5	91,5
<i>Brachymyrmex aphidicola</i>	0,49	93,06	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0,56	92,27	<i>Crematogaster</i> sp. 6	0,5	92
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	0,48	93,54	<i>Brachymyrmex aphidicola</i>	0,53	92,8	<i>Ectatomma edentatum</i>	0,48	92,5
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0,48	94,02	<i>Monomorium</i> sp. 1	0,5	93,3	<i>Tapinoma</i> sp. 2	0,46	92,9
<i>Monomorium</i> sp. 1	0,46	94,48	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	0,45	93,75	<i>Cephalotes pussilus</i>	0,44	93,4
<i>Azteca alfari</i>	0,45	94,93	<i>Crematogaster brasiliensis</i>	0,44	94,19	<i>Monomorium</i> sp. 1	0,42	93,8
<i>Ectatomma edentatum</i>	0,45	95,38	<i>Blepharidatta conops</i>	0,42	94,61	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0,42	94,2
<i>Tapinoma</i> sp. 3	0,35	95,73	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	0,38	94,99	<i>Tapinoma</i> sp. 3	0,38	94,6
<i>Crematogaster</i> sp. 4	0,28	96,01	<i>Ectatomma edentatum</i>	0,38	95,37	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	0,3	94,9
<i>Atta laevigata</i>	0,28	96,29	<i>Pseudomyrmex denticollis</i>	0,3	95,67	<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,3	95,2
<i>Neoponera villosa</i>	0,28	96,57	<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	0,3	95,97	<i>Atta laevigata</i>	0,3	95,5
<i>Azteca</i> sp. 2	0,28	96,85	<i>Atta sexden</i>	0,3	96,27	<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0,3	95,8
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0,27	97,12	<i>Pheidole</i> sp. 2	0,3	96,57	<i>Neoponera villosa</i>	0,3	96,1
<i>Tranopelta gilva</i>	0,27	97,39	<i>Azteca alfari</i>	0,3	96,87	<i>Azteca</i> sp. 2	0,3	96,4
<i>Pheidole</i> sp. 2	0,27	97,66	<i>Crematogaster</i> sp. 4	0,28	97,15	<i>Pseudomyrmex denticollis</i>	0,29	96,7
<i>Pheidole</i> sp. 7	0,25	97,91	<i>Pheidole</i> sp. 4	0,28	97,43	<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	0,29	96,9
<i>Camponotus coloratus</i>	0,24	98,15	<i>Crematogaster</i> sp. 6	0,28	97,71	<i>Atta sexden</i>	0,29	97,2
<i>Crematogaster</i> sp. 6	0,23	98,38	<i>Pheidole</i> sp. 7	0,28	97,99	<i>Pheidole</i> sp. 4	0,27	97,5
<i>Holcoponera moelleri</i>	0,23	98,61	<i>Odontomachus haematodus</i>	0,26	98,25	<i>Odontomachus haematodus</i>	0,25	97,8
<i>Odontomachus meinerti</i>	0,21	98,82	<i>Cephalotes depressus</i>	0,26	98,51	<i>Cephalotes depressus</i>	0,25	98
<i>Paratrechina</i> sp. 1	0,2	99,02	<i>Camponotus coloratus</i>	0,26	98,77	<i>Cephalotes atratus</i>	0,24	98,2

Discussão

Caracterização da comunidade de formigas em relação aos tipos de vegetação

Nos ambientes com o clima tropical, igual o Cerrado brasileiro, as curvas de riqueza de espécie nunca atingem sua assíntota, devido à grande diversidade de espécies que exploram recursos diversos em cada ambiente, assim como exploram os diferentes sítios de nidificação (Leponce et al. 2004), mostrando a necessidade de mais estudos para conhecermos a composição da comunidade de formigas nas Veredas assim como outras fitofisionomias do Cerrado. No Cerrado a riqueza média dos estudos de formigas é de 35 espécies, com uma riqueza máxima de 71 e mínima de 15 espécies (Tibcherani et al. 2022). Foram amostradas 67 espécies em nosso estudo, fazendo com que nossas amostras se encaixem nos padrões já estudados no Cerrado.

Esperávamos que no Cerrado, a riqueza de formigas fosse maior que nos outros ambientes, uma vez que a riqueza de formigas está positivamente ligada à das espécies vegetais, com uma maior disponibilidade de recursos disponível (Ribas et al. 2003), o que permite mais espécies especializadas em diferentes recursos, mas não houve diferença significativa de riqueza entre os ambientes.

A área de Transição apresentou a maior riqueza de espécies o que pode ser atribuído, possivelmente, ao fato de as formigas estarem forrageando entre os três ambientes amostrados. A riqueza de espécies de formigas é modificada conforme a capacidade de tolerância destas à cobertura florestal, devido a modificação de comportamento de especialistas em habitats abertos ou em habitats florestais e de generalistas, podendo viver em ambos os habitats (Vasconcelos et al. 2018; Andersen 2019).

Nas áreas de transição temos um ecotóno bem definido, uma vez que uma mudança brusca acontece entre os ambientes de Vereda e Cerrado, formando uma linha divisional entre as fitofisionomias do domínio. Essas áreas possuem uma biodiversidade rica entre os ambientes, e muitas vezes, formando especiação de espécies e um índice de endemismos elevado (Malanson 1997). Assim como no trabalho de Tibcherani et al. (2020) onde se observou a idade da sucessão vegetal na composição das formigas, as áreas de transição obtiveram os maiores valores das métricas ecológicas de acordo com, a teoria do efeito do distúrbio intermediário de Flöder e Sommer (1999), pois essas áreas apresentam espécies de formigas tanto primárias, secundárias quanto espécies climáticas, evidenciando assim a maior riqueza encontrada nessa área.

Em relação as Veredas do Cerrado brasileiro, o estudo de Costa-Milanez (2014), avaliaram se as assembleias de formigas estão relacionadas a localização ou ao habitat,

onde foram encontradas 125 espécies de formigas em Veredas preservadas e Veredas alteradas com presença de monocultura de Eucalipto. Neste trabalho de Costa-Milanez (2014), cinco gêneros e 34 espécies foram exclusivas de Veredas preservadas, similares as Veredas da nossa área de estudo.

Em outro estudo comparando a assembleia de formigas antes e após o fogo nas mesmas áreas destas Veredas, Costa-Milanez (2015), observou uma queda de 56 espécies para 38 que habitavam esse ambiente. O que mostra a importância de inventariarmos a fauna de formigas nesses ambientes, as assembleias de formigas sofrem grandes impactos quando esse ambiente é perturbado.

Neste estudo foram encontradas 44 espécies de formigas nas áreas de Veredas, uma riqueza semelhante aos estudos anteriores. Nas Veredas entre todas as espécies amostradas, podemos observar a presença da *A. sexden*, como sua dieta se baseia em fungos cultivado dentro de suas próprias colônias (Travaglin et al. 2017), e como apenas um indivíduo dessa espécie foi capturado, é mais provável que estava apenas forrageando a área em busca de alimento para sua colônia de fungo, do que terem sua colônia estabelecida nas áreas de Veredas.

Observou-se entre os ambientes uma similaridade de poucos gêneros (*Camponotus*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex* e *Solenopsis*), o que correspondeu a mais de 50% das espécies. Esses gêneros possuem em comum características que os favorecem a colonizar os três ambientes durante a sazonalidade, como por exemplo serem todos gêneros de formigas generalistas (Golden & Crist 1999), com forrageio do tipo recrutadores (Sumpter & Beekman 2003), assim como usarem diversos locais de nidificação.

Camponotus mus foi a espécie com a maior frequência em todos os ambientes amostrados, o qual pode estar relacionado ao fato destas construírem seus ninhos em árvores de diversos tamanhos, explicando sua representatividade nos diferentes gradientes amostrados (Josens et al. 1998). Assim como ocorre com *Camponotus* sp. 1, segunda espécie mais frequente entre os ambientes. Já as espécies *Pheidole oxyops* e *Pheidole* sp. 1 também foram frequentes entre os três ambientes, podendo estabelecer seus ninhos tanto no solo, como em árvores, solos arenosos, entre as folhas, troncos podres e sobre pedras, o que faz com que essas formigas possam utilizar as Veredas como abrigos temporários e/ou duradouras para suas colônias (Wilson 2003; Baccaro et al., 2015).

As Veredas que foram amostradas possuem vegetação rasteira com a presença de muitas *Poaceae* (*Gramineae*), esse tipo de vegetação forma campos uniformes com a presença de muita matéria orgânica, formadas pela renovação das folhas das próprias gramíneas, assim como troncos e galhos mortos, oriundos de buritis e outras espécies

arbóreas presentes aos redores e no local das Veredas. Essas características garantem a manutenção das colônias (Longino 2007; Eguchi et al. 2011), como é o caso das *Azteca* sp. 1, *Camponotus ager*, *Camponotus atriceps*, *Crematogaster* (2 spp), *Nylanderia fulva* e *Pseudomyrmex* (4 spp), que estiveram presentes o ano todo na Vereda e utilizam dessas para o sucesso de suas colônias. Esses locais podem favorecer a ocorrência de polidomia para um sucesso maior nas Veredas, uma vez que as colônias polidômicas são mais comuns em locais com lençol freático raso (Baccaro et al. 2013), assim *Solenopsis*, *Pheidole* e *Crematogaster* podem se estabelecer usando desta estratégia (Longino 2003; Debout et al. 2007) nessas áreas durante a sazonalidade.

Outro fator que influencia a colonização dos ambientes são os tipos de forrageamento. Por isso as formigas possuem diferentes formas de obtenção de alimento, podendo ser recrutadoras: que é quando indivíduos encontram uma fonte de recurso e recrutam a colônia de forma química, aonde podem vir alguma dezenas, centenas ou milhares de formigas (dependendo do tamanho das colônias), essa vantagem numérica permite o domínio do recurso (Davidson et al. 2003). Outro tipo utilizado para a obtenção de alimento é o forrageio solitário, onde os membros das colônias saem sozinhos para a obtenção de recursos, uma vez que formigas grandes geralmente possuem áreas de forrageamento maiores tendem a se locomoverem mais (Davidson et al. 2003).

O forrageio tem como objeto a relação custo-benefício para as formigas, assim, nas Veredas onde o solo permanece úmido ou encharcado por um longo período do ano, podemos observar o forrageio de forma vertical, como acontece em florestas de várzea e igapó descritos nos trabalhos de Merti et al. (2009) e Vasconcelos et al. (2010). O forrageio vertical pode gerar espécies que se adaptam a explorar diferentes recursos, o que pode diminuir a competição e possibilitar que existam mais espécies coexistindo no mesmo ambiente (Tobin 1997). Espécies que fazem ninhos superficiais ou em cavidades pré-existentes como no caso das *Azteca* (3 spp), *C. atriceps*, *Crematogaster* (6 spp), *Tapinoma* sp. 1, utilizam do forrageamento vertical quando o solo está encharcado ou muito úmido (Bolton 1994; Longino 2007; Eguchi et al., 2011; Campbel et al. 2023). Entretanto, o forrageio vertical não é de caráter exclusivo, como observamos nas iscas atrativas ao longo do estudo, uma vez que tivemos a presença dessas espécies tanto no solo como na vegetação, assim o forrageio nos solos úmidos ainda podem acontecer ao decorrer das estações do ano sem grandes problemas, como observados em *C. mus*, *C. atriceps* nas Veredas e área de Transição e Cerrado, assim como *Odontomachus haematodus* e *Pheidole* sp. 4 encontradas em solo e vegetação nas Veredas.

Composição da comunidade de formigas durante a sazonalidade

Podemos observar que a riqueza de espécies não tem diferença significativa durante as estações (seca e chuva), porém, houve mudança na composição da comunidade entre os ambientes. A conversão da floresta em áreas com menos estratos arbóreos, pode diminuir a riqueza das formigas e causar uma mudança em sua composição (Kuate et al. 2022). Apesar de não observarmos uma diferença significativa na riqueza das espécies de formigas, a mudança na composição das espécies observada entre os ambientes pode ter ocorrido devido a mudança dos estratos arbóreos.

O aumento de espécies forrageando uma área pode afetar diretamente espécies que habitam o local ocasionalmente, pois a necessidade de determinado recurso em uma colônia leva a um recrutamento massivo e dominador (Davidson et al. 2003), em relação a isso espécies que habitam ambientes próximos e que podem estar apenas na busca de recurso, podem ser facilmente dominadas e até mesmo afugentadas por espécies que possuem suas colônias fixas em determinado ambiente. As espécies de *Solenopsis*, *Pheidole* por serem recrutadoras (Tschinkel et al. 1993; Wilson 2003) podem dominar e afugentar outras espécies em busca de recursos.

Na Vereda encontramos oito espécies exclusivas que compartilham características semelhantes para o sucesso da colonização deste ambiente, sendo elas *Crematogaster brasiliensis*, *Odontomachus haematodus*, *Pseudomyrmex denticollis*, *Pseudomyrmex elongatus*, *Pseudomyrmex rufiventris*. O fato de dessas espécies serem generalistas, onde forrageiam na vegetação ou no solo, nidificam em árvores, cascas ou troncos mortos (Davidson 1988; Ward 1989; Delabie et al. 2000; Longino, 2002; Longino 2003; Wild 2007; Talaga et al. 2015), favorecem a colonização nesse ambiente durante as estações do ano. Assim como, é favorável para as *Cephalotes depressus*, espécie especialista que são exclusivamente arborícolas (Powell 2008), a qual, o solo úmido ou completamente encharcado não interfere em seu forrageio ou na sua nidificação.

Já na área de Transição encontramos oito espécies exclusivas deste ambiente, onde temos seis dessas espécies compartilhando características semelhantes, o que faz dessa área, local ideal para colonização. O fato dessas espécies serem caracterizadas como generalistas, por forragearem no solo, na serrapilheira e na vegetação, assim como nidificarem no solo, sob pedras, cascas ou galhos de árvores, faz com que as espécies *Holcoponera moelleri*, *Neoponera villosa*, *Odontomachus meinerti*, *Paratrechina longicornis*, *Solenopsis substituta*, *Tapinoma* sp. 3, substituam as espécies encontradas na Vereda, mas ocupando o mesmo papel na guilda trófica

(Bolton 1994; Lattke 1995; Delabie et al. 2000; Cogni & Oliveira 2004; Mackay 2010; Fonseca et al. 2012; Baccaro et al. 2015; Silvestre et al. 2015).

No Cerrado apenas cinco espécies foram exclusivas, sendo que três dessas espécies possuem semelhanças na forma de forrageio. *Brachymyrmex aphidicola*, *Pheidole* sp. 2 e *Pheidole* sp. 7 são formigas generalistas, recrutadoras, que nidificam em diversos locais, como em solo, sob pedras, serrapilheira, vegetação baixas (Wilson 2003; Quiran 2007). Já *Cephalotes* sp. 1 é uma espécie especialista que nidifica e forrageia no estrato arborícola. Apesar de *Camponotus coloratus*, não apresentar informações descritivas sobre sua biologia, sabemos que o seu gênero pode forragear em diversos substratos além de terem o padrão de nidificação semelhante a outras espécies de seu gênero (Wilson 1976).

A substituição das espécies de formigas entre os gradientes evidencia um padrão na sua busca de alimentos. Embora áreas que possuem um maior índice de vegetação apresentam uma redução nas guildas generalista e aumento das guildas especialistas (Tibcherani et al. 2020), encontramos espécies que pertencem à mesma guilda trófica entre os três diferentes ambientes. Como no caso da substituição das espécies, *Pheidole* sp. 4 (Veredas), *S. substituta* (área de transição) e *Pheidole* sp. 7 (Cerrado), entre os ambientes, sendo que essas espécies fazem parte da guilda generalista de solo, podendo ser alocadas assim pelo fato de seus tamanhos e busca por alimentos. Outro exemplo na substituição das espécies ocorreu entre *Pseudomyrmex rufiventris* (Veredas), *Pseudomyrmex* sp. 6 (área de transição), sendo espécies arborícolas patrulheiras. Assim como ocorreu entre as espécies especialistas *Atta sexden* (Veredas) e *Atta laevigata* (área de transição), ambas cultivadoras de fungos.

O que modifica entre as espécies são as formas de nidificação, ou seja, espécies que tem preferência por nidificarem em serrapilheira ou de grande parte em solo, tendem a colonizar as áreas que circundam a Vereda, como as espécies *C. coloratus*, *B. aphidicola*, ambas encontradas no Cerrado e *O. meinerti*, *O. moelleri* e *P. longicornis* encontradas nas áreas de transição. Enquanto espécies que preferem a formação de suas colônias em estrato arbóreo como o caso de *P. elongatus* e *P. denticollis* que foram encontradas nas Veredas.

Conclusões

Na áreas amostrados entre a Vereda, Transição e Cerrado, a riqueza encontrada está dentro dos valores esperado para o Cerrado. Não encontramos diferença significativa na riqueza de espécies entres esses ambientes, entretanto a composição

da comunidade de formigas se altera ao longo do gradiente de vegetação analisado. O que podemos observar é a semelhança nas espécies encontradas nesses ambientes com poucas espécies sendo responsáveis por mais de 50% da similaridade destes. O que nos mostra a adaptação dessas espécies a ambientes com características diferentes.

A composição da comunidade de formiga que foram substituídas ao longo das áreas, seguiram alguns padrões em relação ao ambiente amostrado, como na Vereda, espécies com preferências de nidificação arborícola ou em matéria em decomposição, muito comum ao ambiente, assim como encontramos espécies que tem preferência de nidificação em serrapilheira nas áreas de transição e Cerrado. O que ambos os ambientes tiveram em comum além de compartilharem mais de 50% das espécies entre eles, foi que mesmo com a substituição das espécies, o papel ecológico acaba sendo semelhante, o que mantém os ambientes amostrados em constante equilíbrio.

Em relação a sazonalidade do Cerrado, não obtivemos uma diferença significativa na riqueza de espécies, como esperávamos. O que nos mostra que as Veredas possuem uma comunidade de formigas ativa durante o ano todo. Mesmo ocorrendo uma substituição das espécies de formigas nas Veredas durante as estações, podemos afirmar que espécies arborícolas estão presentes durante a estação seca e chuvosa e que o fato de não termos capturado algumas espécies durante as duas estações não significa não estas não estão bem estabelecidas nas Veredas.

Referências bibliográficas

Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (2000) *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press, P. 1-8.

Alencar-Silva T, Maillard P (2007) Delimitação e caracterização do ambiente de vereda: I. O potencial das imagens RADARSAT-1. In *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis: INPE. P. 4751-4758. 2007.

Almeida HA (2016) *Climatologia aplicada à geografia*. Universidade Estadual da Paraíba.

Andersen, AN (2019) Responses of ant communities to disturbance: Five principles for understanding the disturbance dynamics of a globally dominant faunal group. *Journal of Animal Ecology*, 88(3), 350–362. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12907>

Baccaro BF, Feitosa RM, Fernandez F, Fernandes IO, Izzo TJ, Souza JLP, Solar R (2015) *Guia para gêneros de formigas no Brasil*. 1ed. Manaus: INPA. 388 p.

Baccaro BF, Rocha IF, del Aguila BE, Schiatti J, Emilio T, Pinto JLPDV (2013) Changes in ground-dwelling ant functional diversity are correlated with water-table level in an Amazonian terra firme forest. *Biotropica*, 45, 755–763.

Basset Y, Novotny V, Miller SE, Kitching RL (2002) Methodological advances and limitations in canopy entomology. In: BASSET, Y. et al. (ed.). *Arthropods of tropical*

forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 7-16.

Basset Y, Cizek L, Didham RK, Novotny V, Cuénoud P, Guilhaumon F, Missa O, Leponce, M (2012) Arthropod diversity in a tropical forest. *Science*, 338(1481): 1481-1484.

Bestelmeyer BT, Agosti D, Leeanne F, Alonso T, Brandão CRF, Brown WL, Delabie JHC, Silvestre R (2000) Field techniques for the study of ground dwelling ants: an overview, description, and evaluation, p. 122–144. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (eds.). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution Press, 280 p.

Bolton B (1994) Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. 222 p..

Bolton B, AntCat: An Online Catalog of the Ants of the World by Barry Bolton [on-line]. Disponível em: <http://www.antcat.org/>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

Borlaug NE (2002) Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). *Global warming and other eco-myths*. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

Borowiec ML (2019) Convergent evolution of the army ant syndrome and congruence in big data phylogenetics. *Systematic Biology*, 68, 642–656. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syy088>

Byk J, Del-Claro K (2010) Nectar and pollen-gathering Cephalotes ants provide no protection against herbivory: a new manipulative experiment to test ant protective capabilities. *Acta Ethologica*, v. 13, p. 33–38.

Campbell RG, Delancy D, Hall T (2023) Species Richness and Origin of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Urban and Suburban Areas of St. Andrew, Jamaica. *Bio One*. Vol. 53(1), 59-67.

Carvalho PGS (1991) As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. *Informe Agropecuário*, v.15, n.168, p.54-56.

Cogni R & Oliveira PS (2004) Patterns in foraging and nesting ecology in the neotropical ant *Gnamptogenys moelleri* (Formicidae, Ponerinae). *Insectes Sociaux* 51, 123-30.

Costa-Milanez CB, Loureno-Silva GAB, Castro PTA, Majer JD, Ribeiro S.P (2014) Are ant assemblages of Brazilian veredas characterized by location or habitat type?. *Brazilian Journal of Biology*., vol. 74, n° 1, p. 89-99.

Costa-Milanez CB, Ribeiro FF, Castro PTA, Majer JD e Ribeiro SP (2015) Effect of fire on ant assemblages in Brazilian Cerrado in areas containing Vereda wetlands. *Sociobiology*, 62: 494-505. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i4.770>

Damasco G, Fontes C, Françoso R, Haidar R (2018) The Cerrado biome: A Forgotten biodiversity hotspot. *Biodiversity* 6: 1-9.

Davidson DW (1998) Ecological studies of neotropical ant gardens. *Ecology* 69: 1138-1152.

Davidson DW, Cook SC, Snelling RR, Chua TH (2003) Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. *Science*. 300: 969-972.

De Queiroz ACM, Rabello AM, Braga DL (2020) Os tipos de vegetação do cerrado determinam como o uso da terra impacta a biodiversidade. *Biodivers Conserv* 29, p. 2017-2034. <https://doi.org/10.107/s10531-017-1379-8>

- Debout G, Schatz B, Elias M and McKey D (2007) Polydomy in ants: What we know, what we think we know, and what remains to be done. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90, 319–348.
- Delabie JHC, Agosti D, Nascimento IC (2000) Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest. Sampling ground-dwelling ants: case studies from of world's rain forests. *Bulletin* 18. Perth: Curtin University school of environmental Biology, p.1-17.
- Diehl-Fleig E (1995) *Ants: social organization and behavioral ecology*. Editora Unisinos.
- Eiten G, Pinto MN (1994) *Vegetação do cerrado. Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. p. 17-73.
- Eguchi K, Bui TV, Yamane S (2011) Generic synopsis of the Formicidae of Vietnam: Myrmicinae and Pseudomyrmecinae. *Zootaxa* 2878: 1-61.
- Flöder, S., Sommer, U., 1999. Diversidade em comunidades planctônicas: um teste experimental da hipótese de perturbação intermediária. *Limnologia Oceanografia* 44, 1114–1119. <https://doi.org/10.4319/lo.1999.44.4.1114>
- Filho AJS, Martins LCB (2017) Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em monocultura e fragmentos florestais, a leste do estado do Maranhão, Brasil. Caxias, BA. UEMA/CESC.
- Fonseca RBS, Funch LS, Borba EL (2012) Dispersão de sementes de *Melocactus glaucescens* e *M. paucispinus* (Cactaceae), no Município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina - BA. *Acta Botanica Brasilica. Bahia*. 26(2): 481-492.
- Giam X (2017) Global biodiversity loss from tropical deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 5775–5777. 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706264114>
- Golden DM, Crist TO (1999) Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: Community, guild and species responses. *Oecologia*, 118: 371-380.
- Heberling JM, Miller JT, Noesgaard D, Weingart SB, Schigel D (2021) Data integration enables global biodiversity synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, e2018093118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2018093118>
- Helms IV JA, Ijelu SE, Testamentos BD, Landis DA, Haddad NM (2020) Ant biodiversity and ecosystem services in bioenergy landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. V. 290. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106780>
- Hölldobler B & Wilson EO (1990) *The Ants. Evolutionary Biology*. Springer, Berlin, 732 pp. DM 198.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Mapa de Clima do Brasil, 2002. Disponível em geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/escala1:5.000.000. Acesso em maio de 2022.
- Delabie JHC, Feitosa RM, Serrão JE, Mariano CSF, Majer JD (2015) *As formigas poneromorfas do Brasil*. Ilhéus – BA: Editus,
- Josens RB, Farina WM, Roces F (1998) Nectar feeding by the ant *Camponotus mus*: intake rate and crop filling as a function of saccharose concentration. *Journal of Insect Physiology*. V. 44. Issus, 7-8. 579-585.
- Klink CA, Machado RB (2005) Conservation of Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707-713.
- Kuate AF, Hanna R, Nanga SN, Tindo M, Doumtsop Fotio ARP and Nagel P (2022) Species Richness, Density, Activity, and Composition of Ground-dwelling Ants in the

Humid Forest Zone of Southern Cameroon: Role of Vegetation Cover and Abiotic Factors. Entomological Society of America. 51 (6) 1150-1157.

Lattke JE (1995) Revision of the ant genus *Gnamptogenys* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Hymenoptera Research, Washington, DC, v. 4, p. 137-193.

Leal IR, Lopes AV, Machado IC, Tabarelli M (2017) Plant–Animal Interactions in the Caatinga: Overview and Perspectives. In: Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America. Springer International Publishing. Switzerland. 428p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3>

Leponce M, Theunis L, Delabie JHC, Roisin Y (2004) Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. Ecography, v. 27, n. 2, p. 253-267.

Lewinsohn TM, Prado PI (2005) Biodiversidade brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento. In T. M. Lewinsohn & P. I. Prado (Eds.), Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira (pp. 21–112).

Longino JT., Coddington J, Colwell RK (2002) The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. Ecology, v. 83, p. 689-702.

Longino JT (2003) The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. Zootaxa. 151: 1-150.

Longino JT (2007) A taxonomic review of the genus *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica and a global revision of the *aurita* group. Zootaxa. 1491:1-63.

Lortie CJ, Svenning JC (2015) The diversity of diversity studies: Retrospectives and future directions. Ecography, 38, 330–334. <https://doi.org/10.1111/ecog.01646>

Lucky A, Atchison RA, Ohyama L, Zhang YM, Williams JL, Pinkney IV JL, Clancy KL, Nielsen AN, Lippi CA (2020) Myrmecology, gender, and geography: Changing demographics of a research community over thirty years. Myrmecological News. 30, 187–199. https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_030:187

Mackay WP, Mackay EE (2010) The Systematics and biology of the New World ants of the genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae). Edwin Mellon Press, Lewiston. P. 642.

Malanson GP (1997) Effects of feedbacks and seed rain on ecotone patterns. Landscape Ecology, 12: 27-38.

Martins IS, Ortega JCG, Guerra V, Costa MMS, Martello F, Schmidt FA (2022) Ant taxonomic and functional beta-diversity respond differently to changes in forest cover and spatial distance. 60, 89-102. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.02.008>

Mertl AL, Wilkie KTR, Traniello JFA (2009) Impact of flooding on the species richness, density and composition of amazonian litter-nesting ants. Biotropica, 41(5): 633-641.

Milanez CBC, Ribeiro SB, Castro PTA (2013) Avaliação da degradação ambiental das veredas da região de três Marias com base na caracterização de solos e na fauna de formigas. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, São Paulo.

Morais, HC, Benson WW (1988) Recolonização de vegetação de Cerrado após queimada, por formigas arborícolas. Revista Brasileira de Biologia 48, 459–466.

Moura MR, and Jetz W (2021) Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. Nature Ecology & Evolution, 5, 631–639. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01411-5>

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

Neves FS, Queiroz-Dantas KS, Darocha WD, Delabie JHC (2013) Ants of three adjacent habitats of a transition region between the Cerrado and Caatinga biomes: the effects of heterogeneity and variation in canopy cover. *Neotrop Entomol* 42:258–268. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-013-0123-7>

Oliveira NLS, Ferreira IM (2007) Análise ambiental das veredas do chapadão de Catalão (GO). In *Anais do X EREGEO Simpósio Regional de Geografia – Abordagens Geográficas do Cerrado: paisagens e diversidades 2007*. Catalão: Universidade Federal de Goiás. p. 1-16.

Powell S (2008) Ecological specialization and the evolution of a caste in *Cephalotes* ant. *Functional Ecology*. Vol. 9. 902-9011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01436.x>

Quiran EM (2007) El género neotropical *Brachymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) en la Argentina. III: Redescrición de las especies: *B. aphidicola* Forel, de *B. australis* Forel y *B. constrictus* Santschi. *Neotropical Entomology* 36:699-706.

Resende FM, Cimon-Morin J, Poulin M, Meyerb L, Loyola R (2019) Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation*. 234: 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.009>

Ribas CR, Solar RRC, Campos RBF, Schmidt FA, Valentim CL, and Schoereder JH (2012) Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic?. *Journal of Insect Conservation*, 16: 413-421.

Ribas CR, Schoereder JH, Pic M, Soares SM (2003) Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology* 28, 305–314.

Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP. *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa Cerrados, p. 89-166,

Rosa IMD, Souza C, and Ewers RM (2012) Changes in size of deforested patches in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 26, 932–937.

Schmidt FA, Ribas CR, Schoereder JH (2013) How predictable is the response of ant assemblages to natural forest recovery? Implications for their use as bioindicators. *Ecol Indic* 24:158–166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.031>

SEMMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2013) Plano de Manejo do Parque Estadual Dom Osório Stöffel. Rondonópolis – MT. p. 352.

Silva DP, Amaral AG, Bijos NR, Munhoz CBR (2018) Is the herb-shrub composition of veredas (Brazilian palm swamps) distinguishable? *Acta Botanica Brasilica*, 32(1), 47-54. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2304.04>

Silvestre R; Souza PR; Silva GS; trad BM; Lopez VM (2015) Notas sobre interações competitivas envolvendo formigas poneromorfas. *As formigas poneromorfas do Brasil*. Ilhéus: Editus. p. 181-201.

Socioambiental. Unidades de conservação no Brasil, 2023. Unidade de conservação. Disponível em <<https://tecnoblog.net/responde/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em 14 de out, 2023.

Sumpter DJT, and Beekman M. From nonlinearity to optimality: pheromone trail foraging by ants. *Animal Behaviour*, 66 (2003), 273–280.

Talaga S, Delabie JHC, Dezerald O, Salas-Lopez A, Petitclerca F, Leroy C, Heraltd B, Cereghino R, and Dejean A (2015) A bromeliad species reveals invasive ant presence in urban areas of French Guiana. *Ecological Indicators*. 58:1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.027>

- Tibcherani LM, Aranda R, Mello RL (2020) Time to go home: The temporal threshold in the regeneration of the ant community in the Brazilian savanna. *Applied Soil Ecology*. 150, 103451. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103451>
- Tibcherani LM, Aranda R (2022) Diversidade taxonômica e funcional de formigas da diagonal seca. 2022.100 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em ecologia e conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Tschinkel WR (1993) Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *solenopsis invicta* during one annual cycle. *Ecological Monographs* 4, 63 425–457.
- Travaglini R, Stefanelli L, Arnosti A, Camargo R, Camargo S, Fort, C (2017) Isca encapsulada atrativa visando controle microbiano de formigas cortadeiras. *Tekhne e Logos*. 8(3):100-111.
- UN – United Nations (2021) UN Report: Nature’s dangerous decline ‘unprecedented’; species extinction rates ‘accelerating’. <https://go.nature.com/37O15pf>
- Tobin JE (1997) Competition and coexistence of ants in a small patch of rainforest canopy in Peruvian Amazonia. *Journal of New York Entomological Society* 105(1-2): 105-112.
- Vasconcelos HL, Leite, MF, Vilhena JMS, Lima AP, Magnusson, WE (2008) Ant diversity in an Ta Amazonian savanna: relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. *Austral Ecology* 33, 221–231.
- Vasconcelos HL, Delabie JHC (2000) Ground ant communities from Central Amazonia Forest fragments. Perth, Australia: Curtin University School of Environmental Biology Bulletin, v. 18, p. 59-70.
- Vasconcelos HL, Maravalhas J, Feitosa RM, Pacheco R, Neves K, Andersen AN (2018) Neotropical savanna nats show latitudinal gradient of species richness, with climatic drivers reflecting the forest origin of the fauna. *Journal of Biogeography*, v. 45, n. 1, p. 248-258. <http://dx.doi.org/10.1111/jbi.13113>
- Vasconcelos HL, Vilhena JMS, Facure KG, Albernaz A (2010) Patterns of ant species diversity and turnover across 2000 km of Amazonian floodplain forest. *Journal of Biogeography*. 37:432–440.
- Wall DH, Moore JC (1999) Interactions underground. *BioScience*, n. 49, p.109-117.
- Ward PS (1989) Systematic studies on pseudomyrmecine ants: revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *P. subtilissimus* species groups, with taxonomic comments on other species. *Quaestiones Entomologicae*, 25: 393-468.
- Wild AL (2007) A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*. 1622. 1-55.
- Wilson EO (2003) *Pheidole* in the word: a dominant, hyperdiverse ant genus. Harvard University Press, London, England.
- Wilson EO (1987) The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: A first assessment. *Biotropica*, Massachussetts: Harvard University Press, p. 245-251.
- Wilson EO (1976) Which are the most prevalent ant genera? *Studia Entomology*, 19: 187-200.