

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

Amanda Batista da Silva de Oliveira

**A IMPORTÂNCIA DE ÁRVORES ESPARSAS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL
EM ÁREAS DE PASTAGENS PARA A CONSERVAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE
FORMIGAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Dissertação de Mestrado

Rio Branco – AC
2016

Universidade Federal do Acre
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

**A IMPORTÂNCIA DE ÁRVORES ESPARSAS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL
EM ÁREAS DE PASTAGENS PARA A CONSERVAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE
FORMIGAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Amanda Batista da Silva de Oliveira

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de
Recursos Naturais da Universidade Federal
do Acre, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Ecologia e
Manejo de Recursos Naturais**

Rio Branco – AC
2016

Universidade Federal do Acre
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

**A IMPORTÂNCIA DE ÁRVORES ESPARSAS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL
EM ÁREAS DE PASTAGENS PARA A CONSERVAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE
FORMIGAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Amanda Batista da Silva de Oliveira

BANCA EXAMINADORA

Dr. Carla Rodrigues Ribas
Universidade Federal de Lavras - UFLA

Dr. Elder Ferreira Morato
Universidade Federal do Acre - UFAC

Dr. Fabricio Beggiato Baccaro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Dr. Tathiana Guerra Sobrinho
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

ORIENTADOR

Dr. Fernando Augusto Schmidt
Universidade Federal do Acre - UFAC

*A Deus ser supremo ter concedido
essa oportunidade, dando força, proteção e
sabedoria.*

AGRADECIMENTOS

Gratidão ao meu orientador, Fernando Augusto Schmidt, pela oportunidade, confiança, respeito, ensinamentos, atenção e paciência. Em especial pelo apoio no campo, e sempre prestativo, por acreditar nesse projeto e amizade. Sou muito grata pela excelente orientação.

A Universidade Federal do Acre, pelos recursos; por minha formação e disponibilização de toda a infra-estrutura utilizada.

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre e pela coordenação que sempre se esforçou no máximo em nos atendermos.

Ao CNPq pela bolsa concedida durante todo o mestrado, tornando possível a realização deste projeto.

A todos os professores, em especial aos professores Forster Brown e Lisandro Juno por serem muito dedicados na instrução da disciplina de Técnicas e Segurança em campo, não faltou diversão, além disso foi de grande importância para minha profissão, contribuindo muito para execução do projeto em campo, aos professores que fizeram parte da minha banca de qualificação Elder Morato, Armando Muniz, Lisandro Juno e Foster Brown pelo exemplo de profissionalismo e pelas sugestões que contribuíram muito com o projeto e minha formação.

A minha turma 2014a, turma das meninas Ysadhora, Driele e Renata que sempre foram amigas, parceiras, guerreiras e batalhadoras.

A escola da Floresta em especial Seu Divino por ter sido muito prestativo e atencioso ao fornecer materiais de apoios para escalada, pois sem o qual não viabilizaria o andamento do projeto.

Ao meu amigo e cunhado Alisson Mello que me ajudou no início do projeto com orientações com GPS e criação das parcelas virtuais para inventariar as castanheiras.

Ao Charles e Diego que se dispuseram em escalar as castanheiras para instalações das armadilhas nas copas.

Aos amigos e colegas Jailini, Wendeson e Herison que me auxiliaram no campo desde o início do projeto, na execução da coleta no campo, e em especial Seu Robson com sua presença ficava mais divertido, Caroline Salomon, Raissa, Wilkinson, Alexandra, Karla e Daniela, o meu muito obrigada.

Galerinha do Laboratório, Alexandra, Wilkinson, Fabiana, Mateus, Pedro e minha amiga Danyella Paiva que me auxiliaram nas triagens dos pitfall nos finais de semanas e em especial as meninas Karla e Daniele, que me ajudaram muito na montagem das formigas, pois sem ajuda delas não teria conseguido finalizar em tempo.

Ao Rodrigo Feitosa e toda sua equipe do laboratório de entomologia da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio e por serem muito prestativos, principalmente nas identificações das formigas e acolhimento, aos amigos que conheci na cidade de Curitiba que foram muitos receptíveis.

Ao Ricardo Solar que me ajudou muito nas análises estatísticas, que foi de suma importância e também ao colega de turma Richarlly “Cibola” que me socorreu com as dúvidas nas análises.

Aos meus amigos, amigas e colegas que contribuíram indiretamente e os que não foram citados aqui, que sempre torceram muito por mim e pelo meu sucesso profissional e que ficaram felizes junto comigo por desenvolver esse projeto.

Meu amor, amigo, namorado Herison Medeiros pelo grande companheirismo, paciência e por estar sempre disposto em me ajudar e por fazer parte da minha vida, grata por todos esses anos juntos.

Minhas irmãs parceiras e amigas que estão sempre torcendo pelo meu sucesso, Gabriela, Vitória e Manuela.

Aos meus familiares e minha mãe principalmente que quando ficou sabendo que estava no mestrado, na hora não sabia nem o que era, mas ficou feliz, porque viu que eu estava feliz pela conquista. Meu pai que sempre torceu pelas minhas conquistas e vitórias, minha Madrinha e Padrinho que contribuíram com uma parte significativa dessa conquista. Meus avós paternos que sempre estiveram presentes na minha vida e tios e primos. Em especial a família do meu namorado, minha segunda família, que sempre foram carinhosos comigo e sempre torceram para o meu sucesso.

E a todas as formigas, pois sem elas não haveria projeto!

Índice de Figuras	vi
Índice de Tabela	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1. Área de estudo	4
2.2. Desenho amostral	4
2.3. Amostragem e identificação das formigas	7
2.4. Análise dos Dados	8
3. RESULTADOS	12
3.1. Fauna de formigas	12
3.2. Pergunta 1 - Quão similar são as assembleias de formigas de castanheiras do pasto e da floresta, em termos de riqueza de espécies, composição de espécies e dissimilaridade entre os estratos de solo e copa?	17
3.3. Pergunta 2 - No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?	19
4. DISCUSSÃO	21
4.1. Fauna de formigas	22
4.2. Pergunta 1 - Similaridade entre as assembleias de formigas de castanheiras do pasto e da floresta.	24
4.3. Pergunta 2 - No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?	26

5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

Índice de Figuras

- Figura 1.** Localização do fragmento de floresta no interior da Fazenda Experimental Catuaba-FEC/UFAC e da área de pastagem no entorno da FEC/UFAC. 5
- Figura 2.** Localizações dos pontos amostrais (castanheira-do-brasil) de cada ambiente: floresta no interior da FEC/UFAC e pasto no seu entorno. 6
- Figura 3.** Riquezas de espécies de formigas em função do tipo de ambiente (floresta e pasto) do estrato (copa e solo) ($\chi^2 = 80,115$; $p < 0,001$), na FEC/UFAC, estado do Acre sudoeste da Amazônia do Brasil. 18
- Figura 4.** Ordenação (NMDS) das assembleias de formigas amostradas na copa de árvores de castanheira-do-brasil e no solo nos ambientes de floresta e pasto baseada em matriz de presença/ausência das espécies e índice Jaccard utilizado para o cálculo da dissimilaridade entre os grupos. Stress= 0,14; Pseudo – $F_{(1,76)}$ (ambiente) = 7,3216, $p < 0,001$ e Pseudo – $F_{(1,76)}$ (estrato) = 8,5588, $p < 0,001$. FEC/UFAC, Estado do Acre sudoeste da Amazônia brasileira. 19
- Figura 5.** Relação da riqueza de espécies de formigas amostradas exclusivamente no pasto (S-pasto) com o tamanho da copa e área basal da castanheira-do-brasil por estrato (copa e solo). FEC/UFAC, Estado do Acre sudoeste da Amazônia brasileira. 21

Índice de Tabela

- Tabela 1.** Lista de espécies de formigas amostradas no fragmento florestal da FEC/UFAC e na pastagem da Fazenda São Francisco, Senador Guimard, AC, Brasil. Flo_copa: copa de castanheiras do interior da floresta; Flo_solo: solo na base das castanheiras do interior da floresta; Pas_copa: copa de castanheiras da pastagem; Pas_solo: solo na base da castanheira na pastagem. 1 – Presença da espécie de formiga. 0 - Ausência da espécie de formiga. (*) – novo registro da espécie para o Acre. 12
- Tabela 2.** Modelos das variáveis Tamanho da copa Log (tamcopa), área basal log (área basal), Estrato e Log (área basal): estrato (interação com estrato), baseado na análise de covariância. 20

A importância de árvores esparsas de castanheira-do-brasil em áreas de pastagens para a conservação de assembleias de formigas no Sudoeste da Amazônia brasileira

Oliveira, Amanda Batista da Silva Oliveira¹; Fernando Augusto Schmidt^{1,2}

1. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre.

2. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo

No sudoeste da Amazônia brasileira, no processo de conversão da floresta em pastagens, árvores de castanheira-do-brasil têm sido imunes ao corte. Árvores esparsas têm sido apontadas como ilhas de biodiversidade remanescente em ambientes antropizados. Com o intuito de verificar a importância de árvores esparsas de castanheira-do-brasil para a conservação da biodiversidade, neste estudo foram feitas as seguintes perguntas a respeito do papel da castanheira na estrutura de assembleias de formigas em áreas de pastagens: 1) Quão similar são as assembleias de formigas em castanheiras do pasto e da floresta, em termos de riqueza de espécies, composição de espécies e dissimilaridade entre os estratos de solo e copa? 2) No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras? A riqueza de espécies de formigas reduziu cerca de 50 % da floresta para o pasto em ambos os estratos. Entretanto, metade das espécies de formigas coletadas no pasto também tiveram ocorrência na floresta. A baixa sobreposição entre assembleias de formigas da copa e do solo foi semelhante na floresta e no pasto. As castanheiras presentes no pasto foram apenas fatores determinantes da riqueza de espécies de formigas com ocorrência exclusiva para o pasto, porém de maneira oposta para formigas da copa e do solo. Portanto, árvores esparsas de castanheira-do-brasil promovem a conservação de assembleias de formigas em áreas de pastagem, porém mais estudos são necessários para se ter um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos na estrutura de assembleias de formigas associadas a castanheira-do-brasil.

Palavras chave: Amazônia; *Bertholletia excelsa*; Conservação da biodiversidade; Fragmentação; Formicidae.

The importance of sparse Brazil nut trees in areas of pastures for ant assemblages conservation in Southwestern Brazilian Amazon

Oliveira, Amanda Batista da Silva Oliveira¹; Fernando Augusto Schmidt^{1,2}

1. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre.

2. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Abstract

In the southwestern Brazilian Amazon, in the process of conversion of forest into pastures, Brazil nut trees have been saved of logging. Sparse trees have been identified as remaining biodiversity islands in entropized environments. To verify the importance of sparse trees of Brazil nut trees to biodiversity conservation, in this study were made the following questions regarding to the role of Brazil nut tree in the ant assemblage structure in pasture areas: 1) How similar are the ant assemblage of Brazil nut trees in pasture and forest, regarding to species richness, species composition and dissimilarity between soil and canopy? 2) In pasture, which factors provide a greater number of ant species in Brazil nut trees? Ant species richness was reduced about 50% from forest to pasture in both strata. However, half of ant species collected in the pasture also occurred in the forest. The low overlap between ant assemblages of tree canopy and soil was similar in the forest and pasture. The Brazil nut trees present in the pasture were only determining factors of ant species richness to ants only sampled in pasture, although at opposite way for ants from canopy and soil. Therefore, sparse trees of Brazil nut trees promote the conservation of ant assemblages in pasture areas although more studies are needed to have a better understanding on the mechanisms involved in the structure of ant assemblages associated to Brazil nut trees.

Key words: Amazon; *Bertholletia excelsa*; Biodiversity conservation; fragmentation; Formicidae.

1. INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica historicamente tem sofrido um processo de fragmentação e conversão do uso da terra (Bierregaard *et al.* 2001), o que tem intensificado a degradação do ecossistema florestal (Fearnside 2005). Tais alterações têm sido resultado de eventos de queimadas, implementação de práticas agropecuárias, corte seletivo e desenvolvimento de núcleos urbanos (Barona *et al.* 2010).

Embora, as atividades de supressão de áreas florestais no Brasil sejam autorizadas mediante licenciamento e manejo florestal (Lei 12.651/2012), o corte de espécies como a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) foi proibido em 1980 pela Instrução Normativa IBDF nr. 001/80, por ser considerada uma espécie merecedora de proteção especial, devido a sua importância social e econômica (Wadt & Kainer 2009). A castanheira-do-brasil representa uma expressiva fonte de renda para as comunidades extrativistas da Bolívia, Brasil e Peru (Acre 2006, Bayma *et al.* 2014) e seu estado de conservação atual é considerado vulnerável (Portaria nº 37-N, do IBAMA, de 3 de abril de 1992), trata-se, portanto, de uma espécie criticamente ameaçada, com elevado risco de extinção a médio prazo.

A castanheira-do-brasil é uma espécie endêmica da Amazônia, ocorrendo principalmente em regiões que não sofrem inundações, como as florestas de terra firme das Guianas, Colômbia, Venezuela, Peru, Bolívia, e Brasil. Os indivíduos de castanheira são heliófitos ocupando o estrato emergente das florestas e são dependentes de clareiras, cuja regeneração é vinculada aos distúrbios no dossel (Mori & Prance 1990).

Embora, não seja permitida a exploração madeireira da castanheira-do-brasil, extensas áreas de florestas são convertidas em vastas áreas de pastagem, resultando no isolamento dos indivíduos de castanheira e a sua exposição às condições ambientais expressivamente diferentes do ecossistema florestal original. As alterações resultantes da conversão do

ecossistema florestal em um agroecossistema de pastagem potencialmente afetam não somente a castanheira, mas também a biodiversidade associada a esta (Powell & Powel 1987, Peres & Baider 1997, Peres *et al.* 1997, Haugaasen *et al.* 2010, Cavalcante *et al.* 2012).

No estado do Acre, no sudoeste da Amazônia Brasileira, as pastagens representam a maior modificação do ecossistema florestal original, a qual é implementada via desmatamento seguido de queimadas (Acre 2010). A tendência histórica de conversão de floresta em pastagens é generalizada, abrangendo pequenos produtores, comunidades extrativistas, populações ribeirinhas e latifundiários (Oliveira *et al.* 2009a, Araújo 2011), contribuindo para que no ano de 2015 o estado do Acre apresentasse uma área desmatada acumulada (1988 – 2015) de 13.333 Km² (PRODES - INPE 2015).

A fragmentação e conversão das áreas de florestas para pasto tem o potencial de inserir novos fatores ecológicos nas comunidades de plantas e animais do ecossistema amazônico (Lovejoy *et al.* 1986, Kapos *et al.* 1997, Schelhas & Greenberg 1996). Especificamente para plantas arbóreas estas alterações afetam a abundância de polinizadores, dispersores de sementes, predadores e patógenos (Laurance & Bierregaard 1997) os quais em sua maioria são insetos (Didham *et al.* 1996).

Entre os insetos, as formigas apresentam uma ampla gama de interações com plantas (Bluthgen & Feldhaar 2010). Assim, as formigas têm sido utilizadas no diagnóstico de perturbações antrópicas em diversos tipos de ecossistemas terrestres, bem como para indicar o sucesso da recuperação após esses impactos (Philpot *et al.* 2010). A vegetação é de grande importância para as assembleias de formigas (Ribas *et al.* 2003), sendo que perturbações locais podem produzir respostas diferenciadas entre as espécies de formigas (Oliveira 2011, Schmidt *et al.* 2013).

Vasconcelos *et al.* (2000), verificaram que mesmo a extração seletiva de madeira na Amazônia Central gerou alteração na composição de espécies de assembleias de formigas.

Entretanto, para casos em que áreas de floresta foram substituídas por pastagens os efeitos nas assembleias de formigas não se limitaram apenas na alteração da composição de espécies, mas também na diminuição da riqueza de espécies (Vasconcelos 1999, Neves *et al.* 2012, Frizzo & Vasconcelos 2013).

As formigas nidificam e forrageiam em diversos estratos do ecossistema florestal, tais como as camadas superficiais do solo, superfície do solo, interior da serapilheira, troncos de arbustos e árvores e o dossel (Blüthgen & Feldhaar 2010). A remoção de árvores ou a total supressão de um ecossistema florestal representa um impacto drástico para a estrutura das assembleias de formigas (Philpot *et al.* 2010).

A permanência de árvores esparsas em ambientes antropizados (*e.g.* pastagens e cultivos agrícolas) tem sido descrita como “ilhas” de condições e recursos que possibilitam a conservação da biodiversidade (Fischer *et al.* 2010) e em específico de espécies de formigas (*e.g.*, Majer & Delabie 1999, Schonberg *et al.* 2004, Delabie *et al.* 2007, Neves *et al.* 2012, Frizzo & Vasconcelos 2013), nestes ambientes alterados. Assim, a presença remanescente de árvores de castanheira em pastagens no sudoeste da Amazônia potencialmente também promoveria a conservação de assembleias de formigas, cujo o conhecimento da diversidade de espécies é até o momento limitado a poucos estudos (Oliveira *et al.* 2009b, Oliveira *et al.* 2011, Miranda *et al.* 2012, Miranda *et al.* 2013).

O presente estudo teve como objetivo verificar a importância de árvores esparsas de castanheira-do-brasil para a conservação de assembleias de formigas em áreas de pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira. Assim, as seguintes perguntas foram elaboradas: 1) Quão similar são as assembleias de formigas em castanheiras do pasto e da floresta, em termos de riqueza de espécies, composição de espécies e dissimilaridade entre os estratos de solo e copa? 2). No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no interior e entorno da Fazenda Experimental Catuaba-FEC/UFAC (Figura 1) localizada no município de Senador Guiomard, estado do Acre (10 ° 04 'S e 67 ° 37 'W). A FEC/UFAC está distante 27 km de Rio Branco e 1,5 km da intersecção das BR 364 e BR 317. A FEC/UFAC possui um fragmento de floresta ombrófila aberta com palmeira e bambu com uma área de 1.200 ha tendo no seu entorno vastas áreas de pastagem (Medeiros *et al.* 2013) constituídas principalmente pela gramínea *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf e com a presença esparsa de árvores de castanheira-do-brasil (Araújo *et al.* 2012).

No Estado do Acre, a ocorrência de castanhais está praticamente restrita às regiões da parte alta e baixa da bacia do Rio Acre, que abrange 12 dos 22 municípios do estado (Bayma *et al.* 2014). Wadt *et al.* 2005, demonstrou que em áreas de floresta do sudeste do estado, a castanheira possui a densidade de 1,35 indivíduos/ha e devido ao fato de seu corte ser proibido por lei também há ocorrência em áreas de pasto cuja densidade é desconhecida. Assim, a castanheira na área de estudo ocorre tanto no interior do fragmento florestal quanto nas pastagens do seu entorno.

2.2. Desenho amostral

Previamente foram inventariados indivíduos de castanheiras tanto no interior do fragmento florestal da FEC/UFAC quanto em uma área de pastagem pertencente a Fazenda São Francisco, ao lado da FEC/UFAC (Figura 2). A área de inventário de indivíduos de castanheira estabelecida no interior da FEC/UFAC foi orientada pela a linha permanente do módulo do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio, seguindo os seus 5 Km de extensão e considerado 100 m de largura (Figura 2), totalizando uma área de 50 ha.

Nas pastagens do entorno da FEC/UFAC, os indivíduos de castanheira estão submetidos a condições ecológicas e pressão antrópica expressivamente distintas das encontradas no interior da floresta o que potencialmente resulta em densidade e distribuição diferentes das do interior da FEC/UFAC. Assim, o inventário das castanheiras na área de pastagem vizinha a FEC/UFAC não foi orientada por uma linha preestabelecida, mas pela localização visual dos indivíduos, sendo que o indivíduo mais próximo do fragmento florestal da FEC/UFAC estava a 10 m e o mais distante 1.095 m.

Em cada indivíduo de castanheira (na floresta e no pasto) foi fixada uma plaqueta contendo o seu número de registro e anotado a sua coordenada geográfica, e mensurado o seu diâmetro a altura do peito (DAP) e as distâncias entre os extremos norte-sul e entre os extremos leste-oeste da copa.

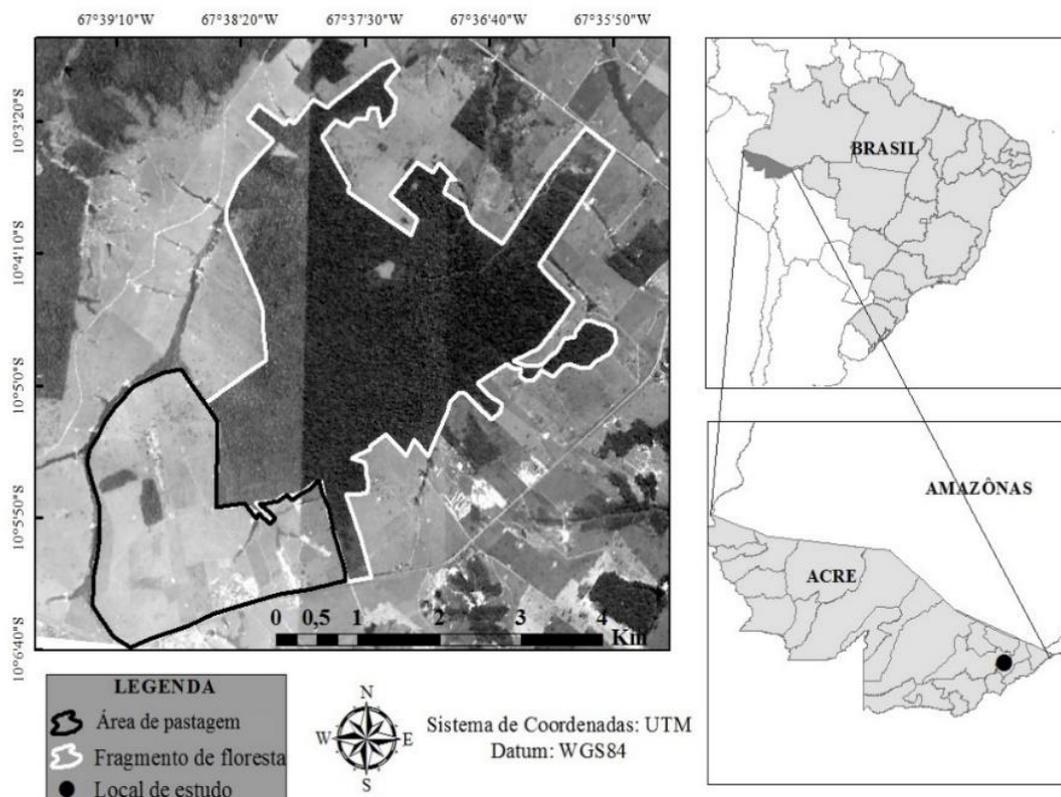


Figura 1. Localização do fragmento de floresta no interior da Fazenda Experimental Catuaba-FEC/UFAC e da área de pastagem no entorno da FEC/UFAC.

Após o inventário, em ambas as áreas, 20 indivíduos de castanheiras foram sorteados para representarem os pontos amostrais de cada ambiente (floresta e pasto) totalizando 40 pontos amostrais (Figura 2). Assim, na área demarcada no interior da floresta a cada 250 m foi sorteado um indivíduo de castanheira sendo utilizado como ponto amostral para a coleta das formigas de forma que os 20 pontos amostrais contemplassem toda a área de inventário no interior da floresta. Já na pastagem a cada 50 m de distância da borda mais próxima da FEC/UFAC foi sorteado um indivíduo para ser utilizado como ponto amostral, também de forma que os 20 pontos amostrais das pastagens contemplassem a distância de 1.095,38 km em relação a borda mais próxima do fragmento FEC/UFAC.

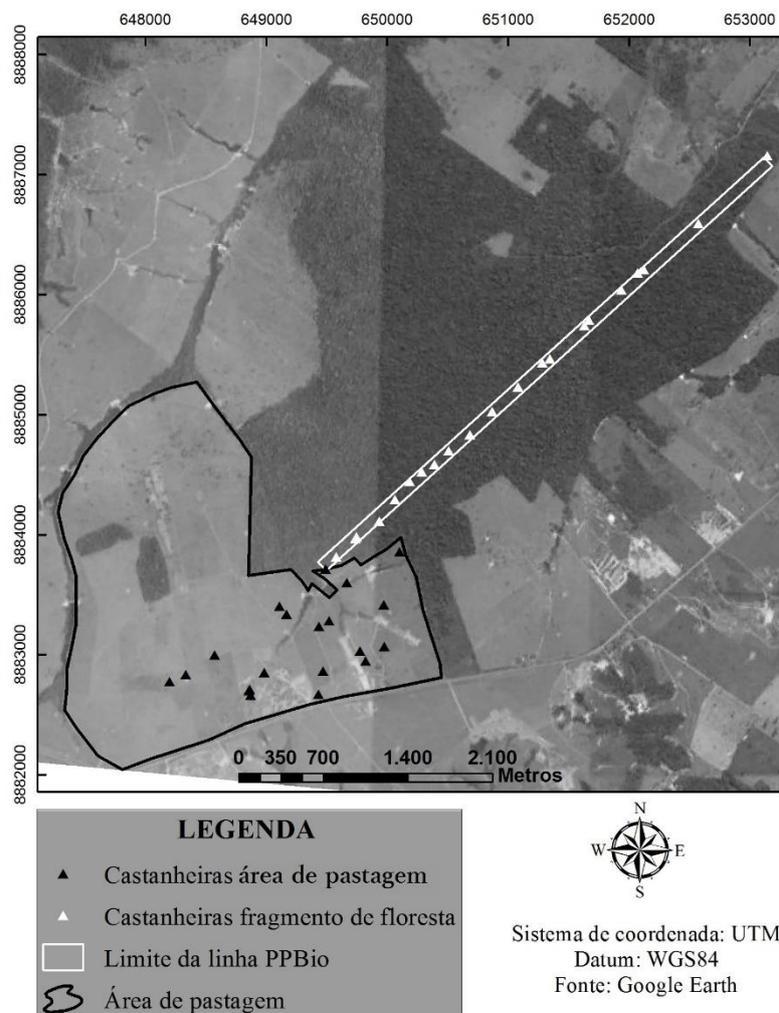


Figura 2. Localizações dos pontos amostrais (castanheira-do-brasil) de cada ambiente: floresta no interior da FEC/UFAC e pasto no seu entorno.

2.3. Amostragem e identificação das formigas

As coletas de formigas foram realizadas entre os meses de maio e julho de 2015. Em cada ponto amostral foram instaladas quatro armadilhas de queda do tipo “pitfall” em dois estratos: superfície do solo e na copa dos indivíduos de castanheira. As armadilhas na superfície do solo foram dispostas no entorno do indivíduo de castanheira de modo a formar uma circunferência de 2 m de raio, contendo armadilhas intercaladas ao longo dos quatros radiais. Na copa da castanheira, as armadilhas foram instaladas no ponto em que ocorre a primeira bifurcação de galhos da árvore sendo que para isto foi feito uso de material especializado e de segurança para escalada.

Assim, nas castanheiras da floresta as armadilhas foram instaladas a uma altura média de 20,35 m (altura mínima: 16,00 m – altura máxima: 24,50 m) e no pasto a 20,37 m (altura mínima: 8,40 m – altura máxima: 24,10 m). A disposição das armadilhas na copa foi uma armadilha por radial do tronco.

Cada armadilha consistiu em um frasco plástico (altura: 12 cm, diâmetro: 8 cm) o qual continha no seu interior uma solução composta por água, cloreto de sódio (5%) e detergente neutro (0,9%). As armadilhas da superfície do solo foram instaladas de modo que a boca do frasco ficasse no nível da superfície do solo (Bestelmeyer *et al.* 2000). As armadilhas da copa tiveram as mesmas dimensões que as da superfície do solo, porém adaptadas com barbantes afim de fixá-las no tronco das árvores (Ribas *et al.* 2003, Oliveira-Santos *et al.* 2009).

Todos os tipos de armadilhas permaneceram em campo por 72 h (Bestelmeyer *et al.* 2000). O material coletado foi acondicionado em frascos contendo álcool 90% sendo posteriormente triado, montado e identificado em laboratório.

A identificação das formigas em nível de gênero foi realizada de acordo com Baccaro *et al.* (2015), seguido de separação em morfo-espécies. A identificação em nível de espécie foi realizada através de comparações com coleção de formigas do Laboratório de Entomologia

do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná sob a orientação do Prof. Dr. Rodrigo Feitosa. Todos os exemplares de formigas foram depositados na coleção de Formigas Tropicais da Universidade Federal do Acre.

2.4. Análise dos Dados

Todas as análises foram realizadas no programa R v. 3.2.2 (R Core Team 2015). De acordo com a análise, pacotes específicos foram requeridos e o seu uso é descrito nos itens abaixo.

Pergunta 1- Quão similar são as assembleias de formigas de castanheiras do pasto e da floresta, em termos de riqueza de espécies, composição de espécies e dissimilaridade entre os estratos de solo e copa?

Riqueza de Espécies

A riqueza de espécies foi considerada o número de espécies de formigas coletado na copa e no solo de cada ponto amostral. Assim, o modelo estatístico teve a riqueza de espécies como variável resposta e o tipo de ambiente (floresta e pastagem) e o estrato de coleta (superfície do solo e copa) como variáveis explicativas sendo a interação entre os termos, também considerada na análise do modelo. Assim, os modelos foram analisados através de análise de variância - ANOVA.

Dado que em cada ponto amostral, as coletas das formigas foram feitas em dois estratos (copa e solo), estes foram identificados no modelo como efeito aleatório, para controle da pseudoreplicação. As análises foram realizadas através de modelos lineares generalizados mistos - GLMM (Bolker *et al.* 2009), sendo feito uso do pacote *lme4* (Bates *et al.* 2015).

Os modelos seguiram a distribuição de erros Poisson uma vez que riqueza de espécies é um dado de contagem. Análise de resíduos foi realizada para verificar a adequabilidade dos dados à distribuição e termos não significativos foram removidos via simplificação de modelo.

Composição de espécies

A similaridade em termos de composição de espécies de formigas entre as assembleias da floresta e do pasto, foi verificada através da análise de ordenação (NMDS) com distância de Jaccard, baseada em uma matriz de presença e ausência de espécies possibilitando a formação de grupos que representam a composição de espécies das assembleias da floresta e do pasto. O estrato de coleta (copa e solo) também foi considerado como co-variável para a formação dos grupos na análise de ordenação. A robustez dos grupos formados pelo NMDS, foi verificada pela significância dos dois parâmetros (ambiente e estrato) utilizados na ordenação com a NMDS através da PERMANOVA.

Para a realização da PERMANOVA, 999 aleatorizações foram realizadas afim de se obter um valor de significância global para o modelo e um valor de *Pseudo F* para cada parâmetro do modelo. O pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2015), foi utilizado para a realização do NMDS e da PERMANOVA.

Dissimilaridade entre os estratos de solo e copa

Para verificar se a dissimilaridade na composição de espécies entre as assembleias de formigas da superfície do solo e das copas das castanheiras é influenciada pelo tipo de ambiente (floresta e pasto) foi calculado o índice de dissimilaridade de Jaccard entre os dois estratos para cada ponto amostral com base em uma matriz de presença e ausência de espécies. O índice de Jaccard foi calculado através do pacote *betapart* (Baselga *et al.* 2013) que retorna o índice com a denominação β_{JAC} .

Assim, o modelo estatístico teve como variável resposta β_{JAC} e como variável explicativa o tipo de ambiente (floresta e pasto). Dado que o índice de Jaccard é um dado proporcional, o modelo seguiu distribuição de erros binomial. Análise de resíduos foi conduzida para verificar a adequabilidade dos dados a distribuição de erros.

Pergunta 2 - No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?

Para responder à pergunta, as seguintes hipóteses foram testadas:

(i) distância das castanheiras do pasto para o fragmento florestal fonte da região: Estudos demonstram uma diminuição da riqueza de espécie de formigas com o distanciamento do fragmento fonte (Majer & Delabie 1999, Ribas & Schoereder 2007, Gove *et al.* 2009). Assim, a distância de cada ponto amostral (castanheiras do pasto) ao fragmento fonte foi considerada como a distância da castanheira ao o primeiro contato com a borda do fragmento florestal da FEC/UFAC sendo obtida através da opção “régua” do Google Earth.

(ii) tamanho da área da copa das castanheiras no pasto: De acordo com a relação (espécie-área) fragmentos florestais maiores comportam uma maior riqueza de espécies de formigas do que fragmentos menores (Schoereder *et al.* 2004a, Schoereder *et al.* 2004b, Ribas & Schoereder 2007, Cuissi *et al.* 2015). Nós esperamos que essa relação também possa ocorrer na escala de árvores, sendo as árvores de castanheiras “ilhas” inseridas na matriz da pastagem. O tamanho da área da copa das castanheiras foi aferido através da medição da distância entre o início e o fim das folhagens em dois sentidos, norte-sul e leste-oeste. Os valores dos dois sentidos foram multiplicados afim de se obter a estimativa da área da copa de cada castanheira.

(iii) disponibilidade de recurso oferecido pela castanheira (área basal): Estudos tem demonstrado que quanto maior a área basal da árvore, maior a riqueza de espécies de formigas (Carvalho & Vasconcelos 1999, Majer & Delabie 1999). A área basal de cada árvore de

castanheira foi calculada pela seguinte fórmula: $ABI = D^2 \pi / 4$ onde; D= Diâmetro da castanheira.

Considerando que as variáveis, distância das castanheiras do pasto para o fragmento fonte, tamanho da copa e área basal apresentam uma grande discrepância de valores, foi obtido o logaritmo com base 10 para todas as variáveis afim de padroniza-las. A variável resposta foi a riqueza de espécies representada pelo número de espécies de formigas coletado em cada estrato (copa e solo).

Entretanto, a riqueza de espécies foi considerada de três formas: S-total, riqueza de espécies que representa o número total de espécies coletado no pasto em cada estrato; S-florestal, riqueza de espécies que representa o número de espécies de formigas de cada estrato coletadas no pasto, mas com ocorrência na floresta também; S-pasto, riqueza de espécies que representa o número de espécies de formigas de cada estrato com coleta e ocorrência somente no pasto.

Assim, foram construídos modelos estatísticos contendo cada tipo de riqueza de espécies como variável resposta e as mesmas variáveis explicativas, distância da castanheira ao fragmento florestal fonte da região, tamanho da copa da castanheira, área basal da castanheira. O estrato da coleta foi inserido no modelo como co-variável. A interação entre as variáveis explicativas também foi considerada na análise.

Assim, os modelos foram analisados através de análise de covariância seguindo distribuição de erros Poisson uma vez que riqueza de espécies é um dado de contagem. Análise de resíduos foi realizada para verificar a adequabilidade dos dados à distribuição de erros. Por fim, simplificação do modelo foi feita para retirar termos não significativos.

3. RESULTADOS

3.1. Fauna de formigas

Ao todo foram coletadas 184 espécies de formigas pertencentes a 45 gêneros e distribuídas em oito subfamílias em todas as áreas. As subfamílias que registraram mais espécies foram Myrmicinae (92 espécies), seguida por Formicinae (36 espécies), Ponerinae (16 espécies), Dolichoderinae (14 espécies), Pseudomyrmecinae (13 espécies), Ectatomminae (oito espécies), Dorylinae (quatro espécies) e Paraponerinae com apenas uma espécie (Tabela 1). Os gêneros que apresentaram maior riqueza de espécies foram *Pheidole* (31 espécies), *Camponotus* (26 espécies), *Crematogaster* e *Pseudomyrmex* ambos com 13 espécies e *Cephalotes* (oito espécies).

A maior riqueza de espécies de formigas foi amostrada na floresta onde registrou-se 141 espécies, sendo 97 espécies exclusivas, no pasto foram encontradas 87 espécies, sendo que 43 espécies são exclusivas e 44 espécies foram coletadas em ambos os ambientes (Tabela 1). O solo da floresta foi o estrato com o maior número de espécies de formigas (101 espécies) seguido pelas copas de castanheiras da floresta (69 espécies), solo do pasto (57 espécies) e copa de castanheiras no pasto (43 espécies) (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies de formigas amostradas no fragmento florestal da FEC/UFAC e na pastagem da Fazenda São Francisco, Senador Guiomard, AC, Brasil. Flo_copa: copa de castanheiras do interior da floresta; Flo_solo: solo na base das castanheiras do interior da floresta; Pas_copa: copa de castanheiras da pastagem; Pas_solo: solo na base da castanheira na pastagem. 1 – Presença da espécie de formiga. 0 - Ausência da espécie de formiga. (*) - novo registro da espécie para o Acre.

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
DOLICHODERINAE				
<i>Azteca</i> sp.1	0	0	1	0
<i>Azteca</i> sp.2	0	0	1	0
<i>Azteca</i> sp.3	0	0	1	0
<i>Azteca</i> sp.4	0	0	1	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Olivier, 1792)	1	1	0	1
<i>Dolichoderus bidens</i> (Linnaeus, 1758) *	1	1	0	0

Tabela 1. Continua

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
<i>Dolichoderus diversus</i> Emery, 1894	1	0	1	0
<i>Dolichoderus inermis</i> MacKay, 1993	1	1	0	0
<i>Dolichoderus lamellosus</i> (Mayr, 1870)	1	0	1	0
<i>Dolichoderus lutosus</i> (Smith, 1858)	1	0	0	0
<i>Dorymyrmex brunneum</i> Forel, 1908 *	0	0	0	1
<i>Gracilidris pombero</i> Wild & Cuzzo * 2006	0	0	0	1
<i>Tapinoma</i> sp.	0	0	1	1
DORYLINAE				
<i>Acanthosticus</i> sp.1	0	1	0	0
<i>Acanthosticus</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858)	0	1	0	1
<i>Nomamyrmex hartigii</i> (Westwood, 1842)	0	1	0	1
ECTATOMMINAE				
<i>Ectatomma lugens</i> Emery, 1894	0	1	0	1
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858	0	0	0	1
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	0	1	0	0
<i>Gnamptogenys acuminata</i> (Emery, 1896) *	0	1	0	0
<i>Gnamptogenys concinna</i> (Smith, 1858) *	1	0	0	0
<i>Gnamptogenys ericae</i> (Forel, 1912) *	0	1	0	0
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	0	1	0	1
<i>Gnamptogenys regularis</i> Mayr, 1870 *	0	0	0	1
FORMICINAE				
<i>Acropyga goeldii</i> Forel, 1893 *	0	0	0	1
<i>Brachymyrmex pilipes</i> Mayr, 1887 *	0	1	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	0	0	0	1
<i>Camponotus ager</i> (Smith, 1858) *	1	1	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858) *	1	1	0	1
<i>Camponotus bidens</i> Mayr, 1870	1	0	0	0
<i>Camponotus blandus</i> (Smith, 1858)	1	0	1	1
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	1	1	1	1
<i>Camponotus depressus</i> Mayr, 1866	1	1	0	0
<i>Camponotus hippocrepis</i> Emery, 1920*	1	0	0	0
<i>Camponotus leydigi</i> Forel, 1886	0	0	0	1
<i>Camponotus personatus</i> Emery, 1894 *	1	1	0	1
<i>Camponotus</i> pr. <i>novogranadensis</i> Mayr, 1870	1	1	0	1
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	0	0	1	1
<i>Camponotus trapezoideus</i> Mayr, 1870	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.3	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.4	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.5	1	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.6	1	1	0	0

Tabela 1. Continua

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
<i>Camponotus</i> sp.7	1	1	0	1
<i>Camponotus</i> sp.8	1	0	1	1
<i>Camponotus</i> sp.9	1	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.10	1	1	1	0
<i>Camponotus</i> sp.11	1	1	1	1
<i>Camponotus</i> sp.12	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.13	1	0	1	0
<i>Camponotus</i> sp.14	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.15	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.16	0	1	0	0
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	0	1	0	0
<i>Myrmelachista</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Myrmelachista</i> sp.2	1	0	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.3	0	1	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.4	0	0	0	1
MYRMICINAE				
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	0	1	0	0
<i>Apterostigma</i> gr. <i>auriculatum</i> Wheeler, 1925	1	1	0	0
<i>Atta laevigata</i> (Smith, 1858)	0	1	1	1
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	1	1
<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804)	1	0	0	0
<i>Cephalotes complanatus</i> (Guérin-Méneville, 1844) *	1	0	1	0
<i>Cephalotes cordatus</i> (Smith, 1853)	1	0	1	1
<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius, 1804)	1	0	0	0
<i>Cephalotes pellans</i> De Andrade & Baroni Urbani, 1999 *	1	0	1	0
<i>Cephalotes</i> sp.2	1	0	0	0
<i>Cephalotes</i> sp.3	0	0	1	0
<i>Crematogaster brasiliensis</i> Mayr, 1878	1	1	0	0
<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862	0	0	1	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i> Mayr, 1862 *	0	0	1	0
<i>Crematogaster evallans</i> Forel, 1907 *	1	0	0	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>crinosa</i> pr. <i>erecta</i> Mayr, 1866	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>crinosa</i> sp.1 Mayr, 1862	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>crinosa</i> sp.2 Mayr, 1862	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>crinosa</i> sp.3 Mayr, 1862	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>crinosa</i> sp.4 Mayr, 1862	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> gr. <i>limata</i> sp.1 Smith, 1858	1	1	0	0

Tabela 1. Continua

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
<i>Crematogaster gr. limata</i> sp.2 Smith, 1858	1	0	0	0
<i>Crematogaster moelleri</i> Forel, 1912 *	1	0	0	0
<i>Crematogaster rochai</i> Forel, 1903	0	0	1	0
<i>Crematogaster tenuicula</i> Forel, 1904	1	1	0	0
<i>Crematogaster torosa</i> Mayr, 1870 *	0	0	1	0
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862 *	0	1	0	0
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	1	1	0	1
<i>Cyphomyrmex salvini</i> Forel, 1899 *	0	1	0	0
<i>Daceton armigerum</i> (Latreille, 1802)	1	0	0	0
<i>Megalomyrmex ayri</i> Brandão, 1990	0	1	0	0
<i>Myocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	0	1	0	0
<i>Mymicocrypta</i> sp.	0	1	0	0
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i> Fernández, 2003	0	1	0	0
<i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870 *	1	0	0	0
<i>Pheidole capillata</i> Emery, 1906	0	0	0	1
<i>Pheidole fimbriata</i> Roger, 1863	0	1	0	0
<i>Pheidole polita</i> Emery, 1894 *	0	0	1	1
<i>Pheidole</i> pr. <i>radoszkowskii</i> Mayr, 1884	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> pr. <i>sensitiva</i> Borgmeier, 1959	0	1	0	0
<i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884 *	0	1	0	1
<i>Pheidole vafra</i> Santschi, 1923 *	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.3	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.4	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.5	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.7	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.8	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.10	1	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.11	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.12	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.13	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.14	1	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp.15	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.16	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.17	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.18	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.19	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.20	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.21	0	0	0	1

Tabela 1. Continua

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
<i>Pheidole</i> sp.22	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.23	1	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.24	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.25	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.26	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.27	1	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.28	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.29	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.30	0	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp.31	0	0	0	1
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	0	0	0	1
<i>Procryptocerus</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Procryptocerus</i> sp.2	1	0	0	0
<i>Rogeria lirata</i> Kugler, 1994 *	1	0	0	0
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	0	1	0	1
<i>Sericomyrmex</i> sp.2	0	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.7	0	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.9	0	1	1	1
<i>Solenopsis</i> sp.13	0	0	0	1
<i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863	0	1	0	0
<i>Strumigenys trudifera</i> Kempf & Brown, 1969	0	1	0	0
<i>Trachymyrmex bugnioni</i> (Forel, 1912) *	0	1	0	0
<i>Trachymyrmex farinosus</i> (Emery, 1894)	0	0	0	1
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	1	1	0	1
<i>Wasmannia lutzii</i> Forel, 1908 *	1	1	1	1
PARAPONERINAE				
<i>Paraponera clavata</i> (Fabricius, 1775)	1	1	1	0
PONERINAE				
<i>Platythyrea angusta</i> Forel, 1901	1	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp.1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Hypoponera</i> sp.3	0	1	0	0
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)	0	0	0	1
<i>Neoponera commutata</i> (Roger, 1860)	0	1	0	0
<i>Neoponera curvinodis</i> (Forel, 1899) *	1	0	1	0
<i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890)	0	1	0	0
<i>Neoponera verena</i> Forel, 1922	0	1	0	0

Tabela 1. Continua

Taxa	Flo_copa	Flo_solo	Pas_copa	Pas_solo
<i>Odontomachus brunneus</i> (Patton, 1894)	0	1	0	0
<i>Odontomachus caelatus</i> Brown, 1976 *	0	1	0	0
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1
<i>Odontomachus opaciventris</i> Forel, 1899	0	1	0	1
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	0	1	0	0
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	0	1	0	1
<i>Simopelta jeckylli</i> (Mann, 1916)	0	1	0	0
PSEUDOMYRMECINAE				
<i>Pseudomyrmex atripes</i> (Smith, 1860) *	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex curacaensis</i> (Forel, 1912)	1	0	1	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	1	0	1	0
<i>Pseudomyrmex niger</i> (Donisthorpe, 1940) *	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex simplex</i> (Smith, 1877) *	1	0	1	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	0	0	1	1
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	1	1	0	0
<i>Pseudomyrmex unicolor</i> (Smith, 1855)	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex urbanus</i> (Smith, 1877) *	1	1	1	0
<i>Pseudomyrmex venustus</i> (Smith, 1858) *	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0	1	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	1	0	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	0	0	1	0
TOTAL	69	101	43	57

3.2. Pergunta 1 - Quão similar são as assembleias de formigas de castanheiras do pasto e da floresta, em termos de riqueza de espécies, composição de espécies e dissimilaridade entre os estratos de solo e copa?

A riqueza de espécies das assembleias amostradas foi influenciada tanto pelo tipo de ambiente (floresta e pasto) quanto pelo estrato (solo e copa) ($\chi^2 = 80,115$, $p < 0,001$), porém a interação entre estes não foi significativa, sendo removida do modelo final. Assim, na copa das castanheiras do pasto foi obtida uma menor riqueza de espécies de formigas do que na copa das castanheiras da floresta. Porém, em ambos os ambientes, a riqueza de espécies de formigas das copas foi menor do que a encontrada na superfície do solo (Figura 3).

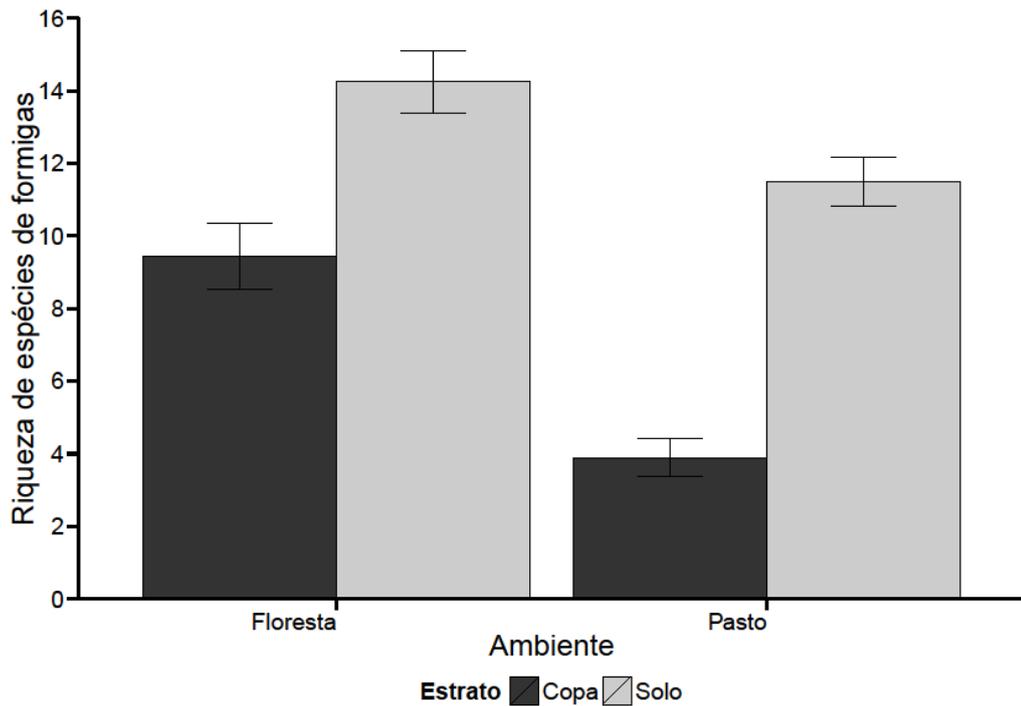


Figura 3. Riquezas de espécies de formigas em função do tipo de ambiente (floresta e pasto) do estrato (copa e solo) ($\chi^2 = 80,115$; $p < 0,001$), na FEC/UFAC, estado do Acre sudoeste da Amazônia do Brasil.

Diferenças na composição de espécies de formigas foram encontradas em relação ao ambiente (floresta e pasto) e estrato (copa e solo) (Stress = 0,14; Pseudo - $F_{1,76}(\text{ambiente}) = 7,3216$, $p < 0,001$ e Pseudo - $F_{1,76}(\text{estrato}) = 8,5588$, $p < 0,001$) (Figura 4). No entanto, considerando os valores de Pseudo - F, os grupos obtidos na análise de ordenação se dão primariamente pelo tipo estrato e secundariamente pelo tipo de ambiente.

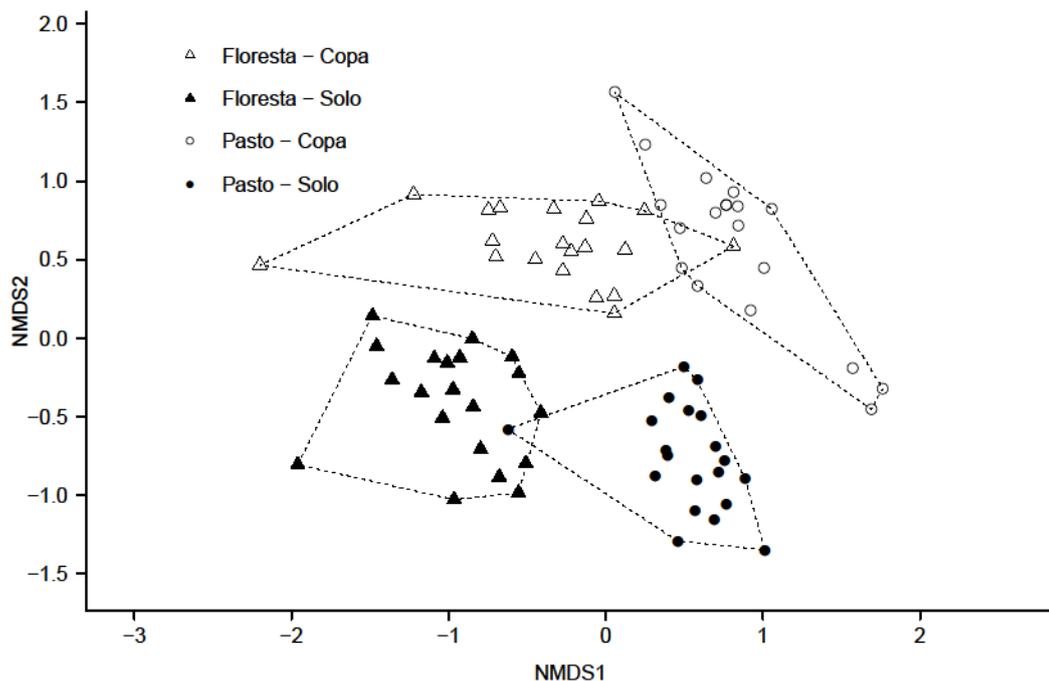


Figura 4. Ordenação (NMDS) das assembleias de formigas amostradas na copa de árvores de castanheira-do-brasil e no solo nos ambientes de floresta e pasto baseada em matriz de presença/ausência das espécies e índice Jaccard utilizado para o cálculo da dissimilaridade entre os grupos. Stress= 0,14; Pseudo - $F_{(1,76)}$ (ambiente) = 7,3216, $p < 0,001$ e Pseudo - $F_{(1,76)}$ (estrato) = 8,5588, $p < 0,001$. FEC/UFAC, Estado do Acre sudoeste da Amazônia brasileira.

A dissimilaridade entre as assembleias de formigas da copa e do solo na base das castanheiras não diferiu entre os ambientes (floresta e pasto) $F_{1,38} = 0,17$; $p = 0,6$. Entretanto, o valor de dissimilaridade entre as assembleias de formigas na copa e no solo da base das castanheiras foi semelhante nos dois ambientes (na floresta, $\beta JAC = 0,92$; no pasto, $\beta JAC = 0,93$).

3.3. Pergunta 2 - No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?

S-total e S-florestal não responderem a variação da distância da castanheira ao fragmento fonte, ao tamanho da copa da castanheira e a disponibilidade de recursos oferecidos pela castanheira (área basal). Entretanto, somente o estrato de coleta foi apontando como fator

determinante para S-total e S-florestal (Tabela 2), porém não diferiu do resultado mostrado na (Figura 3).

S-pasto respondeu ao tamanho da copa da castanheira, estrato de coleta e a interação entre área basal e estrato. Dessa forma, embora, a área basal não tenha sido uma variável significativa, a mesma não pode ser removida do modelo final, pois está em uma interação significativa com estrato de coleta (Tabela 2).

O modelo final para S-pasto foi representado por um gráfico de três eixos, tendo no eixo “x”, tamanho da copa da castanheira, no eixo “y”, área basal da castanheira e no eixo “z”, riqueza de espécies de formigas, representado por gradiente de cores monocromáticas. Neste gradiente de cores, cores mais escuras representam maior riqueza de espécies (Figura 5). Dado a interação de área basal e estrato de coleta, foi gerado um gráfico para cada estrato de coleta.

O gráfico da (Figura 5) demonstra que no solo a maior riqueza de espécies de formigas foi obtida na situação de menores valores de tamanho da copa e de maiores valores de área basal. Já para as copas de castanheiras, a maior riqueza de espécies de formigas foi obtida na situação de maiores valores de tamanho da copa e menores valores da área basal, ou seja, um padrão contrário ao obtido para assembleias de formigas do solo.

Tabela 2. Significância das variáveis do modelo final para S – pasto. Tamanho da copa Log (tamcopa), área basal log (área basal), Estrato e Log (área basal): estrato (interação com estrato), baseado na análise de covariância.

Variável explicativa	χ^2	P
Tamanho da copa Log (tamcopa)	96.978	0.01*
Área basal log (área basal)	96.743	1
Estrato	35.955	0***
Log (área basal): estrato	29.156	0.001**

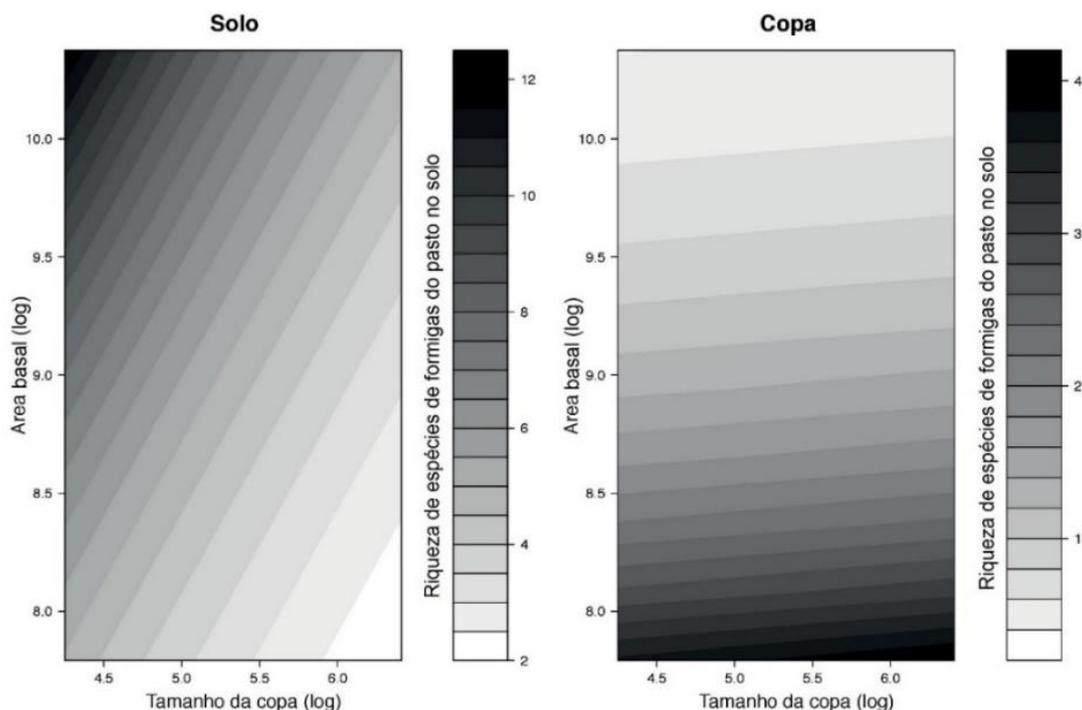


Figura 5. Relação da riqueza de espécies de formigas amostradas exclusivamente no pasto (S-pasto) com o tamanho da copa e área basal da castanheira-do-brasil por estrato (copa e solo). FEC/UFAC, Estado do Acre sudoeste da Amazônia brasileira.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo apresenta os primeiros resultados sobre a diversidade de formigas em árvores de castanheira-do-brasil para o sudoeste da Amazônia brasileira. Além disso, foi verificado que há uma redução significativa na riqueza de espécies de assembleias de formigas das copas de castanheiras no interior da floresta para as copas de castanheiras em área de pasto. Entretanto, as assembleias de formigas das copas das castanheiras apresentaram uma composição de espécies quase que integralmente diferente da assembleia de formigas amostradas na superfície do solo em ambos os ambientes. As castanheiras presentes no pasto afetaram somente as espécies de formigas com ocorrência exclusiva para o pasto. Nos tópicos seguintes serão apresentadas explicações para as semelhanças e diferenças entre as assembleias de formigas associadas as castanheiras nos dois tipos de ambientes considerados.

4.1. Fauna de formigas

O conhecimento a respeito da diversidade de formigas para o estado do Acre até o presente momento é restrito a quatro estudos, Oliveira *et al.* 2009b e Oliveira *et al.* 2011; registraram 276 espécies, respectivamente na área da Reserva Florestal Catuaba (leste do Acre) e Miranda *et al.* 2012 e Miranda *et al.* 2013 registraram 268 e 88 espécies, respectivamente, em estudos realizados em áreas de Manejo Florestal no leste do Acre. Apesar de termos amostrado um número de espécies similar aos estudos citados acima, nossas coletas oportunizaram 35 novos registros de espécies de formigas para o estado do Acre (ver espécies com * na Tabela 1), sendo que destas 13 foram amostradas somente na superfície do solo, 15 somente na copa de castanheiras e sete em ambos os estratos independentemente do tipo de ambiente (floresta e pasto). A espécie *Wasmannia lutzi* teve seu primeiro registro para a Floresta Amazônica e as espécies *Camponotus hippocrepis* e *Pseudomyrmex niger* tiveram o seu primeiro registro para o Brasil (Antmaps, 2015).

Nos estudos prévios sobre diversidade de formigas realizados no Acre (Oliveira *et al.* 2009b, Oliveira *et al.* 2011, Miranda *et al.* 2012, Miranda *et al.* 2013) ao contrário do presente estudo, a amostragem das formigas foi realizada exclusivamente na superfície do solo. Dessa forma, a inclusão de coletas de formigas nas copas das árvores nos dois tipos de ambientes (floresta e pasto) representou um elemento inovador no estudo da diversidade de formigas na região.

A coleta de formigas em copas de castanheiras realizada no presente estudo revelou uma riqueza de espécies de formigas (92) semelhante a reportada para este tipo de habitat em outros tipos de vegetação, tais como 95 (Ribas *et al.* 2003), 42 (Neves *et al.* 2012) e 64 (Frizzo & Vasconcelos 2013) para o Cerrado e (Ribas & Schoereder 2007), 35 espécies para o Pantanal. Entretanto, nos estudos citados, as coletas foram realizadas nos troncos de árvores e quando na copa em alturas inferiores do presente estudo, resultando na amostragem de espécies que

possuem ninhos no solo e eventualmente forrageiam em alturas inferiores da vegetação (Campos *et al.* 2008), possibilitando o registro de espécies que forrageiam e nidificam preferencialmente troncos e copas de árvores.

Este dado reforça que o habitat compreendido pelo dossel das florestas representa uma fronteira para o conhecimento da biodiversidade da Amazônia brasileira, não só para formigas como para outros organismos, como por exemplo diversidade de plantas e epífitas (Daly & Silveira 2008, Obermuller *et al* 2012, Medeiros *et al* 2014). Assim, a exuberante marca de 35 novos registros de espécies de formigas para o estado, possivelmente está associada a amostragem pioneira em copas de árvores, pois assembleias de formigas deste extrato apresentam uma baixa sobreposição de espécies com assembleias de formigas do solo (Yanoviak & Kaspari 2000). Entretanto, parte destes novos registros também foram obtidos de armadilhas instaladas na superfície do solo, o que ressalta de forma geral a pequena quantidade de estudos até o momento no sudoeste da Amazônia e o conhecimento limitado sobre diversidade de formigas.

A grande variação na riqueza de espécies entre as subfamílias de formigas pode ser explicada, em grande parte, pela biologia e comportamento das espécies. Assim, a predominância de Myrmicinae pode estar associada ao fato que as formigas desta subfamília apresentam um amplo espectro de adaptações ao uso de recursos e tolerância as condições físicas, que as tornam altamente abundantes e diversas em escala local e global (Fowler *et al.* 1991, Ward 2000).

4.2. Pergunta 1 - Similaridade entre as assembleias de formigas de castanheiras do pasto e da floresta.

A drástica redução da riqueza de espécies de formigas promovida pela conversão de áreas de floresta em pastagens e cultivos agrícolas tem sido amplamente reportada (Majer & Delabie 1999, Ribas *et al.* 2005, Neves *et al.* 2012, Frizzo & Vasconcelos 2013). Entretanto, Fischer *et al.* (2010) verificou que a manutenção de alguns elementos do ecossistema original local foi ponto chave para conservação da diversidade de aves e morcegos em ambientes antropizados.

Árvores esparsas tem sido os elementos remanescentes do ecossistema florestal em pastagens e cultivos agrícolas, onde uma maior diversidade animal está relacionada a uma maior densidade de árvores (Fischer *et al.* 2010). No presente estudo, embora a assembleia de formigas amostrada no pasto apresentou uma riqueza de espécies de formigas cerca de 50 % menor do que a da floresta, quase metade das espécies que constituem a assembleia de formigas do pasto também foram coletadas no ambiente de floresta. Assim, essa elevada proporção de espécies de floresta nas assembleias de formigas do pasto pode ser apontada como explicação para o fato que tipo de ambiente (floresta e pasto) ter sido apontado como um fator secundário para a formação dos grupos na análise de NMDS.

Ao se verificar a fauna de formigas de floresta coletada nos estratos de copa e solo do pasto, espécies do gênero *Azteca* e espécies como *Dolichoderus lamellosus*, *Dolichoderus diversus*, *Camponotus blandus*, *Camponotus crassus*, *Camponotus personatus*, *Cephalotes pellas*, *Cephalotes atratus*, *Cephalotes cordatus*, *Cephalotes complanatus*, *Wasmannia lutzi*, *Paraponera clavata*, *Neoponera curvinodis*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Pseudomyrmex simplex*, *Pseudomyrmex urbanus* e *Pseudomyrmex curacaensis*, são espécies predominantemente e/ou exclusivamente arborícolas que procuram alimento como exsudato, pólen, nectários e estabelecem ninhos em galhos, em caules e cavidades dos troncos, copas de árvores, gravetos,

matéria vegetal em decomposição e epífitas (Bluthgen & Feldhaar 2010, Baccaro *et al.* 2015, Suguituru *et al.* 2015). Da mesma maneira, formigas da floresta coletadas no solo do pasto tais como *Dolichoderus bispinosus*, *Labidus praedator*, *Nomamyrmex hartigii*, *Ectatoma lugens*, *Gnamptogenys striatula*, *Camponotus atriceps*, *Camponotus crassus*, *Camponotus personatus*, *Camponotus novogranadensis*, *Atta laevigata*, *Pheidole subarmata*, *Pheidole* sp.14, *Pheidole* sp.30, *Sericormyrmex* sp.1, *Sericomyrmex* sp.2, *Wasmannia auropunctata*, *Wasmannia lutzi*, *Solenopsis* sp.1, *Solenopsis* sp.2, *Solenopsis* sp.7, *Solenopsis* sp.9, *Solenopsis* sp.13, *Odontomachus opaventricis* e *Pachycondyla harpax* são espécies ou pertencem a gêneros cuja ocorrência é reportada para a superfície do solo, serapilheira, troncos em decomposição, subsolo ou mesmo no estrato arbóreo e arbustivo de florestas, incluindo o dossel, apresentando hábitos generalista e especialista, e adaptam-se muito bem a ambientes perturbados e áreas de plantações, incluindo o meio urbano, respectivamente, como por exemplo *Wasmannia auropunctata* e espécies do gênero *Solenopsis* (Delabie & Fowler 1995, Suguituru *et al.* 2015).

A cobertura do dossel de florestas tem sido reportada como um importante filtro ambiental para a composição de espécies de assembleias de formigas (Schmidt *et al.* 2013). Assim, a ocorrência de espécies de formigas de floresta no pasto pode ser facilitada pelo fato das florestas na região de estudo serem formações de floresta ombrófila aberta com bambu (Silveira 2005), que naturalmente possuem expressivas aberturas do dossel e desta forma permitiria a ocorrência de espécies de formigas com preferência a ambiente abertos nesta tipologia florestal. Assim, a conversão de áreas de floresta em pasto teria um efeito duplo nas assembleias de formigas, por um lado, negativo às espécies especialistas de habitats fechados e por outro lado, positivo para as espécies especialistas ou com preferência a habitats abertos, como as espécies de formigas citadas acima.

O tipo de estrato (solo e copa) foi apontado como o fator primário para a formação dos grupos na análise de NMDS. Da mesma forma, a dissimilaridade entre as assembleias de formigas do solo e copa se manteve praticamente igual em ambos os ambientes (na floresta, $\beta\text{JAC} = 0,92$; no pasto, $\beta\text{JAC} = 0,93$). O significado ecológico deste resultado é que os estratos (solo e copa) contemplam distintos espectros de recursos e condições, e agem como filtros distintos sob o *pool* regional de espécies de formigas levando a constituição de assembleias de formigas altamente diferentes como reportado por Yanoviak & Kaspari (2000).

Embora, seja prevista uma homogeneização biótica em ecossistemas florestais que sofreram uma drástica supressão do seu dossel (Solar *et al.* 2015) devido ao decréscimo na quantidade e variedade de recursos e alterações em condições, o papel diferenciado dos estratos solo e copa como filtros sobo *pool* regional de espécies de formigas se manteve praticamente inalterado com a conversão da floresta em pasto. Assim, o presente estudo demonstra que a baixa sobreposição entre assembleias de formigas de dossel e solo reportada para florestas preservadas (Yanoviak & Kaspari 2000) foi mantida mesmo em ambientes alterados como pastagens.

4.3. Pergunta 2 - No pasto, que fatores proporcionam um maior número de espécies de formigas nas castanheiras?

Embora, indivíduos esparsos de castanheira na área de pastagem sejam capazes de abrigar assembleias de formigas, a distância destes ao fragmento fonte da região, tamanho de suas copas e área basal não foram apontados como fatores que proporcionam uma maior riqueza de espécies de formigas no total (S-total) e de formigas com ocorrência também na floresta (S-floresta). Entretanto, o tamanho da copa foi apontado como fator determinante para a riqueza de espécies de formigas coletadas exclusivamente no pasto (S-pasto), bem

como a interação entre área basal e estrato proporcionando que a riqueza de espécies de formigas na copa e no solo apresentassem respostas opostas as mesmas variáveis explicativas.

Assim, no solo a maior riqueza de espécies de formigas foi obtida na situação de menores valores de tamanho da copa e de maiores valores de área basal. Isso, possibilita deduzir que copa maiores geram um maior sombreamento da superfície do solo e este prejudicaria o forrageamento das espécies de formigas, uma vez que estas podem ser espécies adaptadas a habitats abertos.

Já para as formigas coletadas nas copas das castanheiras, a maior riqueza de espécies de formigas foi obtida na situação de maiores valores de tamanho da copa e menores valores da área basal, ou seja, um padrão contrário ao obtido para assembleias de formigas do solo. Isso nos leva a deduzir que da mesma forma que o aumento da área de fragmentos florestais leva a um aumento da riqueza de espécies de formigas (Schoereder *et al.* 2004a, Schoereder *et al.* 2004b, Ribas & Schoereder 2007, Cuissi *et al.* 2015), árvores de castanheira com copas grandes também abrigariam uma maior riqueza de espécies de formigas.

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que no processo de conversão de florestas em áreas antropizadas, a permanência de alguns elementos do ambiente florestal original, neste caso, indivíduos esparsos de castanheira, promovem a conservação de assembleias de formigas, embora com uma drástica redução na riqueza de espécies e mudança na composição de espécies. Entretanto, um ponto de destaque no papel das castanheiras esparsas para a conservação das assembleias de formigas em pastagens, é que a baixa sobreposição na composição de espécies entre as assembleias de formigas da copa das árvores e da superfície do solo encontrada no ambiente de floresta foi mantido no pasto.

Embora, castanheiras esparsas em pastagens promovem a conservação de assembleias de formigas, a identificação de fatores que estruturam estas assembleias de formigas parece estar limitada a espécies de formigas especialistas de áreas de abertas. Assim, mais estudos são necessários para se compreender os mecanismos que envolvidos na estruturação das assembleias de formigas em castanheiras esparsas em áreas de pastagem no sudoeste da Amazônia brasileira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(A lista de referências bibliográficas, bem como a citação das mesmas no texto seguem as normas do periódico científico Biotropica)

ACRE. 2006. ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ACRE FASE II: DOCUMENTO SÍNTESE. RIO BRANCO: SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ACRE. 356 PP.

ACRE. 2010. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO ACRE, FASE II (ESCALA 1:250.000): DOCUMENTO SÍNTESE. 2. ED. RIO BRANCO: SEMA, 356 PP.

ANTMAPS (2015) ANTMAPS. [HTTP://ANTMAPS.ORG/](http://antmaps.org/) [ACESSADO EM 12 DE JANEIRO DE 2016]

ARAÚJO, E.A. 2011. DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL - AVALIAÇÃO E ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO, 92 PP. 1. ED. MOGI MIRIM, SÃO PAULO, BRASIL.

ARAÚJO, E.A. AND LANI, J.L. 2012. USO SUSTENTÁVEL DE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS CULTIVADAS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 142P. RIO BRANCO: SEMA.

ARMBRECHT, I., AND I. PERFECTO. 2003. LITTER-TWIG DWELLING ANT SPECIES RICHNESS AND PREDATION POTENTIAL WITHIN A FOREST FRAGMENT AND NEIGHBORING COFFEE PLANTATIONS OF CONTRASTING HABITAT QUALITY IN MEXICO. *AGRICULTURE, ECOSYSTEMS AND ENVIRONMENT* 97:107–115.

BACCARO, FB, FEITOSA, RM, FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, IO, IZZO, TJ, SOUZA, JLP, SOLAR, RRC, 2015. GUIA PARÁGRAFO OS GÊNEROS DE FORMIGAS DO BRASIL. INPA, (MANAUS, BRASIL).

BARONA, E., KUTTY, N.R., HYMAN, G. AND COOMES, O.T. 2010. THE ROLE OF PASTURE AND SOYBEAN IN DEFORESTATION OF THE BRAZILIAN AMAZON. *ENVIRON. RES. LETT* 5:024002.

BASELGA, A., ORME, D., VILLEGER, S., DE BORTOLI, J. AND LEPRIEUR, F. 2013. BETAPART: PARTITIONING BETA DIVERSITY INTO TURNOVER AND NESTEDNESS COMPONENTS. R PACKAGE VERSION 1.3. [HTTP://CRAN.R-PROJECT.ORG/PACKAGE=BETAPART](http://CRAN.R-PROJECT.ORG/PACKAGE=BETAPART)

BAYMA, M. M. A., F. W. MALAVAZI, C. P. SÁ, F. L. FONSECA, E. P. ANDRADE AND L. H. O. WADT. 2014. ASPECTOS DA CADEIA PRODUTIVA DA CASTANHA-DO-BRASIL NO ESTADO DO ACRE, BRASIL. BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS. 9: 417–426.

BATES, D., MAECHLER, M. BOLKER, B., WALKER, S. 2015. FITTING LINEAR MIXED-EFFECTS MODELS USING LME4. JOURNAL OF STATISTICAL SOFTWARE, 67(1), 1–48.<DOI:10.18637/jss.v067.i01>.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W.L.; DELABIE; J.H.C.; SILVESTRE, R. 2000. FIELD TECHNIQUES FOR THE STUDY OF GROUND DWELLING ANTS. AN OVERVIEW, DESCRIPTION, AND EVALUATION. IN: AGOSTI D., MAJER J.D., ALONSO L.E. AND SCHULTZ T.R. (EDS.), ANTS: STANDARD METHODS FOR MEASURING AND MONITORING BIODIVERSITY, PP. 122–144. WASHINGTON AND LONDON, SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS, 269PP.

BIERREGAARD, JR., R.O., C. GASCON, T.E. LOVEJOY AND R.C.G. MESQUITA. 2001. LESSONS FROM AMAZONIA: THE ECOLOGY AND CONSERVATION OF A FRAGMENTED FOREST. YALE UNIVERSITY PRESS, NEW HAVEN, EUA.

BLUTHGEN, N., AND FELDHAAR, H. 2010. FOOD AND SHELTER: HOW RESOURCES INFLUENCE ANT ECOLOGY. IN: LACH, L., PARR, C.L., ABBOTT, K.L. (EDS.), ANT ECOLOGY. OXFORD, UNIVERSITY PRESS, PP. 134–155.

BOLKER, B. M., BROOKS, M. E., CLARK, C. J., GEANGE, S. W., POULSEN, J. R., STEVENS, M. H. H., & WHITE, J. S. S. 2009. GENERALIZED LINEAR MIXED MODELS: A PRACTICAL GUIDE FOR ECOLOGY AND EVOLUTION. TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION, 24(3), 127-135.

CAMPOS R. I., LOPES C. T., MAGALHÃES W. C. S. AND VASCONCELOS H. L. 2008. ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL DE FORMIGAS EM CERRADO SENTIDO RESTRITO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DE CALDAS NOVAS – GO. IHERINGIA SER. ZOOLOGIA. 98, 311–16.

CAMPOS, R. I.; VASCONCELOS, H. L.; RIBEIRO, S. P.; NEVES, F. S. AND SOARES, J. P. 2006. RELATIONSHIP BETWEEN TREE SIZE AND INSECT ASSEMBLAGES ASSOCIATED WITH ANADENANTHERA MACROCARPA. ECOGRAPHY 29:442-450

CAVALCANTE, M. C., F. F. OLIVEIRA, M. M. MAUÉS AND B. M. FREITAS. 2012. POLLINATION REQUIREMENTS AND THE FORAGING BEHAVIOR OF POTENTIAL POLLINATORS OF CULTIVATED BRAZIL NUT (BERTHOLLETIA EXCELSA BONPL.) TREES IN CENTRAL AMAZON RAINFOREST. PSYCHE : A JOURNAL OF ENTOMOLOGY 2012: 1–9.

CARVALHO, K. S., AND H. L. VASCONCELOS. 1999. FOREST FRAGMENTATION IN CENTRAL AMAZONIA AND ITS EFFECTS ON LITTER-DWELLING ANTS. BIOLOGICAL CONSERVATION 91:151–158.DOI: 10.1016/s0006-3207(99)00079-8

CUISSI RG, LASMAR CJ, MORETTI TS, SCHMIDT FA, FERNANDES WD, FALLEIROS AB, SCHOEREDER JH, RIBAS CR. 2015. ANT COMMUNITY IN NATURAL FRAGMENTS OF THE BRAZILIAN WETLAND: SPECIES–AREA RELATION AND ISOLATION. J INSECT CONSERV 19: 531-537

DALY, D.C, AND SILVEIRA, M. 2008. PRIMEIRO CATÁLOGO DA FLORA DO ACRE, BRASIL/FIRST CATALOGUE OF THE FLORA OF ACRE, BRASIL. EDUFAC, 555p.

DELABIE, J. H. C AND FOWLER, H. G. 1995. SOIL AND LITTER CRYPTIC ANT ASSEMBLAGES OF BAHIA COCOA PLANTATIONS. PEDOBIOLOGIA 39(1):423-433.

DELABIE, J. H. C, B. JAHYNY , IC DO NASCIMENTO , CSF MARIANO , S. LACAU , S. CAMPIOLO, SM PHILPOTT , AND M. LEPONCE . 2007. CONTRIBUIÇÃO DAS PLANTAÇÕES DE CACAU PARA A CONSERVAÇÃO DE FORMIGAS NATIVAS (INSECTA: HYMENOPTERA: FORMICIDAE) COM UMA ÊNFASE ESPECIAL SOBRE A FAUNA DA MATA ATLÂNTICA DO SUL DA BAHIA, BRASIL. BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO 16 : 2359 - 2384 .

DIDHAM, R. K., GHAZOUL, J., STORK, N. E., AND DAVIS, A. J. 1996. INSECTS IN FRAGMENTED FORESTS: A FUNCTIONAL APPROACH. TRENDS IN ECOLOGY AND EVOLUTION 11: 255–260.

FEARNSIDE, P.M. 2005. DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: HISTÓRIA, ÍNDICES E CONSEQÜÊNCIAS. MEGADIVERSIDADE 1: 113–123.

FISCHER, J., STOTT, J. AND LAW, B. S. 2010. THE DISPROPORTIONATE VALUE OF SCATTERED TREES. BIOLOGICAL CONSERVATION 143: 1564–1567.

FRIZZO, T. L. M. AND VASCONCELOS, H. L. 2013. THE POTENTIAL ROLE OF SCATTERED TREES FOR ANT CONSERVATION IN AN AGRICULTURALLY DOMINATED NEOTROPICAL LANDSCAPE. BIOTROPICA 45: 644–651.

FOWLER, H.G.L., C. FORTI, C.R.F. BRANDÃO, J.H.C. DELABIE AND H.L. VASCONCELOS. 1991. ECOLOGIA NUTRICIONAL DE FORMIGAS, P. 131-209. IN A.R. PAZZINI, AND J.R.P. PARRA (EDS). ECOLOGIA NUTRICIONAL DE INSETOS E SUAS IMPLICAÇÕES NO MANEJO DE PRAGAS. SÃO PAULO, MANOLE, 359P.

GOVE, A. D., J. D. MAJER, AND V. RICO-GRAY. 2009. ANT ASSEMBLAGES IN ISOLATED TREES ARE MORE SENSITIVE TO SPECIES LOSS AND REPLACEMENT THAN THEIR WOODLAND COUNTERPARTS. BASIC APPL. ECOL. 10: 187–195.

HAUGAASEN, J. M.; HAUGAASEN, T. PERES, C. A. GRIBEL, R. AND WEGGE, P. 2010. SEED DISPERSAL OF THE BRAZIL NUT TREE (*BERTHOLLETIA EXCELSA*) BY SCATTER-HOARDING RODENTS IN A CENTRAL AMAZONIAN FOREST. JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY 26: 251–262.

KAPOS, V., E. WANDELLI, J.L. CAMARGO AND G. GANADE. 1997. EDGE-RELATED CHANGES IN ENVIRONMENT AND PLANT RESPONSES DUE TO FOREST FRAGMENTATION IN CENTRAL AMAZONIA, P.33–44. IN W. F. LAURANCE, R. O. BIERREGAARD JR. (EDS.), TROPICAL FOREST REMNANTS: ECOLOGY, MANAGEMENT, AND CONSERVATION OF FRAGMENTED LANDSCAPE. CHICAGO, UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, 616PP.

LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. 1997. TROPICAL FOREST REMNANTS: ECOLOGY, MANAGEMENT, AND CONSERVATION OF FRAGMENTED COMMUNITIES, CHICAGO UNIVERSITY PRESS, CHICAGO. 615PP.

LOVEJOY, T.E., R.O. BIERREGAARD JR., A.B. RYLANDS, J.R. MALCON, C.E. QUINTELA, L.HARPER, K.S. BROWN JR., A.H. POWELL, G.V.N. POWELL, H.O.R. SCHUBART, M.B.HAYS. 1986. EDGE AND OTHER EFFECTS ON ISOLATION ON AMAZON FOREST FRAGMENTS, P.257- 285. IN M.E. SOULE ED., CONSERVATION BIOLOGY: THE SCIENCE OF SCARCITY AND DIVERSITY. SUDERLAND, MASSACHUSETTS, SINAUER, 584PP.

MAJER, J.D. AND DELABIE, J.H.C. 1999. IMPACT OF TREE ISOLATION ON ARBOREAL AND GROUND ANT COMMUNITIES IN CLEARED PASTURE IN THE ATLANTIC RAIN FOREST REGION OF BAHIA, BRAZIL. INSECTES SOCIAUX, 46:281-290.

MEDEIROS, H., CASTRO, W., SALIMON, CI, BRASIL DA SILVA, I., SILVEIRA, M. 2013. TREE MORTALITY, RECRUITMENT AND GROWTH IN A BAMBOO DOMINATED FOREST FRAGMENT IN SOUTHWESTERN AMAZONIA, BRAZIL. BIOTA NEOTROP. 13: 29–34.

MEDEIROS, H.; OBERMÜLLER, F.A.; DALY, D.C.; SILVEIRA, M.; CASTRO, W. & FORZZA, R.C. 2014. BOTANICAL ADVANCES IN SOUTHWESTERN AMAZONIA: THE FLORA OF ACRE (BRAZIL) FIVE YEARS AFTER THE FIRST CATALOGUE. PHYTOTAXA 177: 101-117.

MIRANDA, P.N., OLIVEIRA, M.A., BACCARO, F.B., MORATO, E.F. AND DELABIE, J.H.C. 2012. CHECK LIST OF GROUND-DWELLING ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) OF THE EASTERN ACRE, AMAZON, BRAZIL. CHECK LIST 8: 722–730.

MIRANDA, P. N., MORATO, E. F., OLIVEIRA, M. A., AND DELABIE, J. H. C. 2013. RICHNESS AND COMPOSITION OF ANTS AS INDICATORS OF THE REDUCED IMPACT LOGGING IN TROPICAL FOREST IN THE STATE OF ACRE. REV. ÁRVORE. 37:163–173.

MORI, S. A. AND G. T. PRACE. 1990. TAXONOMY, ECOLOGY AND ECONOMIC BOTANY OF THE BRAZIL NUT (BERTHOLLETIA EXCELSA HUMB. AND BONPL.: LECYTHIDACEAE). ADVANCES IN ECONOMIC BOTANY. 8: 130–150.

NEVES, FS, BRAGA RF, ANTÔNIO LS, CAMPOS RI, FAGUNDES M. 2012. DIFFERENTIAL EFFECTS OF LAND USE ON ANT AND HERBIVORE INSECT COMMUNITIES ASSOCIATED WITH CARYOCAR BRASILIENSE (CARYOCARACEAE). REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL, 60: 1065–1073.

OBERMÜLLER F, SILVEIRA M, SALIMON C, DALY D. 2012. EPIPHYTIC (INCLUDING HEMIEPIPHYTES) DIVERSITY IN THREE TIMBER SPECIES IN THE SOUTHWESTERN AMAZON, BRAZIL. *BIODIVERSITY AND CONSERVATION* 21: 565–575

OLIVEIRA, T.K., AMARAL, E.F., VALENTIN, J.F., LANI, J.L., ARAÚJO, E.A., BARDALES, N.G. 2009a. PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS PARA O ACRE. *AÇÃO AMBIENTAL* 42: 35–43.

OLIVEIRA-SANTOS, L.G.R., LOYOLA, R.D. AND VARGAS, A.B. 2009. CANOPY TRAPS: A TECHNIQUE FOR SAMPLING ARBOREAL ANTS IN FOREST VERTICAL STRATA. – *NEOTROPICAL ENTOMOLOGY* 38: 691-694.

OLIVEIRA, M. A., DELLA LUCIA, T.M.C., MARINHO, C.G.S., DELABIE, J.H.C AND MORATO, E.F. 2009b. ANT DIVERSITY IN AN AREA OF THE AMAZON FOREST IN ACRE, BRAZIL. *SOCIOBIOLOGY* 54: 243–268.

OLIVEIRA, M.A., T.M.C. DELLA LUCIA, E.F. MORATO, M.A. AMARO AND C.G. MARINHO. 2011. VEGETATION STRUCTURE AND RICHNESS: EFFECTS ON ANT FAUNA OF THE AMAZON – ACRE, BRAZIL (HYMENOPTERA:FORMICIDAE). *SOCIOBIOLOGY* 57: 243 –267.

OKSANEN, J. F., BLANCHET, G., KINDT, R., LEGENDRE, P. R. MINCHIN, R. B. O'HARA, SIMPSON G. L., SOLYMO, P. M., STEVENS, H. H. AND WAGNER, H. (2015). VEGAN: COMMUNITY ECOLOGY PACKAGE. R PACKAGE VERSION 2.3 2. [HTTP://CRAN.R-PROJECT.ORG/PACKAGE=VEGAN](http://CRAN.R-PROJECT.ORG/PACKAGE=VEGAN)

PHILPOTT, S.M., PERFECTO, I, ARMBRECHT, I, PARR. 2010. ANT DIVERSITY AND FUNCTION IN DISTURBED AND CHANGING HABITATS. IN: LACH, L., PARR, C.L., ABBOTT, K.L. (EDS.), *ANT ECOLOGY*. OXFORD, UNIVERSITY PRESS, PP. 156–175.

PERES, C. A.; SCHIESARI, L. C., AND DIAS-LEME, C. L. 1997. VERTEBRATE PREDATION OF BRAZIL- NUTS (*BERTHOLLETIA EXCELSA*, LECYTHIDACEAE) AN AGOUTI DISPERSED AMAZONIA SEED CROP: A TEST OF THE ESCAPE HYPOTHESIS. *JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY* 13: 69–79.

PERES, C.A. AND BAIDER, C. 1997. SEED DISPERSAL, SPATIAL DISTRIBUTION AND POPULATION STRUCTURE OF BRAZILNUT TREES (*BERTHOLLETIA EXCELSA*) IN SOUTHEASTERN AMAZONIA. *JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY* 13: 595–616.

POWELL, A.H. AND POWELL, G.V.N. 1987. POPULATION DYNAMICS OF MALE EUGLOSSINE BEES IN AMAZONIAN FOREST FRAGMENTS, *BIOTROPICA* 19: 176-179.

PRODES-INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2015. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.INPE.BR/NOTICIAS/NOTICIA.PHP?COD_NOTICIA=3781](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?cod_noticia=3781)> ACESSO EM 23 DE JANEIRO DE 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R. 2015. A LANGUAGE AND ENVIRONMENT FOR STATISTICAL COMPUTING. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. [HTTP://WWW.R-PROJECT.ORG/](http://www.r-project.org/).

RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H.; PIC, M.; SOARES, S.M. 2003. TREE HETEROGENEITY, RESOURCE AVAILABILITY, AND LARGER SCALE PROCESS REGULATING ARBOREAL ANT SPECIES RICHNESS. *AUSTRAL ECOLOGY*. 28: 305–314.

RIBAS, C. R., SOBRINHO, T. G., SCHOEREDER, J. H., SPERBER, C. F., LOPES-ANDRADE, C., AND SOARES, S. M. 2005. HOW LARGE IS LARGE ENOUGH FOR INSECTS? FOREST FRAGMENTATION EFFECTS AT THREE SPATIAL SCALES. *ACTA OECOLOGICA*, 27: 31-41.

RIBAS, C.R. AND J.H. SCHOEREDER. 2007. ANT COMMUNITIES, ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS AND THEIR IMPLICATIONS FOR CONSERVATION IN THE BRAZILIAN PANTANAL. *BIODIVERS. CONSERV.* 16: 1511-1520.

SILVEIRA. M, 2005. A FLORESTA ABERTA COM BAMBU NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA. PADRÕES E PROCESSOS EM MÚLTIPLAS ESCALAS. EDUFAC, RIO BRANCO.

SOLAR R.R.C, BARLOW J, FERREIRA J, BERENQUER E, LEES AC, THOMSON JR, LOUZADA J, MAUÉS M, MOURA NG, OLIVEIRA VHF, CHAUL JCM, SCHOEREDER JH, VIEIRA ICG, MAC

NALLY R, GARDNER TA. 2015. HOW PERVASIVE IS BIOTIC HOMOGENIZATION IN HUMAN-MODIFIED TROPICAL FOREST LANDSCAPES? *ECOL LETT.* 18:1108–1118.

SCHELHAS, J., AND R. GREENBERG, EDITORS. 1996. FOREST PATCHES IN TROPICAL LANDSCAPES. ISLAND PRESS, WASHINGTON, D.C. PP 426P.

SCHMIDT, F. A.; RIBAS, C. R. AND SCHOEREDER, J. H. 2013. HOW PREDICTABLE IS THE RESPONSE OF ANT ASSEMBLAGES TO NATURAL FOREST RECOVERY? IMPLICATIONS FOR THEIR USE AS BIOINDICATORS. *ECOLOGICAL INDICATORS* 24:158–166.

SCHOEREDER, J. H., C. GALBIATI, C. R. RIBAS, T. G. SOBRINHO, C. F. SPERBER, O. DESOUSA, AND C. LOPES-ANDRADE. 2004a. SHOULD WE USE PROPORTIONAL SAMPLING FOR SPECIES-AREA STUDIES? *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 31:1219–1226.

SCHOEREDER, J.H., T.G. SOBRINHO, C.R. RIBAS AND R.B.F. CAMPOS. 2004b. COLONIZATION AND EXTINCTION OF ANT COMMUNITIES IN A FRAGMENTED LANDSCAPE. *AUSTRAL ECOLOGY* 29: 391-398.

SCHONBERG, L.A., LONGINO, J.T., NADKARNI, N.M. AND YANOVIK, S.P. 2004. ARBOREAL ANT SPECIES RICHNESS IN PRIMARY FOREST, SECONDARY FOREST, AND PASTURE HABITATS OF A TROPICAL MONTANE LANDSCAPE. *BIOTROPICA* 36: 402–409.

SUGUITURU, S.S., MORINI, M. S. DE C., FEITOSA, R. M., SILVA, R. R. 2015. FORMIGAS DO ALTO TIETÊ. CANAL 6, BAURU, SP.

VASCONCELOS, H.L. 1999. EFFECTS OF FOREST DISTURBANCE ON THE STRUCTURE OF GROUND-FORAGING ANT COMMUNITIES IN CENTRAL AMAZONIA. *BIODIVERSITY CONSERVATION* 8: 409 – 420.

VASCONCELOS, H.L. VASCONCELOS, J.M.S. VILHENA, G.J.A. CALIRI. 2000. RESPONSES OF ANTS TO SELECTIVE LOGGING OF A CENTRAL AMAZONIAN FOREST. *JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY* 37: 508–514.

WADT, L. H. O., KAINER, K. A., AND GOMES-SILVA, D. A. P. 2005. POPULATION STRUCTURE AND NUT YIELD OF A BERTHOLLETIA EXCELSA STAND IN SOUTHWESTERN AMAZONIA. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, ELSEVIER 211:371–384.

WADT, L. H. O AND KAINER, K. A. 2009. DOMESTICAÇÃO E MELHORAMENTO DA CASTANHEIRA. IN: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G; CLEMENT, C. R. (ORG.). DOMESTICAÇÃO E MELHORAMENTO - ESPÉCIES AMAZÔNICAS. 1ED. VISCONDE DE RIO BRANCO: SUPREMA 301–321 PP.

WARD, P.S. 2000. BROAD-SCALE PATTERNS OF DIVERSITY IN LEAF LITTER ANT COMMUNITIES. ANTS: STANDARD METHODS FOR MEASURING AND MONITORING BIODIVERSITY (ED. D.AGOSTI, J.D.MAJER, L.E.ALONSO AND T.R.SCHULTZ), PP. 99–121. SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS, WASHINGTON, D.C.

YANOVIK, S. P. AND KASPARI, M. 2000. COMMUNITY STRUCTURE AND THE HABITAT TEMPLET: ANTS IN THE TROPICAL FOREST CANOPY AND LITTER. OIKOS 89: 259–266.