UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) DE UMA SAVANA ESTÉPICA (CHACO) NO MUNICÍPIO DE PORTO MURTINHO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Paulo Robson de Souza

Orientador: Dr. Yzel Rondon Suarez

Coorientador: Dr. Rogério Silvestre

Campo Grande, MS, abril de 2014

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) DE UMA SAVANA ESTÉPICA (CHACO) NO MUNICÍPIO DE PORTO MURTINHO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Paulo Robson de Souza

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ecologia e Conservação, área de concentração Ecologia.

Orientador: Dr. Yzel Rondon Suarez – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Co-orientador: Dr. Rogério Silvestre – Universidade Federal da Grande Dourados

Banca examinadora:

.....

.....

.....

.....

.....

Campo Grande, MS, abril de 2014

SUMÁRIO

Dedicatórias 5

Se é verdade que tudo é relativo... 6

Agradecimentos 7

Resumo Geral 9

General Abstract 9

Introdução Geral 10

Área de Estudo 16

Capítulo 1 – Inventário de espécies de formigas (Hymenoptera, Formicidae) no Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil 19

RESUMO 19

ABSTRACT - Inventory of ant species (Hymenoptera, Formicidae) in the Brazilian Chaco, municipality of Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brazil 19

INTRODUÇÃO 20

MATERIAL E MÉTODOS 21

1. Área de estudo 21

2. Coleta e análise dos dados 25

RESULTADOS 28

DISCUSSÃO 39

AGRADECIMENTOS 44

REFERÊNCIAS 44

Capítulo 2 – Variação espacial na riqueza e composição de espécies nas assembleias de formigas epigeicas em três fitofisionomias do Chaco Brasileiro. 53

RESUMO 53

ABSTRACT – Spatial variation in species richness and composition in epigeic ant assemblages in three Brazilian Chaco vegetation types 53

Introdução 54

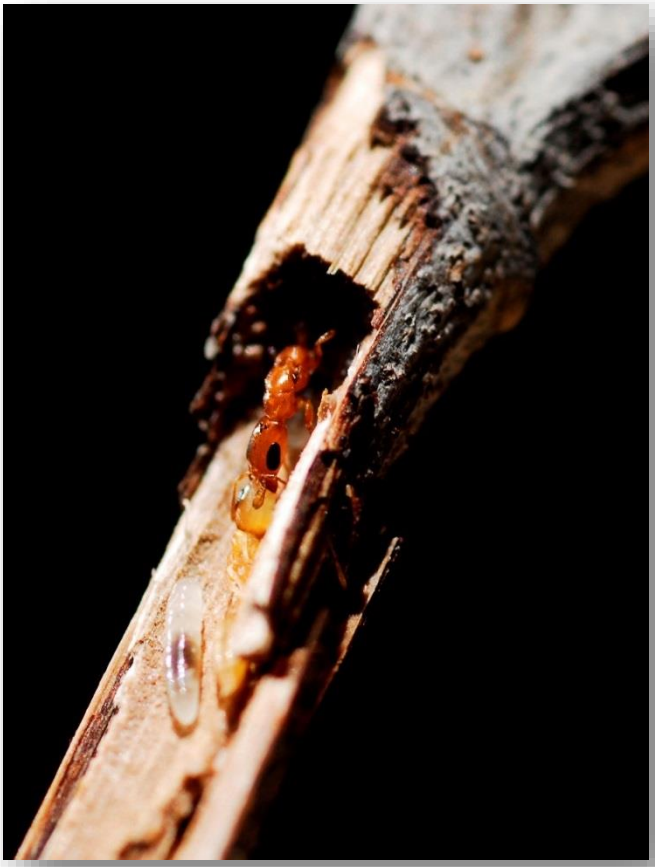
Material e Métodos 55

Área de estudo 55

Coleta de dados 57

Análises dos dados 59

Resultados 60
Discussão 64
Agradecimentos 69
Referências 70
Capítulo 3 – Formigas (Formicidae) associadas a *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae): aspectos da ecologia, morfometria dos ninhos e formas de ocupação dos ramos 77
RESUMO 77
ABSTRACT - Ants (Formicidae) associated with *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae): aspects of ecology, morphometry of nests and forms of branch occupation 77
Introdução 78
Material e Métodos 83
Área de estudo 83
Coleta de dados 88
Análise dos dados 90
Resultados e Discussão 91
Interações 91
Caracterização do material botânico e os padrões de ocupação por formigas 96
Agradecimentos 105
Considerações Finais 113
O contexto histórico da ocupação do Chaco Brasileiro para melhor entender a biodiversidade atual 113
Perspectivas do uso de estudos sobre formigas como subsídio à conservação da biodiversidade do Chaco Brasileiro 115
Referências 119
Anexos - normas das revistas para as quais os artigos serão submetidos 122
Anexo 1 – Biota Neotropica 122
Anexo 2 – Sociobiology 127
Sobre as fotos da capa e abertura 136



A Elisabeth Arndt, companheira de todas as horas;
aos nossos filhos Matheus, Camila e Mariana;
aos meus pais Jaime Ribeiro de Souza e
Adenita (Dona Santa) Rosa Britto,
amor incondicional;

ao "véi" Geraldo da Base de Estudos do Pantanal-UFMS,
parceiro de inesquecíveis cantorias
e ao grande entomólogo Luiz Onofre Irineu de Souza/UFMS
(in memoriam*);*

ao educador ambiental Marcos Sorrentino
e à amiga Zulei Bassi,

dedico.

(...)
A matéria é somente uma carcaça
Da energia — morada resoluta.
Todo ser vive à custa da labuta
De fazer, da energia, um ente vivo.
Se é verdade que tudo é relativo
Não existe verdade absoluta.

Alterando a função velocidade,
Em verdade, é o tempo que se altera.
É maior ou menor a nossa espera
Quão maior ou menor a ansiedade.
Vendo a presa escapar de outro ser vivo,
São dois tempos distintos em disputa.
Nenhum deles venceu/perdeu a luta:
Um dos tempos tornou-se intempestivo.
Se é verdade que tudo é relativo
Não existe verdade absoluta.

Um mosquito, tão frágil e magricela,
Com sua tromba derruba o samurai.
Na verdade, é um micróbio o que contrai
E, por dentro, lhe mói, lhe desmantela.
Inimigo invisível, impõe sequelas
Sem ao menos travar uma só luta.
O micróbio, sem tino e força bruta,
A seu modo é fortão, superlativo!
(...)

Se é verdade que tudo é relativo, não existe verdade absoluta (excertos de cordel)

Paulo Robson de Souza
http://paulorobsondesouza.blogspot.com.br

Agradecimentos

Abracei a Ecologia e o mundo das formigas já madurão, com 50 anos de idade e 26 como professor da UFMS. Até então, toda uma vida profissional voltada sobretudo à formação de professores de Ciências e Biologia, à extensão universitária, à educação ambiental, à divulgação científica e à fotografia de natureza como instrumento de pesquisa. Graças ao bom Deus, aos anjos, à minha Santa Luzia protetora de olhos cansados, essas novas janelas se abriram para um tempo bom!

Seria cansativo, neste tipo de trabalho, citar todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para uma importante conquista, do ponto de vista pessoal, e para a abertura de novas possibilidades e horizontes, especialmente essa tão bem vinda nova linha de pesquisa no contexto regional. Por isso – sem desmerecer o apoio, o incentivo e o carinho de tantas outras, amigos, familiares e colegas de trabalho –, restrinjo-me aqui a agradecer às pessoas que tiveram participação direta nos rumos desta tese desde o momento de concepção da primeira proposta:

Ao Dr. Yzel Rondon Suarez, pela cuidadosa, paciente e dedicada orientação.

Ao Dr. Rogério Silvestre, pela coorientação, especialmente pelo auxílio na definição da metodologia de coleta e na identificação de parte das espécies de formigas, e pelo treinamento em campo.

Ao Dr. Jacques Delabie, por disponibilizar o acesso ao Laboratório de Mirmecologia/Ceplac e pelo auxílio na identificação das formigas.

Ao Dr. Arnildo Pott, parceiro em diversos projetos e, neste trabalho, responsável pela indicação, em campo, das espécies vegetais mirmecófilas e revisão da língua inglesa.

Ao Dr. William Antonialli Júnior, cujas orientações foram determinantes para o estudo da arquitetura de ninhos de formigas em plantas mirmecófilas.

Ao Dr. Manoel Fernando Demétrio, pela sinergia em diversas atividades de campo e laboratório e incentivo nesta minha primeira aproximação ao "mundo das formigas".

Ao motorista Jorge Gonçalves e ao herpetólogo Nelson Rodrigues, companheirões em tantas atividades de campo; ao técnico Waldeir Moreschi, pela assistência e parceria no desenvolvimento de equipamentos de fotografia remota; à botânica Flávia Leme, à ecóloga Tiana Custódio, aos estagiários Edivan Moraes, Vinícius Coelho Góes, Juliana Simonato e Thiago Gussi, por sua participação nas atividades de coleta no município de Porto Murtinho;

Aos proprietários e demais pessoas que proporcionaram o acesso às áreas pesquisadas, especialmente a Srª. Maria Nilza de Araújo, Srs. Magno, Nelson, Eliane, Joelci, Daniel e colegas da Fazenda Santa Vergínia; Srs. Fernando Pavesi (Faz. Santa Helena/Retiro Palhaty), Oswaldo Ovelar (Fazenda Patolá), Carlos Heyn (Faz. Biguá), Leonor Guerrero (Faz. Flores), Nelson Cintra (Faz. Porto Conceição) e Profª. Rita de Cássia Padilha.

Ao Dr. José Milton Longo, por ter-me sugerido estudar ecologia de formigas nesse programa de doutorado; Dr. Rodiney de Arruda Mauro, pela grande contribuição na configuração da proposta inicial de tese, e Dr[a]. Camila Aoki, pelo ajuda nos primeiros procedimentos entomológicos; Drs. Josué Raizer, Gustavo Graciolli e Inara Roberta Leal, também agradeço pelas valiosas sugestões ao projeto de tese, mudando profundamente o curso do trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pela leitura crítica do manuscrito.

À Dra. Ângela B. Sartori, por ter-me apresentado pessoalmente o Chaco e por tantas parcerias realizadas em prol da conservação deste lugar maravilhoso; à Dra. Edna Scremin-Dias e Danielle Boin Borges, pelas discussões sobre a anatomia interna das plantas mirmecófilas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul: Sra. Rosilene Pereira Bejarano (secretária), Drs. Luiz Eduardo Roland Tavares e Erich Fischer (coordenadores), professores e colegas de curso.

Às estagiárias Suelen Sandim de Carvalho, Maria Luciana Zequim Colado, Edianni Marcela dos Santos (Anni), Vivian Ayumi Fujizawa Nakagava e Amanda Godoi Navaresi (Ciências Biológicas/UFMS) – meus olhos –, todo o meu reconhecimento ao seu dedicado trabalho, especialmente nas atividades de campo, nos meses e meses de triagem de milhares de formigas e preparação do material para a coleção de referência, e aos acadêmicos Juliana Saraiva e Guilherme Dias (Ciências Biológicas/UFGD), pelo auxílio na triagem dos ramos das plantas mirmecófilas.

À Fundect-MS, à Coordenadoria de Pós-graduação/PROPP/UFMS, ao Antônio Lopes (Coordenadoria de Estudos do Pantanal/PROPP/UFMS), também agradeço pelo apoio concedido, assim como ao amigo João Mianutti e os da "República do Brejão", Laine Buarque, Bhrenno Trad, Tiago Auko, Guilherme Dalponti e demais pesquisadores do Hecolab/UFGD, que me proporcionaram todo conforto e momentos agradáveis durante minhas estadias em Dourados.

Resumo Geral

O *Gran Chaco* é o único bosque seco subtropical do mundo. Considerado a segunda floresta mais extensa da América do Sul, ocorre preponderantemente na Argentina, Paraguai e Bolívia, sendo que apenas sete centésimos da sua área localizam-se no Brasil, no extremo sul da planície pantaneira, onde apresenta quatro fitofisionomias mais marcantes e diversas espécies vegetais endêmicas. Apesar de sua reconhecida importância ecológica no contexto continental, a fração brasileira do Chaco passa por sérias ameaças, como o desmatamento, e são incipientes os estudos da biodiversidade local. Entre os grupos de organismos que poderiam contribuir para o conhecimento dessa fração, incluem-se as formigas, por apresentarem muitos táxons especializados, por serem facilmente amostráveis, relativamente fiéis aos ambientes por elas requeridos e sensíveis às mudanças ambientais. Com esta preocupação, no período de outubro de 2010 a janeiro de 2013 foi realizado o presente trabalho, objetivando caracterizar as assembleias de formigas epigeicas nas principais fitofisionomias chaquenhas no município de Porto Murtinho (MS), verificar se existem diferenças espaciais na riqueza e composição de espécies, como este resultado é afetado pelos diferentes métodos de amostragem comumente utilizados e quais espécies de formigas estão associadas a mirmecófitas amplamente distribuídas na área de estudo. Como resultado desse inventário são apresentadas, por fitofisionomia e método de coleta, 218 espécies de formigas, sendo duas espécies não descritas e 31 intimamente associadas a mirmecófitas; destas, para dez espécies de formigas são apresentados aspectos da ecologia, morfometria e formas de ocupação de entrenós de *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae).

Palavras-chave: interação formiga-planta, amostragem de Formicidae, formigas epigeicas.

General Abstract

The Gran Chaco is the only subtropical dry forest of the world. Considered the second largest forest of South America, occurs mainly in Argentina, Paraguay and Bolivia, and only 7% of its area is located in Brazil, in the extreme south of the Pantanal wetland, where it presents four main types of vegetation and several endemic plant species. Despite its recognized ecological importance in the continental context, the Brazilian Chaco is under serious threat, such as deforestation, and studies on local biodiversity are incipient. Among groups of organisms which could contribute to the knowledge of this fraction, ants are included, because they posses several specialized taxa, can be easily collected, are relatively faithful to the habitats they require and sensitive to environmental changes. With this concern, from October 2010 to January 2013 we accomplished the present work, aiming to characterize epigeic ant assemblages in the main Chacoan vegetation types in the municipality of Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul State, Brazil, seeking to verify if there are space differences in species richness and composition and if this result is affected by different sampling methods usually used and which ant species are associated with widely distributed myrmecophytes in the study area. As result of this inventory for vegetation types and collection method, we present 218 ant species, two being not described species and 31 intimately associated with myrmecophytes; for ten ant species we present ecological aspects, forms of occupation and morphometry of internodes of *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae).

Keywords: Ant-plant interactions, sampling ant, epigeic ants.

Introdução Geral

Localizado na região central da América do Sul, o *Gran Chaco* ou, simplesmente, Chaco, é o único bosque seco subtropical do mundo, coberto pela mata seca contínua mais extensa desse continente (Pott et al., 2008). Com aproximadamente 850.000 km^2 e classificado como Savana Estépica (Abdon & Silva 2006, IBGE, 2012), abrange o Norte da Argentina, o Oeste do Paraguai, o Sudeste da Bolívia e uma pequena faixa no Brasil (7%), no extremo sul da planície pantaneira, município de Porto Murtinho (Fig. 1). Uma das regiões com maior biodiversidade do planeta (Redford et al. 1990; Bachmann et al., 2007), apresenta grande diversidade de ecossistemas, alta diversidade de espécies e uma taxa relativamente alta de endemismos, em comparação a outros ambientes áridos, semiáridos e subúmidos (Silva et al., 2008). Considerada a segunda região de bosques mais extensa de América do Sul, depois da Amazônia, conta com aproximadamente 3.400 espécies vegetais, o que inclui grande diversidade de plantas com características xeromórficas, tais como microfilia, espinhos abundantes, sistemas subterrâneos e troncos adaptados à seca (Pott et al, 2008; Prado, 2000). A fauna é constituída de 500 espécies de aves, 150 mamíferos, 120 répteis e 100 anfíbios (Bachmann et al., 2007), derivando daí o nome – do quíchua, "chaku" que quer dizer "território de caça", uma alusão às expedições de caça anuais, realizadas pelo império inca na região no período pré-colombiano (Pott et al., 2008).

A fração desta savana estépica localizada no Brasil, no município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (Fig. 1), faz parte da porção conhecida por Chaco Úmido ou Chaco Oriental (Delsinne, 2007), e a área ocupada pela vegetação chaquenha no Brasil faz parte da sub-região da planície pantaneira denominada Pantanal de Porto Murtinho, onde ocorrem os contatos florísticos Chaco/Cerrado, Chaco/Mata Seca, Chaco/Mata Calcária e outros, bem como extensas formações arbóreas monodominantes (Abdon & Silva, 2006). Descritivos da flora e

vegetação chaquenha no Brasil são apresentados por Prado et al. (1992), Abdon & Silva (2006), Silva (2007), Sartori (2008) e Noguchi et al. (2009).

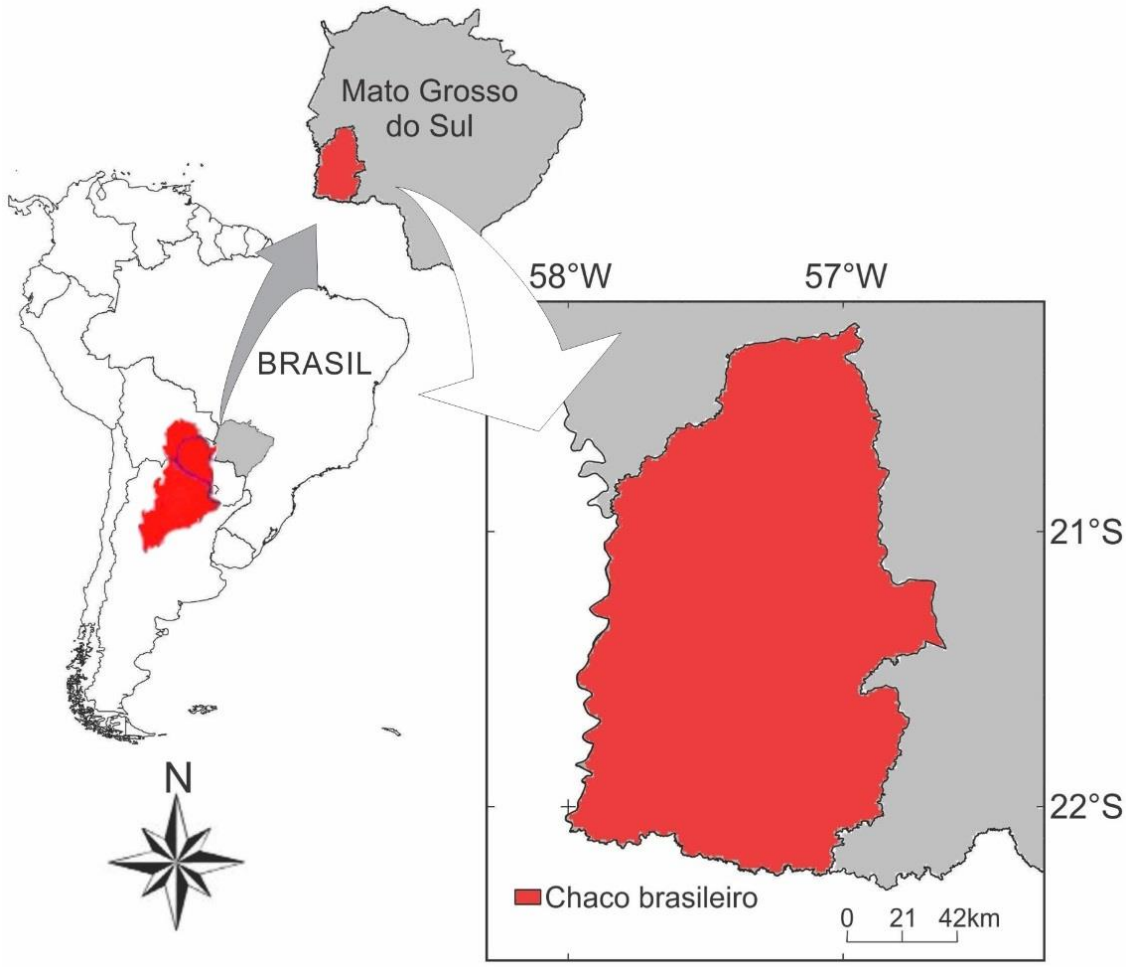


Figura 1 – Localização do Gran Chaco (em vermelho), com destaque para a porção brasileira, município de Porto Murtinho, MS.

Abdon & Silva (2006) e Silva et al. (2007) caracterizam e quantificam as fitofisionomias que compõem o Chaco Brasileiro, agrupando-as em quatro grandes categorias: Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque (carandazais e paratudais), Savana Estépica Florestada e Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa (Fig. 2).

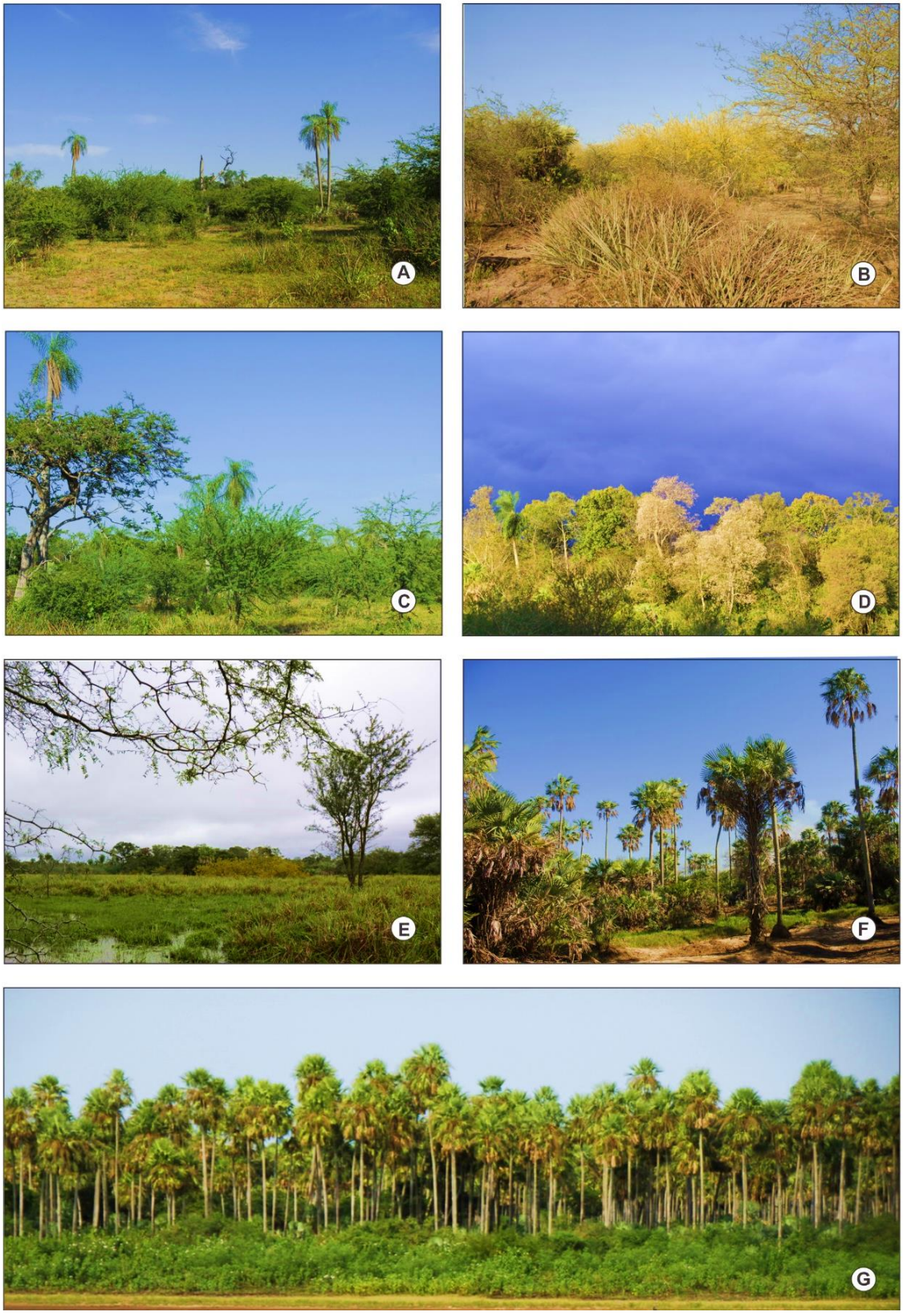


Figura 2 – Fitofisionomias típicas do Chaco Brasileiro. A, B e C: Savana Estépica Arborizada (Chaco Arborizado); D: Savana Estépica Florestada (Chaco Florestado); E: Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa (Chaco Gramíneo-lenhoso); F e G: Savana Estépica Parque/Carandazal.

Esses tipos vegetacionais básicos têm as seguintes características, segundo Abdon & Silva (2006), Pott et al. (2008) e Sartori (2008): na Savana Estépica Arborizada, tipicamente formada de ambientes abertos, há áreas com predominância de cactos e fabáceas como o verde-olivo (*Cercidium praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms), o algarobo ou pau-de-espinho (*Prosopis ruscifolia* Griseb.) e o barreiro-preto (*Prosopis rubriflora* Hassl.), conhecidas em Porto Murtinho por espinheirais, espinheiros ou barreirais. Na Savana Estépica Parque (IBGE, 2012) predominam os carandazais (agrupamento de *Copernicia alba* Morong, Arecaceae), localizados em solos calcários que margeiam o rio Paraguai, os paratudais (predominância do paratudo, *Tabebuia aurea* (Manso) Benth & Hook) ou ambos. Na Savana Estépica Florestada ou Chaco Florestado pode ocorrer o quebracho-branco (*Apidosperma quebracho-blanco* Schltdl.), o quebracho-vermelho (*Schinopsis balansae* Engl.), o pau-santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.), o labão (*Tabebuia nodosa* (Griseb.) Griseb.) e a peroba (*Aspidosperma tomentosum* Mart.). A Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa constitui-se de campos nativos (campinas) com poucos arbustos que, segundo Silva (2007), são dos tipos Campo, Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Alagado. Na região, o novateiro-preto *Triplaris gardneriana* Wedd. (Pontederiaceae) forma populações monodominantes no Campo Alagado, por suportar longos períodos de inundação (Pott & Pott, 1994).

Dentro dessas grandes fitofisionomias há manchas vegetacionais de menores proporções, com predomínio de espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas em formações monodominantes. É o caso de *Prosopis rubriflora* Hassl. (Fabaceae) sobre o "tapete" herbáceo de *Selaginella* spp. e das manchas de verde-olivo ou de caraguatás (Bromeliaceae) no Chaco Arborizado, ou da aromita *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (Fabaceae), que frequentemente ocupa áreas perturbadas.

Apesar de sua reconhecida importância ecológica no contexto continental, a fração brasileira do Chaco passa por sérias ameaças, como o desmatamento: segundo Silva (2007) e Silva et al. (2008), em 1991 a área desmatada para pastagem teve um acréscimo de 840 km^2,

totalizando 1.120 km^2 de desflorestamento. É a região é a mais afetada por desmatamento na planície pantaneira, fato agravado por ser a única que ainda apresenta porções características do Chaco no território brasileiro. Além disto, são incipientes os estudos da biodiversidade local.

Com esta preocupação, o presente trabalho teve como objetivos investigar as possíveis relações entre as formigas e as principais fitofisionomias do Chaco Brasileiro, inclusive espécies vegetais típicas do Chaco e notoriamente mirmecófilas (*Prosopis ruscifolia*, *Vachellia caven*, *Triplaris gardneriana*, dentre outras) pois, apesar do importante papel exercido pelas formigas na ciclagem da matéria (Hölldobler & Wilson, 1990) e sua notória utilidade como indicadores de biodiversidade e de perturbação ambiental (Andersen, 1997), não há amplos estudos sobre a mirmecofauna do Chaco Brasileiro com ênfase nas relações existentes entre a mirmecofauna e esta região seriamente ameaçada.

Tal escolha se deve ao fato de formigas apresentarem muitos táxons especializados, sendo facilmente amostradas e separadas em morfoespécies, e são sensíveis às mudanças relativas às condições do ambiente (Silva & Brandão, 1999). Além disso, são organismos relativamente fiéis aos ambientes requeridos por elas – devido principalmente à característica de formar colônias –, não apresentando grandes flutuações sazonais com relação à presença da espécie nas comunidades das quais fazem parte. Essas características, aliadas à ampla distribuição geográfica e à diversidade de espécies, tornam esses insetos um dos grupos mais importantes para estudos de comunidades, sobretudo nos trópicos, onde as comunidades de formigas apresentam-se com complexidade estrutural peculiar (Santos et al., 1999).

A principal hipótese que estabeleci, quando da concepção do trabalho, é que haveria diferentes padrões de distribuição espacial das espécies de formigas nas principais fitofisionomias do Chaco Brasileiro, que seriam reflexos das condições impostas principalmente pelo tipo de vegetação e sua composição florística. Assim, as três mais importantes fitofisionomias chaquenhas localizadas no município de Porto Murtinho, distintas

entre si sob vários aspectos, determinariam quali e quantitativamente atributos ambientais característicos – quanto aos tipos de recursos alimentares disponibilizados, de abrigos/microhábitats, de competição interespecífica – que, por sua vez, influenciariam diretamente a mirmecofauna local. Se, de fato, as fitofisionomias determinam esses atributos, impõem diferentes padrões de distribuição de espécies de formigas, diferentes estratégias de exploração do meio, distintos tipos de comunidades de formigas e relações espécie-especificas.

Para responder a estas questões, organizei o presente trabalho em três capítulos, sob a forma de artigos científicos. O primeiro, um inventário das espécies de formigas encontradas no Chaco Brasileiro, teve por finalidade consolidar os dados coletados na área de estudo entre outubro de 2010 e janeiro de 2013, o que inclui os dois trabalhos citados a seguir, as campanhas para testes de metodologia, as buscas ativas para documentação fotográfica de formigas em solo e vegetação e a coleta de formigas que nidificam em espinhos de *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (Fabaceae de porte arbustivo) e em galhas e espinhos de *Prosopis ruscifolia* Griseb. (Mobot, 2014), Fabaceae de porte arbóreo; estas, consideradas espécies típicas do *Gran Chaco* e amplamente distribuídas em áreas abertas não alagáveis do Chaco Brasileiro (Sartori, 2008). O segundo capítulo teve por finalidade analisar a composição de espécies de formigas epigéicas e sua abundância relativa nas três mais importantes fitofisionomias do Chaco Brasileiro – Chaco Florestado, Arborizado e Carandazal –, estabelecendo o grau de similaridade entre estas, quanto à mirmecofauna, e as possíveis similaridades com espécies de formigas citadas para quatro regiões/localidades circunvizinhas. O terceiro e último capítulo descreve a comunidade de formigas associadas a ramos do novateiro-preto, *Triplaris gardneriana* Wedd. (Polygonaceae), espécie arbórea escolhida por ser notoriamente mirmecófita e amplamente distribuída na área de estudo, em áreas alagáveis (Pott & Pott, 1994); neste, foram enfatizados os aspectos da ecologia, morfometria dos ninhos e formas de ocupação dos ramos.

Área de Estudo

Segundo Abdon & Silva (2006), a formação geológica denominada Pantanal (a planície sedimentar propriamente dita) abrange 91% da região a ser estudada, além de aluviões fluviais (5%) e morros residuais (4%). Como aproximadamente 41% da área dessa subregião são cobertos por vegetação natural da Savana Estépica ou Chaco (Abdon & Silva, 2006), conclui-se que a maior parte da vegetação chaquenha está localizada na planície sedimentar.

Abdon & Silva (2006) afirmam que áreas com inundação fraca (lâmina d'água menor que 0,5 m) ocorrem em aproximadamente 40,5% da subregião, sendo o restante não sujeito a inundações frequentes, uma vez que, no Pantanal de Porto Murtinho, não há áreas com ocorrência de inundação média (lâmina d'água entre 0,5 a 1 m) ou forte (maior que um metro).

Tendo por base imagens de satélite e outros dados disponíveis via internet (Google Earth, 2014), verifica-se que a altitude dessa planície sedimentar varia de aproximadamente 70 metros (na confluência do rio Apa com o Paraguai) a 90 metros (na borda da Serra da Bodoquena). Porém, na região há uns poucos morros residuais, como o Pão de Açúcar (505 m de altitude), além da borda do Planalto da Bodoquena, a Leste.

A região do Chaco de Porto Murtinho possui clima quente e seco na maior parte do ano (ANA, 1982). A precipitação média anual medida na cidade de Porto Murtinho entre 1966 e 1999 foi de 1.009mm. Na região os meses de outubro a março são os mais chuvosos, com picos mensais entre 100 e 170 mm (ANA, 2004).

As coletas foram realizadas em 20 localidades principais (Fig. 2) e áreas de entorno, localizadas no extremo norte, extremo sul e região intermédia do Chaco Brasileiro, de modo a contemplar remanescentes das principais fitofisionomias chaquenhas do município de Porto Murtinho e sua abrangência geográfica. Os locais, períodos e finalidade são especificados nos

três capítulos a seguir. Exceto o entorno do dique que protege a cidade de Porto Murtinho de enchentes, área urbana antropizada em adiantado processo de regeneração (caracterizado pela presença de arbustos e árvores isoladas), as coletas foram realizadas em áreas rurais com diversos graus de fragmentação.

Figura 3 – Imagens de satélite, em perspectiva, com a localização das áreas pesquisadas no Chaco em território brasileiro, município de Porto Murtinho, MS. Esquerda: localização da área de estudo, divisa Brasil–Paraguai. B: Localidades amostradas para os três artigos: 1, Chaco Florestado, faz. Porto Conceição; 2, Carandazal, faz. Biguá; 3, Carandazal, faz. Porto Conceição; 4, Carandazal, faz. Carandá de Galho; 5, Chaco Arborizado e 6, Florestado, faz. Santa Helena/Retiro Palhaty; 7, Dique da cidade de Porto Murtinho; 8, Chaco Florestado e 9, Carandazal, faz. Flores; 10, Chaco Arborizado, faz. Retiro Conceição; 11, Chaco Arborizado e 12, Chaco Florestado, faz. Patolá; 13, Chaco Florestado e, 14, Arborizado, faz. São Manoel; 15, Chaco Florestado, faz. Londrina II; 16 e 17, Carandazal, faz. Londrina II; 18 e 19, e 20, Chaco Arborizado, Chaco Florestado e Chaco Gramíneo-Lenhoso, respectivamente, localizados na faz. Sta. Vergínia. Fonte das imagens: Google Earth, 2014.

Capítulo 1

Inventário de espécies de formigas (Hymenoptera, Formicidae) no Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil

Capítulo 1 – Inventário de espécies de formigas (Hymenoptera, Formicidae) no Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil

RESUMO

Localizado no extremo sul da Bacia do Alto Paraguai, o Chaco Brasileiro, que é parte do Gran Chaco, o único bosque seco subtropical do mundo, nos últimos anos tem sofrido acelerada diminuição da vegetação natural para a formação de pastagens. Por serem as formigas excelentes indicadores ambientais, ecológicos e de biodiversidade, e por ser esta região relativamente pouco estudada, no período de outubro de 2010 a janeiro de 2013 foram feitas coletas regulares de Formicidae em 31 áreas chaquenhas localizadas no município de Porto Murtinho/MS utilizando seis métodos de amostragem. Foram registradas 218 espécies e morfoespécies de formigas, pertencentes a 58 gêneros e 11 subfamílias; destas, pelo menos duas são espécies não descritas e 31 espécies estavam intimamente associadas a plantas mirmecófilas. *Pheidole radoszkowskii* foi a espécie mais frequente e de distribuição mais ampla, seguida de *P. oxyops*, *Crematogaster crinosa* e *Pseudomyrmex denticollis*. Pelo menos 102 das espécies encontradas no Chaco Brasileiro também ocorrem no Paraguai, 49 na Caatinga, 39 no Cerrado e 28 na Serra da Bodoquena/MS.

Palavras-chave: inventário de formigas, formigas neotropicais, coleção mirmecológica, plantas mirmecófilas.

ABSTRACT - Inventory of ant species (Hymenoptera, Formicidae) in the Brazilian Chaco, municipality of Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brazil

The Brazilian Chaco, located in the extreme south of the Upper Paraguay Basin, is part of the Gran Chaco, the only subtropical dry forest of the world. In the last years the Brazilian Chaco has been under accelerated decrease of the natural vegetation for pasture formation. Because ants are excellent environmental, ecological and biodiversity indicators, and this region is relatively poorly studied, from October 2010 to January 2013 we regularly collected Formicidae in 31 Chaco vegetation areas located in the municipality of Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul State, Brazil, using six sampling methods. We found 218 species and morphospecies of ants, belonging to 58 genera and 11 subfamilies. At least two are not yet described species and 31 species were intimately associated with myrmecophilous plants. *Pheidole radoszkowskii* was the most frequent species and of wider distribution, followed by *P. oxyops*, *Crematogaster crinosa* and *Pseudomyrmex denticollis*. At least 102 species found in the Brazilian Chaco also occur in Paraguay, 49 in the Caatinga (a seasonally dry tropical forest of northeastern Brazil), 39 in Cerrado (the Brazilian savanna) and 28 in Serra da Bodoquena National Park, Mato Grosso do Sul state, Brazil (karst area located on the northeastern edge of the study area).

Keywords: ant inventories, Neotropical ants, myrmecological collection; myrmecophytes.

Trabalho formatado de acordo com as normas da revista Biota Neotropica (ver anexo); entretanto, para facilitar a leitura, tabelas, figuras e legendas não foram colocadas em páginas separadas.

INTRODUÇÃO

Formigas ocorrem em praticamente todas as regiões do globo, com exceção dos polos; ocupam abundantemente quase todos os tipos de ambientes e apresentam variedade de funções dentro dos ecossistemas e respostas rápidas às alterações ambientais (Hölldobler & Wilson 1990; Yanoviak & Kaspari 2000; Arcila & Lozano-Zambrano 2003; Barrow et al. 2006). Fazem parte dos grupos denominados hiperdiversos: são 15.052 espécies e subespécies válidas, podendo chegar a 30 mil espécies descritas (AntWeb 2014). Nos trópicos, esta alta diversidade de espécies e funções, combinada à grande biomassa e densidade populacional, fazem desses himenópteros componentes fundamentais na caracterização e manutenção da estrutura das comunidades e na ciclagem da matéria (Hölldobler & Wilson 1990, Silvestre et al. 2003, Silva & Brandão 2010).

Por esses e outros motivos, formigas podem ser úteis como indicadores ambientais (i.e, possibilitam a detecção de alterações no estado do ambiente) e indicadores ecológicos, pois podem demonstrar o impacto de um fator de estresse natural sobre a biota. Usadas como organismos indicadores de biodiversidade, podem auxiliar na predição da diversidade de táxons em uma área específica e possibilitam o monitoramento de alterações na biodiversidade local (Arcila e Lozano-Zambrano 2003).

O conhecimento da mirmecofauna do Brasil encontra-se disperso em artigos, mas podemos citar algumas das compilações e coleções de referências e inventários, entre outros trabalhos: Diehl & Albuquerque (2007), para o Rio Grande do Sul; Quinet (2007), Ulysséa & Brandão (2013), para o Nordeste. Para o Sudeste/Floresta Atlântica, Silva et al (2007); para o Centro-Oeste, Silvestre et al (2003) e a coleção "Mato Grosso do Sul", lista disponível no AntWeb (2014); para a região Norte, Vasconcelos (2007) e Baccaro & Souza (2007).

Tais características e lacunas de conhecimento justificam a realização de inventários das espécies de Formicidae em regiões relativamente pouco estudadas. Nestas, inclui-se o Chaco Brasileiro. Localizado no extremo sul da Bacia do Alto Paraguai (Abdon & Silva 2006), entre a Serra da Bodoquena e a margem esquerda do rio Paraguai, dentro dos limites da denominada Depressão Mato-Grossense-do-Sul (IBGE 2012), o Chaco Brasileiro corresponde a uma fração não superior a 7% do *Gran Chaco*, savana estépica que abrange a região central da América do Sul, cuja vegetação consiste de um mosaico de campos, florestas abertas, savanas e florestas xéricas (Redford et al. 1990).

Embora o *Gran Chaco* seja o único bosque seco subtropical do mundo, coberto pela mata seca contínua mais extensa desse continente (Pott et al. 2008) e possua alta taxa de endemismos (Redford et al.

1990; Prado 2000), a porção brasileira passa por um acelerado processo de supressão da vegetação nativa para a instalação de pastagens, redundando na perda de biodiversidade e fragmentação de habitat (Silva 2007; Silva et al. 2008). Como agravante, são poucos os estudos sistemáticos no Chaco Brasileiro que possam subsidiar políticas de conservação da sua biodiversidade, ou que venham a servir de base para detectar essa fragmentação de habitat e monitorar as alterações ambientais.

Com esta preocupação foi proposto este trabalho, o primeiro estudo sistematizado e geograficamente abrangente das formigas do Chaco Brasileiro. Teve como objetivo inventariar a mirmecofauna da vegetação chaquenha de Porto Murtinho, único município brasileiro em que ainda são encontrados remanescentes significativos do *Gran Chaco* (Silva 2007; Silva et al. 2008), bem como estabelecer, com base em dados secundários (Silvestre et al. 2012; Silvestre et al. 2003; Wild 2007; Ulysséa & Brandão 2013), as possíveis relações desta mirmecofauna com a fauna de formigas de regiões circunvizinhas.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de estudo

As coletas foram realizadas no município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (21°41'42"S, 57°52'48"W), localizado na sub-região da planície pantaneira denominada Pantanal de Porto Murtinho (Figura 1), divisa Brasil–Paraguai. O clima é quente e seco na maior parte do ano. A precipitação média anual entre 1966 e 1999 foi de 1.009mm. Os meses de outubro a março são os mais chuvosos, com picos mensais entre 100 e 170 mm (ANA 2004).

Aproximadamente 41% dessa planície sedimentar são cobertos por vegetação natural da Savana Estépica que abrange a região central da América do Sul, o *Gran Chaco* (Abdon & Silva 2006) ou Chaco, único bosque seco subtropical do mundo, coberto pela mata seca contínua mais extensa desse continente (Pott et al. 2008). Com aproximadamente um milhão de Km^2, o *Gran Chaco* ou Chaco abrange o Norte da Argentina (46%), o Oeste do Paraguai (32%), o Sudeste da Bolívia (15%) e uma pequena faixa no Brasil (7%), separada do restante pelo rio Paraguai (Redford et al. 1990; Bachmann et al. 2007). A fração desta savana estépica localizada no Brasil, o Chaco Brasileiro propriamente dito, faz parte da porção conhecida por Chaco Úmido ou Chaco Oriental (Bachmann et al. 2007).

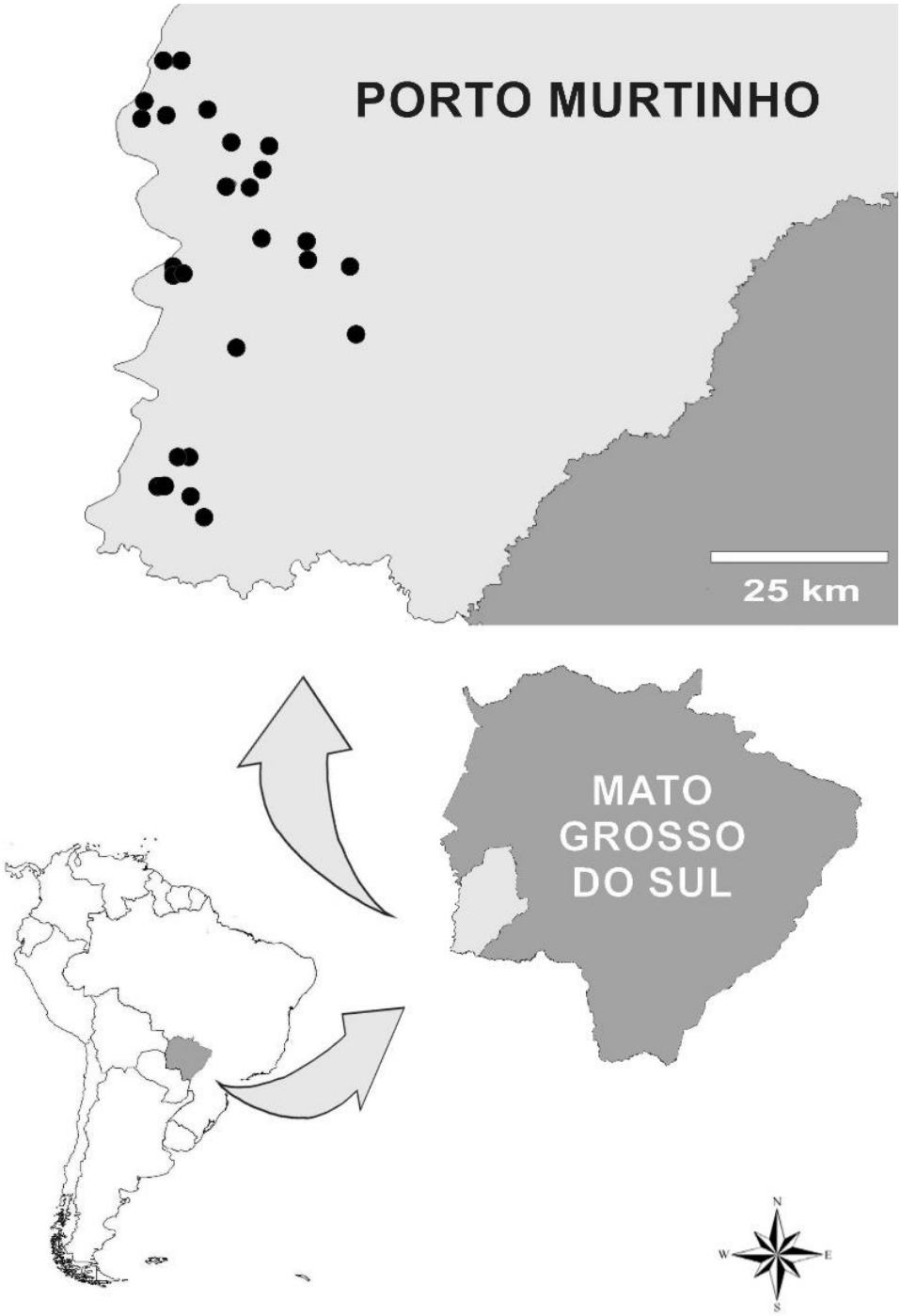


FIGURA 1 – Localização dos pontos amostrados na área de estudo, Chaco Brasileiro, Município de Porto Murtinho, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil entre Outubro/2010 e Janeiro/2013.

No município de Porto Murtinho são reconhecidos quatro fitofisionomias tipicamente chaquenhas, segundo Abdon & Silva (2006), Silva et al. (2007), Pott et al (2008) e Sartori (2008): Savana Estépica Arborizada (Chaco Arborizado), Savana Estépica Parque (carandazais e paratudais), Savana Estépica Florestada (Chaco Florestado) e Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa (Figura 2).

O Chaco Arborizado (Figura 2A) é tipicamente formado de ambientes abertos, com predominância de vegetação xérica (cactos, arbustos e árvores com espinhos, distribuídos isoladamente ou formando capões), solos pouco permeáveis e cobertos com vegetação herbácea rasteira (formada de várias espécies de Poaceae, *Selaginella* spp. e outras), com pouca ou nenhuma serapilheira e não sujeitos à inundação. É nesta fisionomia que encontramos duas espécies mirmecófitas de interesse para este trabalho: o algarobo (*Prosopis ruscifolia* Griseb.), Fabaceae de porte arbóreo (Figura 2B), e a aromita, *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger, Fabaceae de porte arbóreo mas, geralmente, arbustiva na região, sendo que ambas ocorrem também em áreas antropizadas tais como pastagens (Figura 2C) e margens de estradas vicinais, como populações juvenis recolonizando estes ambientes e indivíduos adultos remanescentes.

A Savana Estépica Parque (Figura 2D) é área aberta inundável constituída de carandazais (predominância de *Copernicia alba* Morong, Arecaceae), localizados em solos calcários pobres em serapilheira que margeiam o rio Paraguai, e de paratudais (predominância do paratudo, *Tabebuia aurea* (Manso) Benth & Hook, Bignoniaceae) ou ambos.

Na Savana Estépica Florestada ou Chaco Florestado (Figura 2E) ocorrem o quebracho-branco (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl., Apocynaceae), o quebracho-vermelho (*Schinopsis balansae* Engl., Anacardiaceae) e outras espécies arbóreas de grande porte e tipicamente chaquenhas, distribuídas de modo adensado em solo coberto de serapilheira, em meio a arbustos e lianas frequentemente formando denso sub-bosque (Figura 2F).

A Savana Estépica Gramíneo-lenhosa ou Chaco Gramíneo-lenhoso (Figura 2G) é formada de campos nativos (localmente denominadas campinas) com poucos arbustos e árvores (segundo Silva 2007, são dos tipos Campo, Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Alagado). É nos campos alagados do Chaco Gramíneo-lenhoso que frequentemente encontramos os tacurus (Figura 2G, detalhe), termo regional para agregados de montículos de origem biológica com altura de até 50 cm, aproximadamente, a depender da altura atingida pela lâmina d'água no período de cheia e tempo de formação do montículo. Em áreas de Chaco Gramíneo-lenhoso (com ou sem tacuru) e em caixas de empréstimo de beira de estrada, encontramos a mirmecófita arbórea *Triplaris gardneriana* Wedd. (novateiro-preto, Polygonaceae) formando extensas populações monodominantes (Figura 2H), por suportar longos períodos de inundação (Pott & Pott 1994), que são frequentes nessas áreas.

FIGURA 2 – Fitofisionomias, espécies vegetais e principais ambientes antropizados em que foram realizadas as coletas, Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. (A) Chaco Arborizado em período seco com *Copernicia alba*, *Parkinsonia praecox* e *Bromelia balansae* em primeiro plano (dir.), vegetação rasteira com predomínio de *Selaginella sellowii* (centro), *Prosopis rubriflora* e cactácea ao fundo; (B) *Prosopis ruscifolia* no dique da cidade (ao fundo, o rio Paraguai); (C) *Vachellia caven* em pastagem artificial; (D) carandazal; (E) Chaco Florestado; (F) aspecto do interior do Chaco Florestado, evidenciando o sub-bosque, lianas e a serapilheira; (G) Chaco Gramíneo-lenhoso; em primeiro plano, *Paspalum virgatum* sobre montículos de tacuru; no detalhe, tacuru com montículos isolados pela cheia; ao fundo, o morro Pão de Açúcar; (H) população de *Triplaris gardneriana* em Chaco Gramíneo-lenhoso.

2. Coleta e análise dos dados

Foram realizadas 10 campanhas de coletas, entre os meses de Outubro/2010 e Janeiro/2013, abrangendo aproximadamente três anos hidrológicos, sendo cinco campanhas no período de cheia e cinco na seca. Cada campanha durou de cinco a seis dias de coleta, abrangendo 31 áreas (Figura 1), de modo a contemplar remanescentes das quatro fitofisionomias chaquenhas regionais típicas no município de Porto Murtinho e ambientes antropizados: oito áreas de Chaco Florestado, seis de carandazal e cinco de Chaco Arborizado, além de quatro áreas de pastagens, três áreas em margem de estrada vicinal e duas áreas de Chaco Gramíneo-lenhoso, sendo uma assentada em extenso tacuru; foram amostradas ainda um remanescente de Chaco Florestado e duas áreas urbanas em adiantado processo de regeneração (caracterizado pela presença de arbustos e árvores isoladas), localizadas no dique de proteção às inundações construído no entorno da área urbana de Porto Murtinho (Figura 2). Os locais, tipos de ambientes, períodos de coleta e coordenadas geográficas são especificados no Apêndice 1.

Os métodos de coleta empregados variaram de acordo com a campanha e o tipo de ambiente estudado (Apêndice 1), para atender a diferentes objetivos relacionados ao estudo de assembleias de formigas, interações formigas/plantas mirmecófilas (*Prosopis ruscifolia*, *Vachellia caven* e *Triplaris gardneriana*) e ao desenvolvimento de novos métodos de coletas. Foram seis:

(1) Iscas atrativas – constituídas de cerca de 1cm^2 de sardinha conservada em óleo comestível sobre um guardanapo de papel 10x10 cm, conforme Silvestre e Brandão (2000) e Freener et al (2008). Devido ao grande número de espinhos na vegetação, danificando o guardanapo e ao pequeno diâmetro dos galhos dos arbustos nas fitofisionomias avaliadas, as iscas na vegetação foram dispostas em um frasco plástico aberto com 9 cm de diâmetro e 8,5 cm de profundidade para colocação nos arbustos, localizado aproximadamente a 1,7m do solo. Ambas iscas foram utilizadas no período diurno, com tempo de permanência de 40 a 60 minutos e empregadas ao longo de 18 transectos de 1km de comprimento cada, um por fitofisionomia/área, totalizando 700 iscas de solo e 700 iscas dispostas na vegetação. Para evitar a coleta de exemplares da mesma colônia em diferentes amostras, foi mantida a distância de 20m entre os pontos.

(2) *Pitfalls* – armadilhas de queda constituídas de frasco de polipropileno com 9 cm de diâmetro e 8,5 cm de profundidade, contendo aproximadamente 100 ml de água com aproximadamente 0.1% de detergente comercial; foram enterradas ao nível do solo, distantes 20m entre si, e expostas pelo período

de 24 horas (adaptado de Belstelmeyer et al. 2000). Foram utilizadas 25 ou 50 *pitfalls* por transecto de mil metros, a depender da dimensão da área estudada, totalizando 575 amostras e 16 transectos, um por fitofisionomia/área; destes, 13 tiveram trajetos e datas coincidentes com os das iscas, que foram mantidas de 2 a 5m de distância dos pitfalls, e três fitofisionomias foram amostradas somente com *pitfalls*.

(3) Mini-extrator de Winkler – método utilizado somente em uma área florestal classificada como Chaco Florestado, por ser a única das fitofisionomias chaquenhas que acumula serapilheira. Adaptado do protocolo Ants of the Leaf Litter (ALL, conforme descrição de Agosti & Alonso 2000), nessa área (Apêndice 1) foram examinadas 25 amostras de $1m^2$ de serapilheira em outubro de 2010.

(4) Busca ativa em plantas – foram coletados fragmentos vegetais vivos com o objetivo de estudar a ocupação de plantas mirmecófilas por formigas para a formação de ninhos. Foram examinados 895 espinhos de *Vachellia caven* (Fabaceae) procedentes de 56 arbustos; 88 galhas e 450 espinhos de *Prosopis ruscifolia* (Fabaceae), provenientes de seis e 30 árvores, respectivamente; e 157 ramos de 1,2 m de comprimento médio de *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae), provenientes de 157 plantas agrupadas em sete populações distintas. Este método resultou em 1590 amostras examinadas.

(5) Busca ativa em solo – feita de modo aleatório, para fotografar espécies de formigas e seus ninhos no ambiente natural.

(6) Armadilha eletrônica ou dispositivo automático programável de captura em dossel – usada para captura de formigas de modo programável, remoto e automático, desenvolvida especialmente para inventariar a mirmecofauna nas copas de altas árvores nos períodos diurno e noturno. Depois de colocar a isca e programar a abertura e o fechamento, a armadilha é içada à copa da árvore por meio de um cabo. Em três campanhas de coleta foram inventariadas 30 árvores.

Todas as amostras de formigas foram devidamente identificadas e acondicionadas em eppendorf previamente identificados e contendo álcool etílico comercial 95%, para posterior triagem. A preparação, montagem em alfinete entomológico e morfotipagem foram realizadas sob estereomicroscópio.

A identificação preliminar do material alfinetado foi realizada com base em Bolton (2003), Wild (2007), RBINS Ant E-museum Paraguay Collections (2013) e AntWeb (2014), entre outras, para posterior confirmação da identificação por especialistas (Dr. Rogério Silvestre/UFGD e Dr. Jacques Delabie/Ceplac). Exemplares testemunho foram depositados no Laboratório de Ecologia de Hymenoptera – Hecolab/UFGD e Laboratório de Mirmecologia/Ceplac.

Para verificar a similaridade entre a mirmecofauna do Chaco Brasileiro e a das regiões circunvizinhas, foram considerados quatro trabalhos robustos de compilação de dados secundários e/ou de levantamentos de campo de Formicidae. Para a Serra da Bodoquena (MS), que é a borda leste do Chaco Brasileiro (IBGE, 2012), este trabalho foi confrontado ao de Silvestre et al (2012), que estudaram oito áreas florestais com extratores de Winkler, totalizando 262 amostras. O comparativo se estende para as formigas inventariadas no Paraguai, cuja fronteira com o Brasil na área de estudo, o rio Paraguai, é de aproximadamente 99,6 km de extensão (Google Earth 2014); para este trabalho foi considerada a consulta a referências e coleções e os levantamentos de campo feitos por Wild (2007). O terceiro trabalho, Silvestre et al. (2003), detém-se no levantamento de formigas do Cerrado de sete localidades: duas em São Paulo, quatro em Goiás e uma no Distrito Federal. Por fim, consideramos o levantamento que Ulysséa e Brandão (2013) fizeram para a Caatinga (NE brasileiro), resultante da compilação de 28 publicações disponíveis na literatura, do exame da coleção do Laboratório de Mirmecologia da UEFS e do estudo de 150m^2 de serapilheira de caatinga arbórea localizada no município de Milagres (Ba). A Caatinga foi incluída nesta análise comparativa porque, embora não seja circunvizinha à área estudada, é biogeograficamente interessante pois, segundo a Teoria do Arco Pleistocênico (Prado, 2000), as duas regiões eram contíguas no Pleistoceno; esta ausência de barreiras geográficas ou climáticas em um passado relativamente recente poderia explicar, em parte, as mirmecofaunas encontradas nas duas regiões.

Entretanto, para responder se existe diferença na composição de espécies entre as cinco regiões citadas, foram desconsiderados os morfotipos, morfoespécies, espécies *affinis* e similares (citações não completamente determinadas ao nível de espécie) citados neste trabalho e nas quatro referências aqui consideradas.

Para a análise de similaridade entre o Chaco Brasileiro, regiões circunvizinhas e a Caatinga, ao desconsiderarmos as morfoespécies, o número de ocorrências listadas para a Serra da Bodoquena/MS (Silvestre et al. 2012) foi reduzido de 170 espécies e morfoespécies para 50 espécies descritas; para o Chaco Brasileiro (este trabalho), as ocorrências caíram de 218 para 120; para o Cerrado (Silvestre et al. 2003), de 111 para 80; para o Paraguai, contabilizamos 425 espécies descritas, das 542 ocorrências citadas por Wild (2007); para a Caatinga (Ulysséa & Brandão 2013), contabilizamos 168, das 185 ocorrências citadas. Os cinco trabalhos totalizaram 529 táxons determinados ao nível de espécie e 843 ocorrências.

Desta forma, a ocorrência das espécies foi utilizada para construir um dendrograma de similaridade, utilizando o coeficiente de Jaccard e método de ligação pelas médias não ponderadas (UPGMA). O valor mínimo de correlação cofenética (0.75) foi utilizado como limite para inferir a eficiência do método em descrever a similaridade entre os locais, de acordo com McGarigal et al. (2000).

RESULTADOS

Foram inventariadas 218 espécies e morfoespécies de Formicidae para o Chaco Brasileiro (Tabela 1), pertencentes a 58 gêneros, 24 tribos e 11 subfamílias. Destas, 136 espécies (62.4%) são acréscimos ao inventário realizado em parte da região por Demétrio, Souza e Silvestre (Biota Neotropica, no prelo).

As subfamílias representadas foram Myrmicinae, com 110 espécies (50.5%), Formicinae, com 31 (14.2%), Ponerinae, com 23 (10.6%), Dolichoderinae, com 22 (10.1%) e Pseudomyrmecinae, com 13 espécies (6.0%). Para Ecitoninae e Ectatomminae, foram seis espécies cada (2.8%). Para Amblyoponinae foram três espécies (1.4%), duas para Cerapachyinae (0.9%) e apenas uma espécie (0.5%) para as subfamílias Paraponerinae e Heteroponerinae.

Dos 58 gêneros representados, os que apresentaram maior número de espécies foram *Pheidole*, com 20 (9.2%), *Solenopsis* (17/7.8%), *Camponotus* (16/7.3%), *Pseudomyrmex* (12/5.5%), *Cephalotes* e *Crematogaster* (11 cada, ou 5.5%). *Pachycondyla* apresentou nove espécies; *Brachymyrmex*, sete espécies; *Acromyrmex*, *Cyphomyrmex* e *Hypoponera*, seis espécies cada. Quarenta e sete gêneros estão representados no Chaco Brasileiro por até cinco espécies; destes, 22 (37.9%) estão representados por única espécie e 10 (17.2%) por duas.

Dez espécies tiveram frequência superior a 80 registros, de um total de 2.623: *Pheidole radoszkowskii* (282/10.8%), *Pheidole oxyops* (139/5.3%), *Crematogaster crinosa* (123/4.7%), *Pseudomyrmex denticollis* (108/4.1%), *Ectatomma permagnum* (98/3.7%), *Solenopsis* sp. 1 (97/3.7%), *Camponotus crassus* (93/3.5%), *Pheidole vafra* (85/3.2%), *Solenopsis* sp. 7 (83/3.2%) e *Dorymyrmex bicolor* (80/3.0%).

Foram 46 as espécies registradas uma única vez (*singletons*), o que representa 21.1% das 218 espécies coletadas no Chaco Brasileiro.

Das espécies amplamente distribuídas no Chaco Brasileiro, destacaram-se: *Pheidole radoszkowskii*, que ocorreu em 14 das 31 áreas; *Camponotus crassus* ocorreu em 13, seguida de

Ectatomma permagnum e *Crematogaster crinosa*, que ocorreram em 12 áreas. Ocorreram em nove a 11 áreas: *Pheidole vafra*, *Odontomachus meinerti*, *Pseudomyrmex denticollis*, *Pheidole oxyops*, *Ectatomma edentatum*, *Camponotus melanoticus* e *Wasmannia auropunctata*. Contudo, essa distribuição está subestimada, porque em 13 áreas (Apêndice 1) foram feitas apenas buscas ativas em mirmecófitas: foram registradas 31 espécies (Tab. 1) abrigando ou nidificando em espinhos de *Vachellia caven* (Fabaceae), galhas e espinhos de *Prosopis ruscifolia* (Fabaceae) e ramos *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae).

Ao menos duas espécies não descritas foram encontradas, sendo uma para o gênero *Cephalotes*, outra para o gênero *Gracilidris* e 99 táxons (45.4%) não tiveram a identificação determinada ao nível de espécie, o que pode aumentar o número de espécies não descritas.

Das fitofisionomias inventariadas, o Chaco Florestado é a que possui maior riqueza acumulada de Formicidae: foram 162 espécies encontradas, contra 84 do Chaco Arborizado e 74 do carandazal. Nos ambientes antropizados foram encontradas 25 espécies; no Chaco Gramíneo-lenhoso, 18 (Tab. 1).

TABELA 1 – Espécies e morfoespécies de formigas coletadas (n = 218) e métodos de coletas utilizados em 31 áreas amostradas no Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, entre outubro de 2010 a janeiro de 2013. AED= armadilha eletrônica de controle remoto de captura em dossel (dispositivo automático programável); BAP = busca ativa em plantas (domácias e galhas); BAS= busca ativa em solo; IS = isca sobre o solo; Veg = isca sobre vegetação; Pit = *pitfall*; Wk = mini-extrator de Winkler. Ambientes: Flo = Chaco Florestado; Arb = Chaco Arborizado; Car = carandazal; Gra = Chaco Gramíneo-lenhoso; Ant = ambientes rurais antropizados (pastagens, árvores isoladas). (*) = espécies coletadas em outubro de 2010 e citadas por Demétrio, Souza & Silvestre (Biota Neotropica, no prelo).

	Espécies	**Métodos**	**Ambientes**					**Acréscimos a Demétrio et al** (Biota Neotropica, no prelo)
			Arb	Car	Flo	Gra	Ant	
Amblyoponinae								
Amblyoponini								
	Amblyopone armigera Mayr, 1887 (*)	Wk			x			
	Amblyopone sp.1 (*)	Wk			x			
	Prionopelta cf. *marthae*	Pit	x		x			x
Cerapachyinae								
Acanthostichini								
	Acanthosticus brevicornis Emery, 1894 (*)	BAS			x			
Cerapachyini								
	Cerapachys splendens Borgmeier, 1957 (*)	Wk			x			
Dolichoderinae								
Dolichoderini								
	Dolichoderus lujae Santschi, 1923	AED BAP		x		x	x	x
	Dolichoderus lutosus (F. Smith, 1858) (*)	Wk			x			
	Dolichoderus bispinosus (Olivier, 1792) (*)	AED Pit			x			
	Dorymyrmex bicolor Wheeler, 1906	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Dorymyrmex thoracicus Gallardo, 1916 (*)	Wk			x			
	Dorymyrmex exsanguis Forel, 1912	IS Pit	x	x	x			x
	Dorymyrmex brunneus (Forel, 1908)	IS Pit	x					x
Leptomyrmecini								
	Azteca aff. *Constructor*	AED BAP IS Veg Pit	x	x	x	x		x
	Azteca alfari Emery, 1893 (*)	Wk			x			
	Forelius sp.	IS Veg Pit	x					x
	Gracilidris pombero Wild & Cuezzo, 2006 (*)	Pit		x	x			

	Gracilidris sp.n	Veg			x			x
	Linepithema micans (Forel 1908)	BAP IS Pit	x	x				x
	Linepithema pulex Wild 2007	IS Pit	x	x	x			x
	Linepithema humile (Mayr 1868) (*)	Pit			x			
	Linepithema sp. 1	Pit	x					x
	Linepithema sp. 2	Pit			x			x
Tapinomini								
	Tapinoma melanocephalum (Fabricius 1793) (*)	IS Pit	x		x			
	Tapinoma sp. 1	IS			x			x
	Tapinoma sp. 2	BAP					x	x
	Tapinoma sp. 3	BAP					x	x
	Tapinoma sp. 4	BAP					x	x
Ecitoninae								
Ecitonini								
	Eciton burchelli (Westwood 1842)	Pit	x		x			x
	Eciton mexicanum Roger 1863	BAS			x			x
	Labidus coecus (Latreille, 1802) (*)	Wk			x			
	Labidus praedator (F. Smith 1858) (*)	IS Pit	x	x	x			
	Neivamyrmex goeldii (Forel 1901) (*)	IS Pit Wk	x		x			x
	Nomamyrmex esenbeckii (Westwood 1842)	Pit	x					x
Ectatomminae								
Ectatommini								
	Ectatomma brunneum (F. Smith, 1858) (*)	IS Veg Pit	x	x	x			
	Ectatomma edentatum Roger 1863	IS Pit	x	x	x			x
	Ectatomma opaciventre (Roger, 1861)	Pit			x			x
	Ectatomma tuberculatum (Olivier 1792) (*)	Veg	x					
	Ectatomma permagnum Forel 1908 (*)	IS Veg Pit	x	x	x			
	Gnamptogenys striatula Mayr, 1884 (*)	Wk			x			
Formicinae								
Camponotini								
	Camponotus bonariensis Mayr 1868	Pit			x			x
	Camponotus borelli Emery 1894	Pit	x					x
	Camponotus crassus Mayr 1862 (*)	AED IS Veg Pit	x	x	x		x	
	Camponotus crispulus Santschi 1922 (*)	IS Veg Pit	x	x	x			
	Camponotus hispidus Emery 1906	Pit			x			x
	Camponotus leydigi Forel 1886	Veg Pit	x		x			x
	Camponotus melanoticus Emery 1894	AED IS Veg Pit	x	x	x		x	x
	Camponotus pellitus Mayr 1862	BAP IS Veg Pit	x		x	x		x
	Camponotus punctulatus Mayr 1868	Pit	x					x
	Camponotus renggeri Emery 1894 (*)	AED IS Pit	x	x	x		x	

	Camponotus rufipes (Fabricius 1775) (*)	AED Pit	x				x	
	Camponotus sexguttatus Fabricius, 1793	BAP Pit		x	x	x		x
	Camponotus termitarius Emery, 1902 (*)	IS Pit	x		x			
	Camponotus sp. 1	Pit	x					x
	Camponotus sp. 2	Pit			x			x
	Camponotus sp. 3	Pit			x			x
Plagiolepidini								
	Brachymyrmex patagonicus Mayr 1868	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Brachymyrmex sp. 1	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Brachymyrmex sp. 2	Pit			x			x
	Brachymyrmex sp. 3	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Brachymyrmex sp. 4	IS		x	x			x
	Brachymyrmex sp. 5	IS Pit		x	x			x
	Brachymyrmex sp. 6	Pit			x			x
	Myrmelachista sp. 1	BAP			x			x
	Myrmelachista sp. 2	BAP				x	x	x
	Nylanderia fulva (Mayr, 1862) (*)	BAS		x		x		
	Nylanderia sp. 1	AED IS Pit	x		x			x
	Nylanderia sp. 2	AED IS Pit		x	x			x
	Nylanderia sp. 3	Pit		x	x			x
	Nylanderia sp. 4	AED			x			x
	Paratrechina longicornis (Latreille, 1802) (*)	Wk			x			
Heteroponerinae								
Heteroponerini								
	Acanthoponera mucronata (Roger, 1860)	Pit			x			x
Myrmicinae								
Attini								
	Acromyrmex subterraneus (Forel, 1893) (*)	Pit	x	x				
	Acromyrmex subterraneus brunneus Forel, 1912	BAS	x					x
	Acromyrmex rugosus (F. Smith, 1858)	Pit	x		x			x
	Acromyrmex sp. 1	Pit	x					x
	Acromyrmex sp. 2	Pit	x		x			x
	Acromyrmex sp. 3	BAS	x					x
	Atta saltensis Forel, 1913 (*)	Pit	x	x	x			
	Cyphomyrmex rimosus (Spinola 1851)	Pit	x	x	x			x
	Cyphomyrmex sp. 1	Pit			x			x
	Cyphomyrmex sp. 2	Pit		x				x
	Cyphomyrmex (gr. *rimosus*) sp. 1 (*)	Wk			x			
	Cyphomyrmex (gr. *rimosus*) sp. 2 (*)	Wk			x			

	Cyphomyrmex (gr. *strigatus*) sp. 2 (*)	Wk			x			
	Kalathomyrmex emeryi Forel, 1907	Pit	x	x				x
	Mycocepurus goeldii (Forel 1893) (*)	Pit			x			
	Mycetosoritis sp. (*)	Wk			x			
	Myrmicocrypta sp. 1 (*)	Wk			x			
	Trachymyrmex urichii Forel, 1893	IS			x			x
	Trachymyrmex sp. 1 (*)	Wk			x			
	Trachymyrmex sp. 2 (*)	Wk			x			
Blepharidattini								
	Blepharidata conops Kempf, 1967 (*)	IS Pit	x					
	Wasmannia auropunctata (Roger 1863) (*)	IS Veg Pit	x	x	x			
	Wasmannia sp. 1 (*)	Wk			x			
	Wasmannia sp. 2 (*)	Wk			x			
Cephalotini								
	Cephalotes atratus (Linneaus 1758) (*)	AED IS Veg			x			
	Cephalotes borgmeieri (Kempf 1951) (*)	AED IS Veg Pit	x	x	x		x	
	Cephalotes depressus (Klug 1824)	BAP Pit			x	x	x	x
	Cephalotes pusillus (Klug 1824) (*)	AED BAP Veg Pit	x	x	x		x	
	Cephalotes minutus (Fabricius 1804) (*)	BAP Veg Pit	x	x		x		
	Cephalotes persimilis De Andrade, 1999	BAP Pit			x		x	x
	Cephalotes incertus (Emery 1906)	BAP BAS	x			x		x
	Cephalotes jheringi (Emery 1894)	BAP				x	x	x
	Cephalotes guayaki De Andrade & Baroni Urbani, 1999	BAP					x	x
	Cephalotes pellans (De Andrade, 1999)	BAP Veg		x		x	x	x
	Cephalotes sp n	BAP				x	x	x
	Procryptocerus attenuatus Smith, 1876 (*)	BAP				x		
Crematogastrini								
	Crematogaster bruchi Forel 1912	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Crematogaster crinosa Mayr 1862	AED IS Veg Pit	x	x	x			x
	Crematogaster curvispinosa Mayr 1862 (*)	IS Veg Pit			x			
	Crematogaster distans Mayr, 1870	BAP			x			x
	Crematogaster quadriformis Roger 1863	IS Pit	x		x			x
	Crematogaster stolli Forel, 1884	AED BAP					x	x
	Crematogaster victima F. Smith 1858	AED BAP IS Veg Pit		x	x		x	x
	Crematogaster sp. 1	IS Pit		x	x			x
	Crematogaster sp. 2	IS Pit		x	x			x
	Crematogaster sp. 3	Veg		x				x
	Crematogaster sp. 4	IS Pit			x			x
Dacetini								
	Basiceros balzani (Emery, 1894) (*)	Wk			x			
	Basiceros iheringi (Emery, 1888) (*)	Wk			x			

	Basiceros sp. 1 (*)	Wk			x			
	Strumigenys eggersi (Emery 1890) (*)	Pit Wk	x		x			
	Strumigenys sp. 1 (*)	Wk			x			
	Strumigenys sp. 2 (*)	Wk			x			
Formicoxenini								
	Nesomyrmex spininodis (Mayr 1887)	BAP BAS	x			x	x	x
	Nesomyrmex asper Mayr, 1887	BAP BAS Pit	x		x		x	x
	Ochetomyrmex sp.	Pit			x			x
Myrmicini								
	Hylomyrma aff. *balzani*	Pit		x				x
	Pogonomyrmex micans Forel 1914	IS Pit	x					x
	Pogonomyrmex naegelli Emery, 1878	Pit	x					x
	Pogonomyrmex uruguayensis Mayr 1887	BAS	x		x		x	x
Pheidolini								
	Pheidole cornicula Wilson 2003	IS			x			x
	Pheidole oxyops Forel 1908 (*)	IS Veg Pit	x	x	x			
	Pheidole sp. prox. *subarmata*	IS Pit		x	x			x
	Pheidole gigaflavens Wilson 2003	IS Pit		x	x			x
	Pheidole jelskii Mayr 1884	IS Veg		x	x			x
	Pheidole gertrudae Forel, 1886 (*)	BAS			x			
	Pheidole transversostriata Mayr, 1887	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Pheidole scapulata Santschi 1923	IS Pit		x	x			x
	Pheidole spininodis Mayr 1887	IS Pit	x	x	x			x
	Pheidole radoszkowskii Mayr 1884	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Pheidole flavens Roger 1863	IS Veg Pit		x	x			x
	Pheidole vafra Santschi 1923	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Pheidole vallifica Forel 1901	IS		x				x
	Pheidole sp. 1	IS			x			x
	Pheidole sp. 2	IS Pit	x	x	x			x
	Pheidole sp. 3	IS	x	x				x
	Pheidole sp. 4	IS		x				x
	Pheidole sp. 5	Pit	x		x			x
	Pheidole sp. 6	IS		x				x
	Pheidole sp. 7	AED			x			x
Solenopsidini								
	Carebara sp. 1	Pit			x			x
	Carebara sp. 2	Pit			x			x
	Carebara sp. 3	Pit			x			x
	Carebara sp. 4	IS Pit			x			x
	Megalomyrmex sp.	IS Pit	x		x			x

	Megalomyrmex wallacei Mann, 1916 (*)	Wk			x			
	Monomorium floricola Jerdon, 1851 (*)	Wk			x			
	Oxyepoecus sp. 1	Pit		x	x			x
	Oxyepoecus sp. 2	Pit	x					x
	Oxyepoecus sp. 3	Pit			x			x
	Solenopsis invicta Buren 1972 (*)	IS Pit	x	x	x			
	Solenopsis sp. 1	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 2	Pit			x			x
	Solenopsis sp. 3	IS Pit	x					x
	Solenopsis sp. 4	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 5	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 6	IS	x					x
	Solenopsis sp. 7	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 8	IS		x				x
	Solenopsis sp. 9	IS Pit	x					x
	Solenopsis sp. 10	IS Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 11	IS Pit	x	x	x			x
	Solenopsis sp. 12	IS Pit		x				x
	Solenopsis sp. 13	Pit			x			x
	Solenopsis sp. 14	BAP				x		x
	Solenopsis sp. 15	AED			x			x
	Solenopsis sp. 16	IS	x					x
Stenammini								
	Rogeria alzatei Kugler, 1994 (*)	Wk			x			
	Rogeria lirata Kugler, 1994 (*)	Wk			x			
	Rogeria sp. 1 (*)	Wk			x			
Paraponerinae								
Paraponerini								
	Paraponera clavata (Fabricius, 1775) (*)	BAS			x			
Ponerinae								
Ponerini								
	Anochetus neglectus Emery, 1894 (*)	Pit Wk			x			
	Anochetus diegensis Forel, 1912 (*)	Wk			x			
	Dinoponera australis Emery, 1901 (*)	BAS			x			
	Hypoponera sp.	Pit			x			x
	Hypoponera sp. 1 (*)	Wk			x			
	Hypoponera sp. 2 (*)	Wk			x			
	Hypoponera sp. 3 (*)	Wk			x			
	Hypoponera sp. 4 (*)	Wk			x			
	Hypoponera sp. 7 (*)	Wk			x			
	Leptogenys sp. 1 (*)	Wk			x			

	Leptogenys sp. 2	Pit			x			x
	Odontomachus bauri Emery 1892 (*)	Pit Wk	x		x			
	Odontomachus chelifer (Latreille, 1802) (*)	Wk			x			
	Odontomachus meinerti Forel 1905 (*)	IS Pit Wk	x	x	x			
	Pachycondyla bucki (Borgmeier, 1927) (*)	Wk			x			
	Pachycondyla harpax (Fabricius 1804) (*)	IS Pit Wk			x			
	Pachycondyla marginata (Roger 1861) (*)	IS Pit Wk	x		x			
	Pachycondyla rostrata Emery, 1890	Pit			x			x
	Pachycondyla striata (Smith F., 1858) (*)	Wk			x			
	Pachycondyla verenae (Forel, 1922) (*)	Wk			x			
	Pachycondyla villosa (Fabricius 1804) (*)	Veg Wk			x			
	Pachycondyla sp. 1 (*)	Wk			x			
	Pachycondyla sp. 2 (*)	Wk			x			
Platythyreini								
	Platythyrea pilosula Smith, 1858	Pit			x			x
Pseudomyrmecinae								
Pseudomyrmecini								
	Pseudomyrmex acanthobius (Emery 1896) (*)	BAP Pit		x		x	x	
	Pseudomyrmex denticollis (Emery 1890)	IS Veg Pit	x	x	x			x
	Pseudomyrmex euryblemma (Forel 1899)	Pit		x				x
	Pseudomyrmex cf. *rufiventris*	Veg		x				x
	Pseudomyrmex termitarius (Smith F., 1855) (*)	BAS		x				
	Pseudomyrmex tenuis (Fabricius 1804)	Pit			x			x
	Pseudomyrmex gracilis (Fabricius 1804) (*)	BAP IS Veg	x	x	x		x	
	Pseudomyrmex sp. 1	Veg Pit	x	x				x
	Pseudomyrmex sp. 2	Veg			x			x
	Pseudomyrmex (grupo *pallidus*) sp. 1	BAP					x	x
	Pseudomyrmex (gr. *pallidus*) sp.2	BAP				x		x
	Pseudomyrmex (gr. *pallidus*) sp.3	BAP				x		x
	Riqueza acumulada		**84**	**74**	**162**	**18**	**25**	**136**

As análises de similaridades entre as assembleias de formigas das fitofisionomias Chaco Florestado, Chaco Arborizado e Carandazal, dos registros padronizados (iscas e pitfalls) no Chaco Brasileiro, e entre as ocorrências de espécies inventariadas neste trabalho e as da Serra da Bodoquena/MS (Silvestre et al. 2012), do Cerrado (Silvestre et al. 2003), do Paraguai (Wild 2007) e da Caatinga (Ulysséa & Brandão 2013), excluídos os táxons não determinados ao nível específico, indicam que o conjunto de

espécies encontrado na Serra da Bodoquena/MS difere (correlação cofenética r=0,86) dos demais conjuntos de espécies aqui considerados: Chaco Brasileiro, Cerrado, Paraguai e Caatinga.

As regiões que diferiram da Serra da Bodoquena neste comparativo formam grupos distintos, indicando que o conjunto de espécies descritas, das que compõem a mirmecofauna inventariada no Chaco Brasileiro, é mais próximo ao conjunto de espécies do Paraguai, as mirmecofaunas do Chaco Brasileiro e Chaco Paraguaio, por sua vez, seriam mais próximas da mirmecofauna da Caatinga, estando a mirmecofauna do Cerrado mais distantes destes conjuntos (Figura 3).

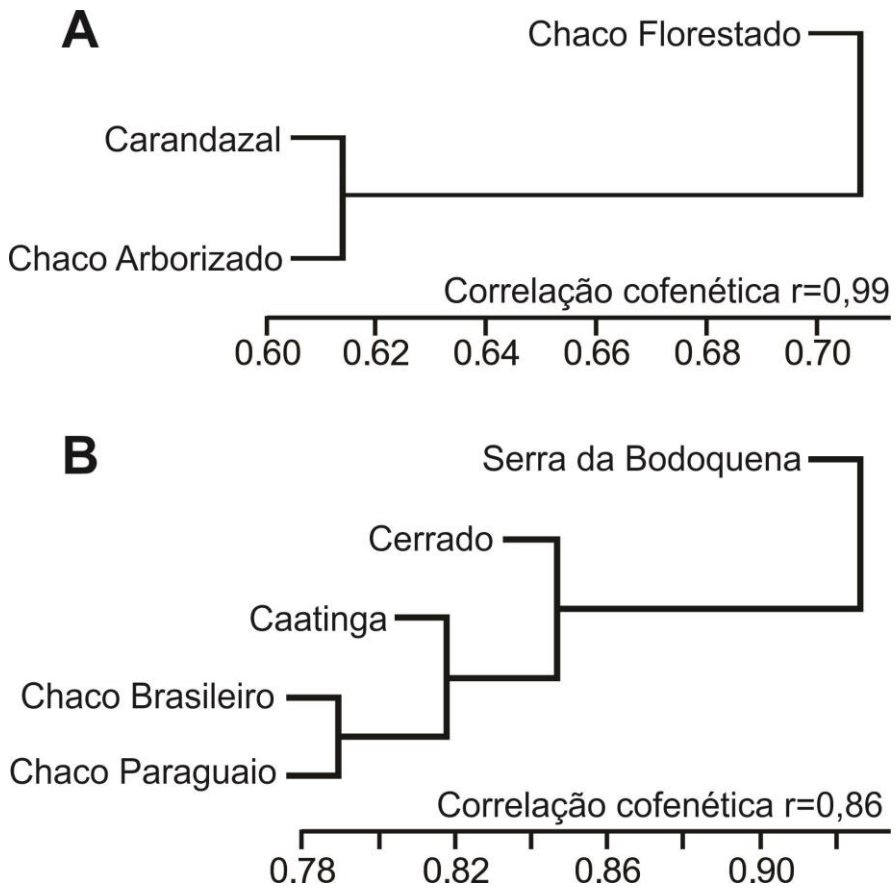


FIGURA 3 – Correlação entre (A) as assembleias de formigas das fitofisionomias Chaco Florestado, Chaco Arborizado e Carandazal, dos registros padronizados (iscas e pitfalls), Chaco Brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil, e (B) entre as ocorrências de espécies inventariadas no Chaco Brasileiro (Porto Murtinho, este trabalho), Serra da Bodoquena/MS (Silvestre et al. 2012), Cerrado (Silvestre et al. 2003), Paraguai (Wild 2007) e Caatinga (Ulysséa & Brandão 2013). Em (B) foram omitidas as morfoespécies e outras citações não definidas ao nível de espécie nestes trabalhos.

Ao confrontarmos as listas das espécies que ocorrem no Chaco Brasileiro (Porto Murtinho, este trabalho), Serra da Bodoquena/MS (Silvestre et al. 2012), Cerrado (Silvestre et al. 2003), Paraguai (Wild 2007) e Caatinga (Ulysséa & Brandão 2013), desconsiderados os táxons não determinados a nível específico, contabilizamos 11 espécies ocorrendo nas cinco regiões: *Azteca alfari*, *Camponotus crassus*, *Cephalotes atratus*, *Ectatomma brunneum*, *E. edentatum*, *Gnamptogenys striatula*, *Odontomachus bauri*, *O. chelifer*, *Paratrechina longicornis*, *Pseudomyrmex gracilis* e *Wasmannia auropunctata*. Estas seriam, portanto, consideradas formigas amplamente distribuídas, minimamente desde a Caatinga até o Paraguai.

No âmbito dos trabalhos analisados (Silvestre et al. 2012; Silvestre et al. 2003; Wild 2007 e Ulysséa & Brandão 2013), foram oito as espécies encontradas exclusivamente no Chaco Brasileiro (i.e, 6.7% das 120 citações determinadas a nível específico para o Chaco Brasileiro): *Amblyopone armigera*, *Basiceros iheringi*, *Crematogaster stolli*, *Dolichoderus lujae*, *Dorymyrmex bicolor*, *Pachycondyla rostrata*, *Pheidole transversostriata* e *Trachymyrmex urichii*. Dessas 120 espécies, 18 (15.0%) não foram citadas para o Paraguai, 92 (76.7%) para a Serra da Bodoquena, 81 (67.5%) para sete áreas de Cerrado e 71 (59.2%) não o foram para a Caatinga. Contudo, tal resultado não significa que elas não possam ocorrer nas regiões citadas, já que os métodos de coleta diferem entre os trabalhos aqui referenciados e o comparativo se restringe às localidades citadas nestes quatro trabalhos.

Por outro lado, das 120 citações determinadas ao nível específico para o Chaco Brasileiro, 102 (85.0%) ocorrem no Paraguai, 49 (40.8%) na Caatinga, 39(32.5%) no Cerrado e 28 espécies (23.3%) na Serra da Bodoquena. Ao refinarmos estas co-ocorrências, considerando apenas as espécies que ocorrem no Chaco Brasileiro e em apenas uma das localidades citadas, verificamos que 42 espécies (35.0%) também ocorrem no Paraguai, cinco (4.2%) na Bodoquena, duas (1.7%) na Caatinga e uma (0.8%) no Cerrado, no âmbito das localidades pesquisadas.

Ao compararmos os sete gêneros com maior riqueza no Chaco Brasileiro e o total de espécies e morfoespécies listadas para estes gêneros por Silvestre et al. (2012), Wild (2007), Silvestre et al. (2003) e Ulysséa e Brandão (2013), verificamos que o percentual de citações de *Pheidole* para o Chaco Brasileiro, Serra da Bodoquena e Paraguai é quase o dobro das citadas para o Cerrado e Caatinga, sendo que para *Solenopsis* o percentual também é comparativamente mais baixo para o Cerrado e Caatinga. *Camponotus* e *Pseudomyrmex* tiveram percentuais similares, exceto para a Serra da Bodoquena, com aproximadamente 0.1 e 0.2 do percentual encontrado nas demais localidades, respectivamente. Para *Cephalotes*, dos cinco inventários analisados, encontramos dois extremos: a Serra da Bodoquena

apresentou o menor percentual, enquanto que a Caatinga, quase o dobro do encontrado para o Chaco Brasileiro. No âmbito dos trabalhos analisados, *Crematogaster* e *Pachycondyla* tiveram maiores percentuais de citações nos inventários Caatinga e Chaco Brasileiro, respectivamente (Tab. 2).

TABELA 2. Comparativo entre os sete gêneros com maior número de espécies e morfoespécies, das encontradas para este trabalho e as citados para a Serra da Bodoquena/MS (Silvestre et al. 2012), Paraguai (Wild 2007), Cerrado (Silvestre et al. 2003) e Caatinga (Ulysséa e Brandão 2013). Phe = *Pheidole;* Sol= *Solenopsis*; Cam = *Camponotus*; Pseud = *Pseudomyrmex*; Ceph = *Cephalotes*; Cre = *Crematogaster*; Pach =*Pachycondyla*. Os percentuais estão entre parênteses.

		Espécies e morfoespécies por gênero							
Localidade	Total de espécies e morfoespécies	Phe	Sol	Cam	Pseud	Ceph	Cre	Pach	Outras espécies e morfo-espécies
Chaco Brasileiro (Porto Murtinho)	218 (100)	20 (9.2)	17 (7.8)	16 (7.3)	12 (5.5)	11 (5.0)	11 (5.0)	9 (4.1)	122 (56.0)
Paraguai	542 (100)	49 (9.0)	40 (7.4)	53 (9.8)	30 (5.5)	24 (4.4)	21 (3.9)	11 (2.0)	314 (57.9)
Serra da Bodoquena	170 (100)	17 (10.0)	11 (6.5)	3 (1.8)	1 (0.6)	3 (1.8)	5 (2.9)	4 (2.4)	126 (74.1)
Cerrado	111 (100)	6 (5.4)	5 (4.5)	10 (9.0)	6 (5.4)	6 (5.4)	3 (2.7)	4 (3.6)	71 (64.0)
Caatinga	180 (100)	8 (4.4)	5 (2.8)	18 (10.0)	10 (5.6)	20 (11.1)	12 (6.7)	5 (2.8)	102 (56.7)

DISCUSSÃO

As 11 subfamílias amostradas no Chaco Brasileiro correspondem a 73.3% das 15 subfamílias reconhecidas para a região Neotropical (AntWeb 2014), o que indica que Formicidae está bem representada na região estudada. Além disto, dos 120 táxons determinados ao nível específico na área de estudo, somados aos listados por Silvestre et al. (2012) para a Bodoquena, Silvestre et al. (2003) para o Cerrado, Wild (2007) para o Paraguai e Ulysséa & Brandão (2013) para a Caatinga, totalizando 519

citações, somente oito espécies descritas (1.5%) foram citadas exclusivamente para a área de estudo e 11 (2.1%) foram citadas nestes trabalhos.

As espécies que tiveram frequência superior a 80 registros (10) correspondem a 45.3% dos registros padronizados (iscas e pitfalls), enquanto que 11 espécies, também coletadas com iscas e pitfalls, ocorreram em nove até 14 das 31 áreas inventariadas (sendo algumas as mesmas de maior frequência). Por outro lado, desconsideradas as diferentes eficiências de coleta entre os métodos, chamou-nos a atenção o fato de termos encontrado 31 espécies usando o interior de ramos, galhas e espinhos, como abrigo ou sítio de reprodução, o que significa que 8.7% da riqueza de Formicidae da área de estudo está representada por formigas arborícolas intimamente associadas a mirmecófitas. Tais resultados demonstram que há uma lacuna no conhecimento da mirmecofauna associada a plantas na área de estudo, o que justificaria incrementar o número de amostras para as mirmecófitas estudadas (*Vachellia caven*, *Prosopis ruscifolia* e *Triplaris gardneriana*) e o número de espécies vegetais a serem investigadas em futuros trabalhos.

Da análise do comparativo dos sete gêneros com maior riqueza no Chaco Brasileiro e o total de espécies e morfoespécies listadas para estes gêneros por Silvestre et al. (2012), Wild (2007), Silvestre et al. (2003) e Ulysséa e Brandão (2013), os resultados sugerem que *Pheidole* e *Solenopsis* possuem menor número de espécies no Cerrado e Caatinga, em termos proporcionais, enquanto que *Crematogaster* e *Pachycondyla* teriam maior representatividade específica na Caatinga e Chaco Brasileiro, e *Camponotus* e *Pseudomyrmex* estariam menos representadas na Serra da Bodoquena. Já as espécies de *Cephalotes* encontradas no Chaco Brasileiro representam quase o dobro das encontradas por Silvestre et al (2003) para o Cerrado (n = 6, o que corresponde a 5.4% das espécies citadas para as sete áreas por eles inventariadas). Atribuímos estes resultados ao método empregado no presente trabalho, pois seis das 11 espécies, sendo uma não descrita, foram encontradas exclusivamente no interior de ramos, galhas e espinhos de mirmecófitas, sendo que o método de busca ativa em plantas foi empregado em 13 (41.9%) das 31 das áreas estudadas, e *Cephalotes* é um gênero tipicamente arbóreo. Apesar de expressivo, é quase a metade das espécies de *Cephalotes* citadas para a Caatinga (n = 20/11.1%, segundo Ulysséa & Brandão 2013) e o Paraguai (n = 24/4.4%, conforme Wild 2007). Contudo, as diferenças percentuais encontradas para esses sete gêneros podem servir como um indicativo, pois seriam necessários estudos complementares com mesma metodologia e esforço amostral para verificar se estas tendências se confirmam.

Apesar de termos encontrado 46 *singletons*, é preciso considerar este resultado com parcimônia, tê-lo meramente como um indicativo, pois nem todas essas espécies podem ser de fato raras na área de estudo, estando sujeitas ao método de coleta empregado e evidentemente, ao esforço amostral. É o caso das arborícolas *Nesomyrmex spininodis*, *C. incertus*, *C. guayaki*, *Cephalotes* sp. n, *Crematogaster stolli* e *Myrmelachista* sp.2, que estão entre as 31 espécies coletadas neste trabalho por busca ativa em plantas mirmecófitas (8.7% da riqueza): embora tenhamos utilizado 700 iscas sobre vegetação, 700 sobre o solo e 575 *pitfalls* (totalizando 1975 amostras com esses métodos), além da busca ativa no solo, serapilheira e vegetação, foi somente com o exame do interior de ramos, galhas e espinhos que passamos a encontrá-las com relativa frequência, mas com nenhuma ocorrência em iscas e *pitfalls*; *Pseudomyrmex acanthobius* e *Cephalotes persimilis*, também encontradas nidificando frequentemente em espinhos de mirmecófitas, só foram coletadas uma única vez em *pitfall*.

Das espécies pouco frequentes na região estudada, destacamos *Acanthosticus brevicornis* (Apêndice 2, Figura 4E), formiga críptica (MacKay 2004) encontrada em busca ativa no solo; *Dolichoderus lujae*, com dois exemplares encontrados por meio de uma armadilha eletrônica e busca ativa em um fragmento de planta; *Myrmelachista* sp.1, *Crematogaster distans* e três espécies não determinadas de *Tapinoma* (das quatro citadas neste trabalho), encontradas por meio do exame de fragmentos vegetais. Também merecem destaque *Nomamyrmex esenbeckii*, *Camponotus borelli*, *C. bonariensis*, *Acanthoponera mucronata*, *Pheidole cornicula*, *P. vallifica*, *Pachycondyla rostrata*, *Platythyrea pilosula* e *Pseudomyrmex tenuis* que, embora possam ter ampla distribuição, neste trabalho são coletas únicas, representadas por um a, no máximo, cinco exemplares.

Quanto à riqueza de espécies, mesmo considerando que foram empregadas diferentes metodologias para estudos específicos de ecologia, verificamos que o Chaco Florestado possui maior riqueza de Formicidae entre as quatro fisionomias chaquenhas estudadas. Embora, das 31 áreas amostradas, somente uma área do Chaco Florestado tenha sido investigada pelo método de extração de serapilheira, redundando em maior esforço amostral pela eficiência do método (somente 25 mini-extratores de Winkler contribuíram com 22.5% ou 49 das 218 espécies listadas), tal procedimento não invalida este resultado, porque as demais fitofisionomias acumulam pouca serapilheira, não oferecendo condições para o uso deste extrator. A maior riqueza no Chaco Florestado pode ser explicada pelo fato de esta fitofisionomia apresentar maior complexidade estrutural (presença de lianas, sub-bosque e árvores de grande porte, adensadas), enquanto que o Chaco Arborizado, o Carandazal e o Chaco Gramíneo-lenhoso

são ambientes abertos, sendo que os dois últimos estão sujeitos a inundação. Para trabalhos que enfatizem a busca por espécies de formigas crípticas na região, nossos resultados indicam que o estudo da serapilheira com extrator de Winkler em Chaco Florestado é fundamental para a obtenção de expressivos resultados.

Das 98 morfoespécies encontradas, duas foram consideradas espécies *affinis*, i.e., muito semelhantes a espécies existentes, mas com um ou mais caracteres diagnósticos distintos. Tais resultados, aliados à coleta de 30 *singletons* identificados ao nível de gênero (de um total de 46 amostras únicas), ampliam a possibilidade de parte dessas representarem novas espécies e subespécies ou novas citações para a região.

Com relação às similaridades encontradas quanto às espécies de formigas inventariadas neste trabalho e as da Serra da Bodoquena/MS, do Cerrado, do Paraguai e da Caatinga, em que a mirmecofauna do Chaco Brasileiro mostrou-se mais próxima à do Paraguai e mais distante das espécies listadas para a Serra da Bodoquena, estando a Caatinga e o Cerrado em posição intermediária. A maior divergência entre Chaco Brasileiro e Serra da Bodoquena pode ter sido em razão de, na Bodoquena, apenas a serapilheira foi amostrada, usando exclusivamente mini extrator de Winkler, o que favorece a coleta de espécies crípticas. Além disto, é neste tipo de ambiente que a maioria das espécies tropicais nidificam (Kaspari 2003).

Para tais resultados aventamos a hipótese de estarem envolvidos quatro fatores determinantes: (i) a proximidade do Chaco Brasileiro com Chaco Paraguaio, sendo o primeiro parte do denominado Chaco Úmido, que compreende as margens paraguaia e brasileira do rio Paraguai, e ambos são parte do *Gran Chaco* (Redford et al. 1990; Prado 2000). (ii) apesar da existência de contatos florísticos Chaco/Cerrado no município de Porto Murtinho (Abdon e Silva, 2006; Silva, 2007) e da proximidade da área estudada ao Cerrado (que ocupa mais da metade leste do estado de Mato Grosso do Sul, segundo Imasul, 2014), o fato de a mirmecofauna da Caatinga estar mais próxima dos conjuntos Chaco Brasileiro/Chaco Paraguaio do que a do Cerrado poderia ser explicado pela Teoria do Arco do Pleistoceno (ver a seguir), em que a ausência de processos vicariantes teria permitido o compartilhamento de parte da fauna e flora dessas duas regiões; (iii) das quatro localidades, a Serra da Bodoquena é a única em que predomina quase que exclusivamente vegetação florestal, a despeito de ser considerada o limite leste do Chaco no Brasil (IBGE, 2012), sendo que esta proximidade poderia favorecer maior compartilhamento de espécies de formigas; e (iv) apesar da existência atual de uma barreira geográfica considerável separando o Chaco

Paraguaio do Chaco Brasileiro/MS, que é o rio Paraguai, que na foz do rio Apa em Porto Murtinho atinge aproximadamente 583m de largura (Google Earth 2014), sua localização não é constante, pois o curso deste rio tem se alterado em larga escala de tempo, conforme pode ser constatado pela presença de leitos abandonados nas imagens de satélite examinadas (Google Earth 2014). Inclusive, sabendo-se que todas as castas reprodutivas de formigas são aladas, é preciso parcimônia ao considerarmos o rio como barreira geográfica à dispersão de Formicidae. Inclusive, dos 120 táxons definidos neste trabalho, 14 (11.7%) foram encontrados por Pereira et al (2013) em macrófitas flutuantes do rio Paraguai no mesmo município (Porto Murtinho), o que representa 37.8% das 37 ocorrências citadas por esses autores; tal fato nos permite supor que esta vegetação serve como meio de dispersão de formigas entre as margens deste rio. Tal proporção poderia ser ainda maior, já que os autores se limitaram a investigar pequenos bancos de macrófitas na margem brasileira, e não na paraguaia, e 13 (35.1%) das ocorrências não foram determinadas ao nível específico.

A propósito do comparativo da fauna de formigas do Paraguai e da inventariada neste trabalho, não nos foi possível confrontar a fração do *Gran Chaco* localizada no Brasil com a fração chaquenha do vizinho Paraguai, porque Wild (2007) não pôde precisar quais das 541 espécies encontradas no Paraguai foram coletadas em áreas de Chaco, porque as informações de coleta de parte dos exemplares tombados foram insuficientes. Por este motivo, para um comparativo mais acurado entre essas duas regiões chaquenhas, seria preciso estabelecer a exata origem do material coletado no Paraguai.

Apesar de os resultados deste trabalho possam ser considerados interessantes do ponto de vista da distribuição contemporânea das espécies de formigas na região Neotropical e no Chaco em particular, cabe uma ressalva: qualquer que seja a lista de espécies inventariadas ou o resultado de comparativos como o que aqui desenvolvemos, para que haja um entendimento maior dessa distribuição, é preciso que processos históricos, mecanismos vicariantes, evolutivos, coevolutivos e outros, relacionados à Biogeografia, sejam considerados na abordagem do assunto. No presente caso, sugerimos que os ambientes, a fauna, a flora e os componentes geológicos do Chaco Brasileiro como hoje os percebemos, ou os seus ascendentes, faziam parte do Arco do Pleistoceno.

Prado (2000) define o Arco Pleistocênico – que deve ter se originado a partir das mudanças climáticas na América do Sul no fim do Pleistoceno – como uma faixa semiárida que se estendia da Caatinga até regiões áridas dos Andes peruanos ou do litoral oeste do Equador, passando pelo sudeste do Brasil, confluência dos rios Paraná e Paraguai, sudoeste da Bolívia e noroeste da Argentina, o que inclui o

Gran Chaco. Sugerimos que esta ausência pretérita de barreiras geográficas teria influenciado diretamente a composição da fauna de Formicidae atualmente encontrada nesta região e entorno. Um amplo campo de investigação em aberto, portanto.

Inclusive, Prado (2000) afirma que esta região é caracterizada por um número considerável de espécies vegetais endêmicas, tanto a nível de gênero quanto específico. É pertinente supor que as formigas estariam diretamente relacionadas a essas plantas. Abordagens mirmecológicas que considerem essas espécies vegetais endêmicas, mecanismos de coevolução e outras interações formiga-planta, além das três aqui citadas, seriam bem vindas.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jacques Delabie, pelo auxílio na identificação das formigas; ao Dr. Arnildo Pott, por ter indicado as espécies mirmecófilas em campo. Às estagiárias Suelen Sandim, Luciana Zequim Colado, Edianni dos Santos (Anni), Vivian Nakagava e Amanda Navaresi, pelo auxílio nas atividades de campo, triagem e preparação do material para coleção de referência. À Fundect-MS pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

AGOSTI, D. & ALONSO, L.E. 2000. The ALL Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity (D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso, T. R. Schultz, eds). Smithsonian

BACCARO, F.B. & SOUZA, J.L.P. 2007. Relação entre dominância e riqueza de formigas em três florestas na Amazônia Central. Biológico 69 (2), p.301-303.

BARROW, L.; PARR, C.L.; KOHEN, J.L. 2006. Biogeography and diversity of ants in Purnululu (Bungle Bungle) National Park and Conservation Reserve, Western Australia. Australian Journal of Zoology. v.54, n.2, p.123-136.

DIEHL, E. & ALBUQUERQUE E.Z. 2007. Representantes das quatro províncias geomorfológicas do Rio Grande do Sul na Coleção de Formicidae do Laboratório de Insetos Sociais da Unisinos. Biológico, São Paulo, 69 (2), p.101-104

IBGE 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 271 p.

MACKAY, W.P. 2004. A new species of the ant genus *Acanthostichus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) from Paraguay, and a description of the gyne of *A. brevicornis* Emery. Proc. Ent. Society Washington 106 (1): 97-101.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. & STAFFORD, S. 2000. Multivariate statistics for wildlife and ecology research. New York: Springer-Verlag, 283 p.

MORRONE, J.J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. Annu. Rev. Entomol. 51:467-494.

NOGUCHI, D.K., NUNES, G.P. & SARTORI, A.L.B. 2009. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rodriguésia 60 (2): 353-365.

PEREIRA, M.C.; DELABIE, J.H.C.; SÚAREZ, Y.R. & ANTONIALLI JUNIOR, W.F. 2013. Spatial connectivity of aquatic macrophytes and flood cycle influence species richness of an ant community of a Brazilian floodplain. Sociobiology 60 (1): 43-51.

PRADO, D.E. & GIBBS, P.E. 1993. Patterns of species distribution in the dry seasonal forest of South America. Ann. Mo. Bot. Gard. 80:902-927.

PRADO, D.E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. Edi Nb. J. Bot. 57 (3): 437-461

QUINET, Y. 2007. As coleções de formigas dos principais biomas do país: coleção de formigas do laboratório de entomologia da Universidade Estadual do Ceará – domínio das "Caatingas". Biológico, 69(2), 97-100.

REDFORD, K.H; TABER, A & SIMONETTI. J.A. 1990. There is more to biodiversity than the tropical rain forests. Conservation Biology. 4, (3). 328

SILVA, R.R. & BRANDÃO, C.R.F. 2010. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. Ecol. Monogr. 80(1):107-124.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F.; FEITOSA, R.M & SCOTT-SANTOS, C.P. 2007. Riqueza, composição e caracterização do espaço morfológico da fauna de formigas de serapilheira ao longo da Mata Atlântica. 69 (2), 289-290.

SILVESTRE, R., BRANDÃO, C.R.F. & SILVA, R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: Fernández, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 398 p.

SILVESTRE, R.; DEMÉTRIO, M.F.; DELABIE, J.H.C. 2012. Community structure of leaf-litter ants in a neotropical dry forest: a biogeographic approach to explain betadiversity. Psyche, 1-15.

ULYSSÉA, M.A. & BRANDÃO, C.R.F. 2013. Ant species (Hymenoptera, Formicidae) from the seasonally dry tropical forest of northeastern Brazil: a compilation from field surveys in Bahia and literature records Rev Brasil Entom: online ahead of print http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262013005000002

VASCONCELOS, H. L. 2007. Padrões de distribuição de formigas na Várzea Amazônica. Biológico, 69(2), 135-137

WILD, A. L. 2007. A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa, 1622: 1-55

APÊNDICE 1 – DETALHAMENTO DAS ÁREAS ESTUDADAS

TABELA 3 – Áreas, localidades, tipos de ambientes, métodos e períodos em que foram realizadas as coletas. AED = armadilha eletrônica de controle remoto para captura em dossel; BAP= busca ativa em plantas (domácias); BAS = busca ativa em solo; IS= isca sobre o solo; Veg = isca sobre vegetação; Pit = *pitfall*; Wk = winkler. Ambientes: Flo = Chaco Florestado; Arb = Chaco Arborizado; Car = carandazal; Gra = Chaco Gramíneo-lenhoso; Ant = ambientes rurais antropizados (pastagens, árvores isoladas).

Área	Ambiente	Fazenda / localidade	Mês	Ano	Métodos	Coordenadas	geográficas
1	Carandazal	faz. Porto Conceição	10	2010	IS Veg BAS	21° 30' 43.2"	57° 53' 51.3"
2	Chaco Florestado	faz. Porto Conceição	10	2010	IS Veg WK BAS	21° 26' 57.2"	57° 54' 32.1"
3	Chaco Florestado	faz. Londrina II	5	2011	IS Veg Pit BAS	21° 58' 15.5"	57° 53' 25.7"
4	Carandazal (área 1)	faz. Londrina II	5	2011	IS Veg Pit BAS	22° 00' 3.9"	57° 54' 1.3"
5	Chaco Arborizado	faz. Patolá	6	2011	IS Veg Pit	21° 41' 26.4"	57° 43' 14.2"
6	Chaco Arborizado	faz. Santa Helena/Retiro Palhaty	8	2011	IS Veg Pit	21° 33' 31.2"	57° 46' 10.2"
7	Carandazal	faz. Biguá	8	2011	IS Veg Pit	21° 30' 33.6"	57° 55' 59.5"
8	Chaco Florestado	faz. Santa Helena/Retiro Palhaty	8	2011	IS Veg Pit	21° 34' 53.1"	57° 46' 42.3"
9	(Ambiente antropizado – pastagem)	faz. Carandá de Galho	9	2011	BAP	21° 31' 1.5"	57° 51' 5.2"
10	(Ambiente antropizado – pastagem)	faz. Biguá	9	2011	AED BAP	21° 29' 55.1"	57° 55' 59.9"
11	Chaco Florestado	faz. Porto Conceição/Pão de Açúcar	9	2011	BAP BAS	21° 27' 4.9"	57° 53' 36.7"
12	Chaco Gramíneo-lenhoso	faz. Santa Helena/Retiro Palhaty	9	2011	BAP BAS	21° 36' 30.3"	57° 48' 0.3"
13	Chaco Arborizado	faz. Retiro Conceição	3	2012	IS Veg Pit	21° 40' 58"	57° 46' 39.8"
14	Carandazal	faz. Flores	3	2012	IS Veg Pit	21° 43' 48.7"	57° 53' 48.4"
15	Chaco Florestado	faz. Patolá	3	2012	IS Veg Pit	21° 42' 0.3"	57° 43' 7.7"
16	Chaco Florestado	faz. Flores	3	2012	IS Veg Pit	21° 43' 9.9"	57° 57' 47.3"
17	(Ambiente antropizado)	Bosque do Hotel Camalotes	3 e 8	2012	AED BAP	21° 42' 37"	57° 53' 59.1"
18	Carandazal	faz. Carandá de Galho	7	2012	IS Veg Pit BAP	21° 32' 58.8"	57° 49' 8.8"
19	(Ambiente antropizado 1)	Dique da cidade P. Murtinho	7	2012	BAP	21° 42' 57.5"	57° 53' 46"
20	Chaco Florestado	faz. São Manoel	7	2012	IS Veg Pit	21° 46' 47.7"	57° 39' 47.1"
21	Chaco Arborizado	faz. São Manoel	7	2012	IS Veg Pit	21° 47' 59.2"	57° 39' 29"
22	(Ambiente antropizado 2)	Dique da cidade P. Murtinho	7 e 11	2012	BAP	21° 42' 42.4"	57° 54' 5.2"
23	Chaco Arborizado	faz. Santa Vergínia	8	2012	Pit AED	22° 01' 4.5"	57° 52' 14"
24	Chaco Florestado	faz. Santa Vergínia	8	2012	Pit AED	22° 01' 5.6"	57° 52' 7.9"
25	Carandazal (área 2)	faz. Londrina II	8	2012	Pit	22° 00' 0.4"	57° 54' 23.6"
26	Chaco Gramíneo-lenhoso/tacuru	faz. Flor do Pantanal	1	2013	BAP BAS	21° 58' 15.5"	57° 53' 25.7"
27	(Ambiente antropizado) - margem estrada	Estrada vicinal	1	2013	BAP	21° 36' 26.8"	57° 48' 58.6"
28	(Ambiente	Estrada vicinal	1	2013	BAP	21° 49' 8.3"	57° 48' 43.5"

	antropizado) - margem estrada						
29	(Ambiente antropizado) - margem estrada	Estrada vicinal	1	2013	BAP	21° 52' 36.2"	57° 49' 52.3"
30	(Ambiente antropizado) - pastagem	faz. Santa Vergínia/Retiro 13	1	2013	BAP	22° 02' 16.9"	57° 51' 21.6"
31	(Ambiente antropizado) - pastagem	faz. Londrina II	1	2013	BAS	21° 57' 56.4"	57° 52' 47.4"

APÊNDICE 2 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA DE FORMIGAS EM SOLO E VEGETAÇÃO

FIGURA 4 – Formigas identificadas no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho, MS. (A) Operárias de *Atta saltensis* transportando flor de *Jatropha ribifolia*; (B) operárias de *Pogonomyrmex micans* na abertura do ninho; (C) operárias de *P. uruguayensis* iniciando construção de ninho; (D) *Ectatomma tuberculatum* inspecionando isca de sardinha em pote; (E) *Acanthosticus brevicornis*; (F) Operária de *Pseudomyrmex denticollis* transportando operária juvenil para o ninho; (G) operárias de *Labidus praedator* transportando presas (evidencia-se o aspecto esbranquiçado e duro do solo da região.

FIGURA 5 – Formigas registradas nidificando em árvores e arbustos no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho, MS. (A) *Cephalotes* sp.n (operárias maiores e uma menor) em *Prosopis ruscifolia*; (B) *Cephalotes persimilis* cuidando de ovos e larvas em *Prosopis ruscifolia*; (C) gine e larva de *Pseudomyrmex* (grupo *pallidus*) sp. 1 em *P. ruscifolia*; (D) operária de *Pseudomyrmex acanthobius* entrando em espinho de *Vachellia caven*; (E) operária de *Nesomyrmex spininodis* transportando larva em galha de *P. ruscifolia*; (F) larvas, pupas e adultos de *Azteca* aff. *constructor* em ramo de *Triplaris gardneriana*; (G) *Cephalotes pellans* em ramo de *T. gardneriana* (ao centro, operária maior). Exceto (D), os fragmentos foram abertos para visualização.

FIGURA 6 – Formigas fotografadas visitando flores no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho, MS. (A) *Camponotus* em inflorescência de *Bromelia balansae* (Bromeliaceae); (B) *Camponotus senex* em inflorescência de *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae) (C) *Camponotus crispulus* se alimentando de nectário extrafloral de *Opuntia elata* (Cactaceae); (D) *Camponotus* se alimentando de nectário extrafloral de *Opuntia* sp. (Cactaceae); (E) *Camponotus pellitus* em *Parkinsonia praecox* (Fabaceae); (F) *Camponotus crispulus* em flor de *Opuntia elata* (Cactaceae); Myrmicinae em brácteas (G) e flor (H) de *Bromelia balansae* (Bromeliaceae).

Capítulo 2

Variação espacial na riqueza e composição de espécies nas assembleias de formigas epigeicas em três fitofisionomias do Chaco Brasileiro

Capítulo 2 – Variação espacial na riqueza e composição de espécies nas assembleias de formigas epigeicas em três fitofisionomias do Chaco Brasileiro

RESUMO

O conhecimento dos padrões de riqueza e composição de espécies é fundamental em ecologia de comunidades. O presente trabalho objetivou caracterizar as assembleias de formigas epigeicas em três fitofisionomias do Chaco Brasileiro, buscando verificar se existem diferenças espaciais na riqueza e composição de espécies e como este resultado é afetado pelos diferentes métodos de amostragem comumente utilizados em estudos em mirmecologia. Foram realizadas amostragens com iscas de solo, iscas na vegetação e pitfalls entre 2011 e 2012 totalizando 1200 amostras. Registramos 132 espécies de formigas, sendo que *Pheidole radoszkowskii* foi a mais frequente. Trinta e nove espécies (29,5%) ocorreram em apenas uma amostra indicando uma elevada frequência de espécies com baixa ocorrência nas assembleias. Constatamos que existe uma interação significativa entre método de amostragem e ambiente determinando a riqueza de espécies nas assembleias. A composição de espécies foi estatisticamente diferente entre as fitofisionomias, independentemente do método de amostragem. Cinquenta e duas espécies foram consideradas indicadoras de alguma fitofisionomia. Desta forma, tanto a diversidade quanto a composição de espécies de formigas podem ser explicadas pela diferenciação entre as fitofisionomias do Chaco Brasileiro.

Palavras-chave: amostragem de Formicidae, formigas neotropicais, savana estépica, mirmecofauna.

ABSTRACT – Spatial variation in species richness and composition in epigeic ant assemblages in three Brazilian Chaco vegetation types

Knowledge of patterns of species richness and composition is essential in community ecology. The present work aimed to characterize epigeic ant assemblage in three vegetation types of the Brazilian Chaco, seeking to verify if there are space differences in species richness and composition and how this result is affected by different sampling methods usually used in studies in myrmecology. Sampling was conducted using soil baits, baits in the vegetation and pitfalls, between 2011 and 2012, totaling 1200 samples. We recorded 132 ant species; *Pheidole radoszkowskii* was most frequent. Thirty-nine species (29.5%) occurred in a single sample, indicating a species elevated frequency with low occurrence in assemblage. We found that species richness in the assemblies is influenced by the significant interaction between sampling method and vegetation type. Ant species composition was statistically different among vegetation types, regardless of sampling method. Fifty-two species were considered indicators of some vegetation types. Thus, diversity and species composition of ants can be explained by differentiation among vegetation types of the Brazilian Chaco.

Keywords: Stepic Savanna, ant fauna, ant inventories, Neotropical ants.

Trabalho formatado de acordo com as normas da revista Sociobiology (ver anexo). Entretanto, para facilitar a leitura, as linhas serão numeradas na versão em inglês (a ser submetida), assim como as tabelas, figuras e legendas não foram colocadas em página separada.

Introdução

Formigas são organismos hiperdiversos: são 15052 espécies e subespécies válidas, podendo chegar a 30 mil espécies descritas (AntWeb, 2014). São abundantes em praticamente todas as regiões, com exceção dos polos; ocupam praticamente todos os tipos de ambientes e apresentam variedade de funções dentro dos ecossistemas e respostas rápidas às alterações ambientais. Além disso, são de fácil amostragem e identificação taxonômica em lugares bem estudados (Hölldobler e Wilson, 1990; Arcila e Lozano-Zambrano, 2003).

Por esses motivos, podem ser úteis como indicadores ambientais e ecológicos, porque possibilitam a detecção de alterações no estado do ambiente e atuação de filtros ambientais sobre a biota em curto e longo prazo. Formigas também são usadas como organismos indicadores de biodiversidade, pois podem auxiliar na predição da diversidade de táxons em uma área específica e possibilitam o monitoramento de alterações na biodiversidade local (Arcila e Lozano-Zambrano, 2003).

Devido a essas características, o uso de formigas para prover estimativas confiáveis da riqueza de espécies em inventários rápidos tem sido objeto de estudos que visam estabelecer grupos ou gêneros de formigas com maior potencial de predição da riqueza total de formigas e de alguns táxons superiores para inventários de diversidade de espécies (Arcila & Lozano-Zambrano, 2003). Nesse sentido, Andersen (1997) alerta que os índices obtidos com certos gêneros de formigas são válidos estritamente para o local investigado. Ou seja, uma predição obtida a partir da identificação de um grupo de formigas em determinado ambiente vale para o mesmo tipo de habitat, e não deve ser extrapolada para uma região, isto é, para uma escala maior (Andersen, 1997). Tal assertiva justifica estudos nesse sentido em regiões ainda pouco estudadas e relativamente pequenas, como o Chaco Brasileiro, que é parte do *Gran Chaco*, savana

estépica que abrange a região central da América do Sul (Abdon & Silva, 2006), cuja vegetação consiste de um mosaico de campos, savanas, florestas abertas e florestas xéricas, com pluviosidade variando de 200 mm a 1200 mm/ano, dependendo da localidade (Redford et al, 1990). Embora o *Gran Chaco* seja o único bosque seco subtropical do mundo e coberto pela mata seca contínua mais extensa desse continente (Prado et al, 1992; Pott et al, 2008), a porção brasileira passa por um acelerado processo de supressão da vegetação nativa para a instalação de pastagens (Silva, 2007; Silva et al, 2008). Tal fato torna-se mais grave ao se considerar que a área do Chaco Brasileiro representa apenas 7% do *Gran Chaco*, possui alta ocorrência de endemismos (Redford et al, 1999) e, no Brasil, somente no município de Porto Murtinho(MS) ainda são encontrados remanescentes significativos dessa vegetação (Silva et al, 2008).

Com esta preocupação, o presente trabalho teve como objetivo verificar se a riqueza e composição das assembleias de formigas epigeica varia espacialmente e em função do método de coleta nas três principais fitofisionomias tipicamente chaquenhas no Brasil. A hipótese do trabalho é que as diferenças na estrutura da vegetação definem a diversidade de composição nestas assembleias uma vez que cada espécie deve apresentar exigências ecológicas distintas e assim uma distribuição espacial que seja reflexo destas exigências.

Material e Métodos

Área de estudo

As coletas foram realizadas em vegetação chaquenha localizada no extremo sul da bacia do Alto Rio Paraguai, município de Porto Murtinho (coordenadas 21°41'57"S, 57°53'01"W), sub-região denominada “Pantanal de Porto Murtinho” (Fig. 1). Esta sub-região se caracteriza por apresentar 88% das ocorrências pedológicas da classe solonetz

solodizado (ou planossolo, pela nova classificação, cf. Jacomine, 2008-2009), seguidas da classe glei pouco húmico ou gleissolo (10%) e litólico ou neossolo (2%). Solonetz solodizados são solos minerais, em geral hidromórficos e extremamente duros quando secos e pouco permeáveis; ocorrem em praticamente todas as áreas consideradas chaquenhas do Pantanal de Porto Murtinho, exceto nas margens de rios e riachos, em que predominam solos aluviais (Abdon e Silva, 2006).

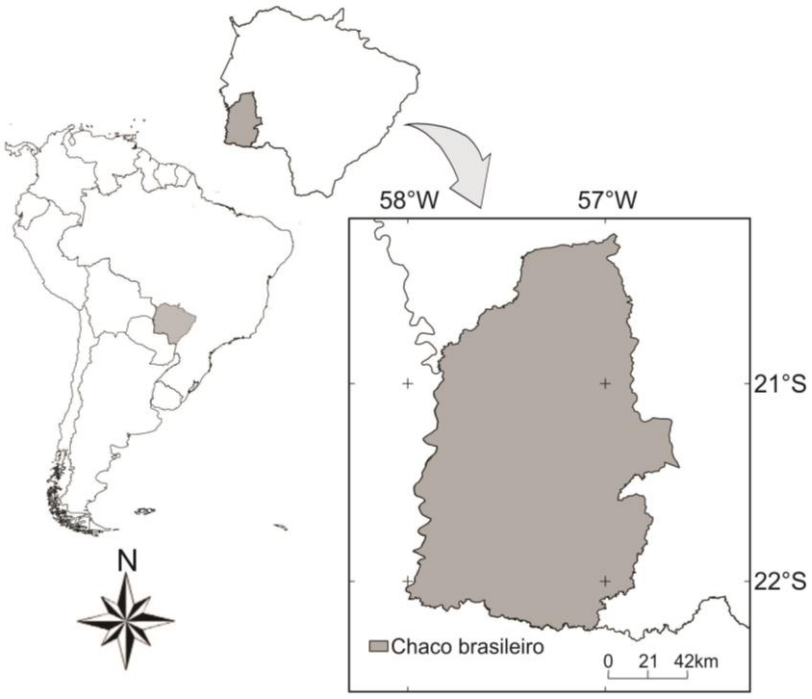


Fig. 1 – Localização do Chaco Brasileiro onde foram realizadas as amostragens de formigas entre 2011 e 2012 no município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

O clima é quente e seco na maior parte do ano, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2004). A precipitação média anual medida na cidade de Porto Murtinho entre 1966 e 1999 foi de 1.009mm. Na região, os meses de outubro a março são os mais chuvosos, com picos mensais entre 100 e 170mm (ANA, 2004).

Aproximadamente 41% da área dessa sub-região são cobertos por vegetação natural da Savana Estépica ou Chaco propriamente dito (Abdon e Silva, 2006). Os tipos

vegetacionais básicos da área estudada, têm as seguintes características, segundo Abdon e Silva (2006), Pott et al. (2008) e Sartori (2008): na Savana Estépica Arborizada, tipicamente formada de ambientes abertos, ocorre a predominância de cactos e espinheiros como o verde-olivo *Cercidium praecox* (Ruiz &Pav. ex Hook.) Harms, o algarobo ou pau-de-espinho (*Prosopis ruscifolia* Griseb.) e o barreiro-preto (*Prosopis rubriflora* Hassl.). Na Savana Estépica Parque (Abdon e Silva, 2006) ocorrem dois tipos de formações monodominantes: os carandazais (predominância de *Copernicia alba* Morong ex Morong& Britton), localizados em solos calcários que margeiam o rio Paraguai, e os paratudais, onde há predomínio do paratudo, *Tabebuia aurea* (Manso) Benth & Hook. Na Savana Estépica Florestada ou Chaco Florestado predominam o quebracho-branco (*Apidosperma quebracho-blanco* Schltdl.) e o quebracho-vermelho (*Schinopsis balansae* Engl.), entre outras.

Coleta de dados

Foram realizadas seis campanhas para coleta de formigas, distribuídas no período seco e chuvoso. As campanhas de amostragem foram iniciadas em agosto/2011 e encerradas em agosto/2012. Em cada uma das três fitofisionomias avaliadas, Chaco Florestado, Chaco Arborizado e Carandazal foram definidos quatro transectos, com 1km cada. Ao longo de cada transecto foram armadas a cada 20m originalmente três dispositivos de coleta, sendo uma isca atrativa no solo, outra na vegetação e um pitfall. Por problemas logísticos em algumas campanhas não foi possível a utilização do mesmo número de armadilhas, desta forma ao final das amostragens foram totalizadas 450 iscas no solo, 450 iscas na vegetação e 300 pitfalls, totalizando 1200 armadilhas, sem que isto prejudicasse a distribuição uniforme de iscas e pitfalls entre as fitofisionomias.

As iscas de solo eram confeccionadas com um guardanapo de papel dobrado (10x10 cm), com cerca de um centímetro cúbico de sardinha em óleo comestível, conforme Silvestre e Brandão (2000) e Freener Jr et al. (2008). A mesma metodologia foi adaptada a um frasco plástico com apenas uma abertura para colocação nos arbustos, gerando a isca na vegetação localizado aproximadamente a 1,7m do solo; esta adaptação foi necessária devido ao grande número de espinhos na vegetação, danificando o guardanapo e ao pequeno diâmetro dos galhos dos arbustos nas fitofisionomias avaliadas. As iscas foram utilizadas no período diurno e o tempo de permanência ficou entre 40 e 60 minutos.

No mesmo trajeto e período de coleta foram instaladas armadilhas do tipo *pitfall* (copos de polipropileno com 9 cm de diâmetro e 8,5 cm de profundidade contendo aproximadamente 100 ml de água com aproximadamente 0,1% de detergente comercial). Estas foram enterradas ao nível do solo, distantes 20m entre si, e expostas pelo período de 24 horas (adaptado de Belstelmeyer et al., 2000).

Todas as amostras foram devidamente identificadas e acondicionadas em eppendorfs previamente identificados e contendo álcool etílico comercial 95%, para posterior triagem. A preparação, montagem em alfinete entomológico e morfoespeciação foram realizadas sob estereomicroscópio.

A identificação preliminar do material alfinetado foi realizada com base em Bolton (2003), Wild (2007), RBINS Ant E-museum Paraguay Collections (2013), AntWeb (2014) e Bolton (2014), entre outras, para posterior confirmação da identificação por especialistas (Dr. Rogério Silvestre/UFGD e Dr. Jacques Delabie/Ceplac). Exemplares testemunho foram depositados no Laboratório de Ecologia de Hymenoptera - Hecolab/UFGD.

Análises dos dados

Para as análises estatísticas foram consideradas as ocorrências das espécies, uma vez que a abundância de cada espécie é influenciada pela eficiência desta no recrutamento, bem como pela proximidade entre a isca e as colônias de formigas.

Com o objetivo de verificar o efeito da variação espacial (ambientes) e dos diferentes métodos de amostragem sobre a riqueza das assembleias de formigas foi utilizada uma análise de variância fator duplo. A fim de atender aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias a riqueza de espécies foi convertida em Log10+0,01. Visando verificar a eficiência de cada método de amostragem em cada fitofisionomia foi gerada uma curva do coletor para cada ambiente/método.

Para responder se existe diferença na composição de espécies entre os ambientes foi realizada uma análise de variância permutacional multivariada (permanova) (Anderson, 2001). A permanova é uma versão não paramétrica da análise de variância e verifica, através da matriz de similaridade na composição de espécies, se esta difere entre os habitats comparados. A permanova foi realizada através do comando adonis no pacote vegan e o índice de similaridade utilizado foi o de Jaccard e a significância da diferença entre as fitofisionomias foi testada através de 9999 permutações.

Para cada método de coleta foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional, utilizando os dados de ocorrência das espécies de formigas (coeficiente de Jaccard), visando ordenar as amostras de acordo com a similaridade na composição de espécies e, se possível, visualizar os padrões espaciais na distribuição das espécies. De forma complementar foi calculado o valor de indicação da espécie (Indval), proposto por Dufrêne & Legendre (1999), buscando identificar possíveis diferenças na frequência relativa com que as espécies ocorrem em cada fitofisionomia.

O escalonamento multidimensional foi realizado utilizando o comando metaMDS no pacote Vegan, enquanto o Indval foi estimado através do comando indval no pacote Labdsv, plataforma R (R Development Core Team, 2013).

Resultados

Foram registradas 132 espécies e morfoespécies de formigas, pertencentes a 40 gêneros, 20 tribos e 9 subfamílias, totalizando 1988 ocorrências. Considerando todos os dados, a espécie mais comum foi *Pheidole radoszkowskii* (200 ocorrências/10,1%), seguida de *P. oxyops* (125 ocorrências/6,3%), *Solenopsis* sp.1 (95 ocorrências/4,8%), *Crematogaster crinosa* (91 ocorrências/4,6%) e *Pseudomyrmex denticollis* (81 ocorrências/4,1%).

Trinta e nove espécies (29,5%) ocorreram em apenas uma amostra enquanto treze espécies (9,8%) ocorreram em apenas duas amostras. Desta forma quarenta e duas espécies (39,3%) foram singletons ou doubletons, demonstrando a elevada representatividade de espécies com baixa frequência de ocorrência nestas assembleias.

Foi encontrada influência significativa para o efeito dos ambientes ($F_{2,1997}$=22,46; p<0,001), do método de amostragem ($F_{2,1997}$=375,63; p<0,001) e da interação entre os fatores ($F_{4,1191}$=22,37; p<0,001). Desta forma o modelo completo explica 42,1% da variação nos dados e cada método de amostragem detecta um padrão diferenciado na variação da riqueza de espécies entre as fitofisionomias (Fig.2).

Comparando os métodos de coleta (Fig. 2) se observa que pitfall foi o método que permitiu registrar o maior número de espécies, independente do ambiente. Por outro lado, a isca na vegetação capturou a menor riqueza de espécies nas três fitofisionomias analisadas.

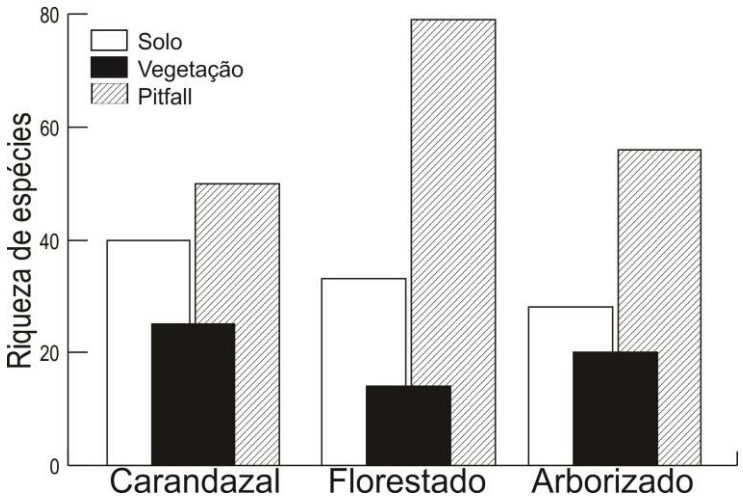


Fig. 2 –Riqueza de espécies de formigas por fitofisionomia e método de amostragem no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho-MS, entre Agosto/2011 e Agosto/2012.

A comparação da eficiência da captura entre os métodos de amostragem e as fitofisionomias sugere que tanto a isca de solo quanto a isca na vegetação apresentam maior tendência à estabilização quando comparados ao pitfall nas três fitofisionomias analisadas. Desta forma, o pitfall não só registrou a maior riqueza, como também sugere que ainda há espécies a serem registradas em amostragens futuras (Fig.3).

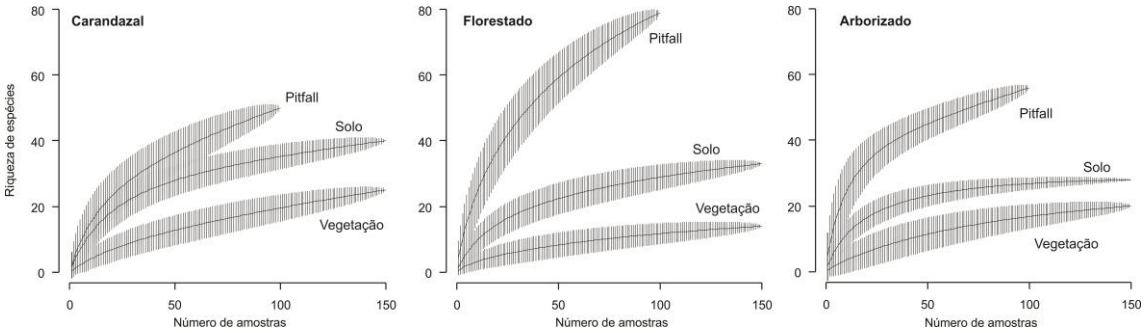


Fig. 3 –Curva do coletor (média ± desvio padrão) das assembleias de formigas para cada método de coleta e fitofisionomia no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho-MS, entre Agosto/2011 e Agosto/2012.

A análise de variância permutacional permitiu constatar que, independentemente do método de amostragem, a variação é significativa na composição de espécies nas assembleias de formigas entre as fitofisionomias do Chaco Brasileiro; no entanto, a maior diferença se observa ao utilizar as iscas de solo ($F_{1,387}$=141,41;p<0,001), seguida da isca na vegetação ($F_{1,163}$=89,99; p<0,001) e pitfall ($F_{1,254}$=50,24; p<0,001). Esta diferença entre as fitofisionomias se torna visualmente clara ao observar o resultado da análise de escalonamento multidimensional (Fig.4), em que se evidencia não só a diferença na composição de espécies, mas também um gradiente na distribuição das espécies: o Carandazal se encontra em um extremo e o Chaco Arborizado em outro, com o Chaco Florestado em posição intermediária entre estes. Um resultado levemente diferenciado se observa para o pitfall, em que tanto o Chaco Arborizado quanto o Florestado se encontram praticamente à mesma distância do Carandazal (Fig.4); entretanto, o padrão geral de diferenciação entre as assembleias se manteve, apesar de já existirem trabalhos que sugerem que cada método de coleta fornece um resultado diferente (Gotelli & Cowell, 2001).

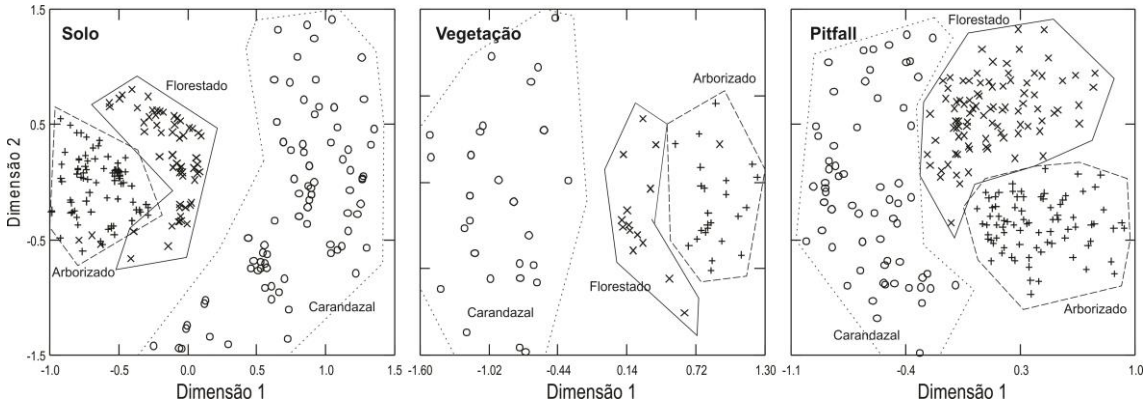


Fig. 4 –Diagrama de dispersão da análise de escalonamento multidimensional das assembleias de formigas no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho-MS, entre Agosto/2011 e Agosto/2012.

O resultado do Indval complementa o da MDS ao identificar as espécies que apresentaram ocorrência mais frequente em cada uma das fitofisionomias. Ao todo cinquenta e cinco espécies (41,7%) foram consideradas indicadoras de ao menos uma fitofisionomia. Desta forma, quatorze espécies (10,6%) foram consideradas indicadoras do Carandazal, sendo que cinco delas – *Azteca* aff. *constructor*, *Camponotus melanoticus*, *Ectatomma brunneum*, *Linepithema micans* e *Pheidole* sp.6 – o foram por dois métodos de amostragem e *Crematogaster victima* por três. Para o Chaco Arborizado vinte e cinco espécies (18,9%) foram consideradas indicadoras, sendo que duas delas, *Dorymyrmex bicolor* e *Pseudomyrmex denticollis*, foram selecionadas como indicadoras nos três métodos de amostragem. Para o Chaco Florestado se observa que dezesseis espécies (12,1%) foram classificadas como indicadoras desta fitofisionomia, sendo que sete delas - *Brachymyrmex* sp.3, *Camponotus crassus*, *Crematogaster curvispinosa*, *Pachycondyla harpax*, *Pheidole oxyops*, *Pheidole transversostriata* e *Solenopsis* sp10 - por dois métodos diferentes de amostragem (Fig. 5). Um resultado complementar do Indval é que *Brachymyrmex* sp3 foi considerada indicadora tanto do Chaco Arborizado quanto do Florestado (Fig.5).

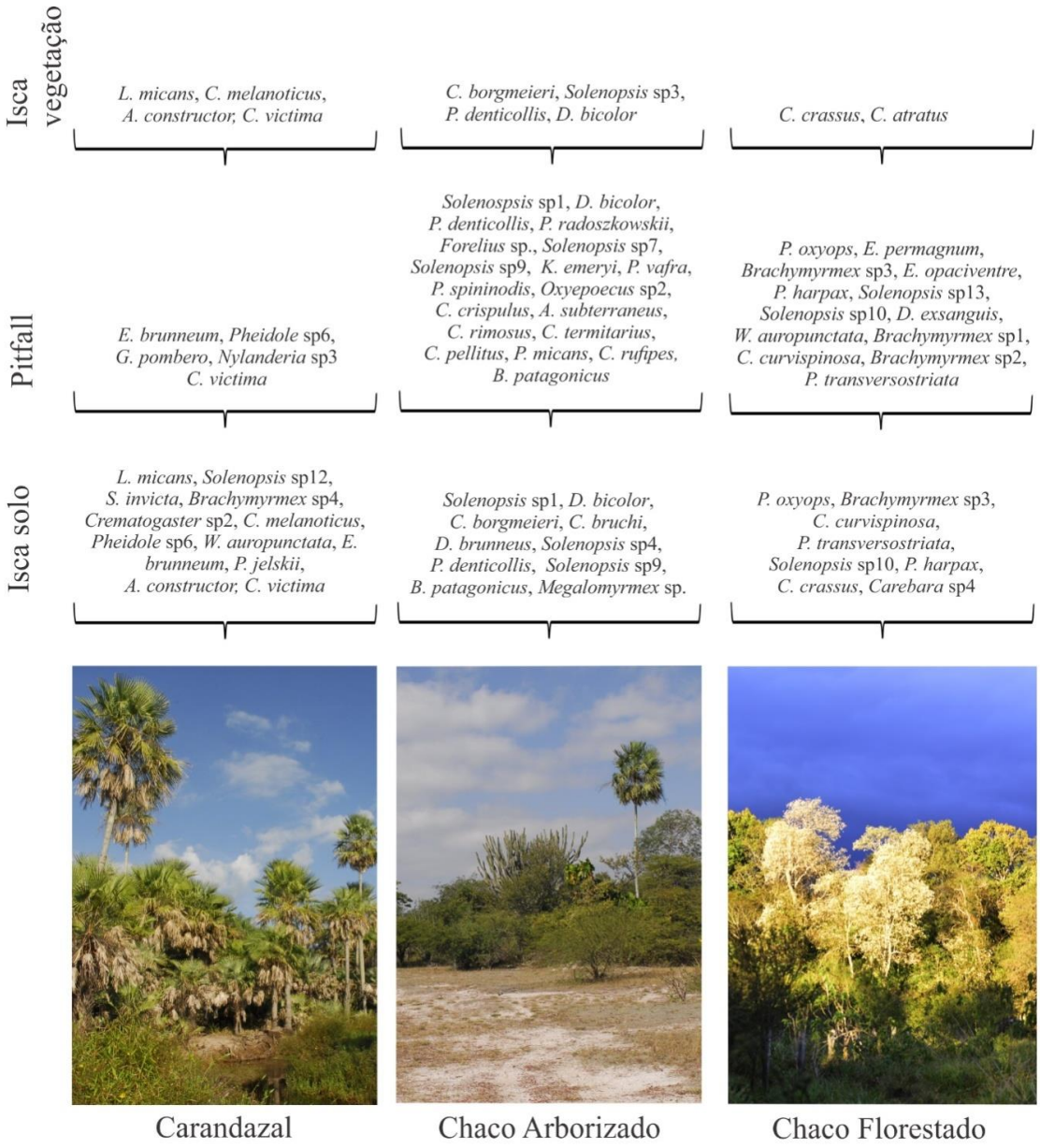


Fig. 5 –Espécies de formigas consideradas indicadoras das diferentes fitofisionomias por diferentes métodos de amostragem no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho-MS, entre Agosto/2011 e Agosto/2012.

Discussão

Vários autores têm estudado os efeitos da complexidade de habitats sobre assembleias de formigas (Farji-Brener, Corley & Bettinelli, 2002; Lassau & Hochuli,

2004; Leal et al, 2012). Em uma revisão de 85 trabalhos publicados entre 1960 e 2003, Tews et al (2004) verificaram que 85% dos estudos encontraram correlação positiva entre diversidade de espécies e a heterogeneidade de habitat, inclusive sobre artrópodes, ainda que a correlação dependa da escala considerada; esses autores usam como exemplo um estudo com uma assembleia de abelhas (Hymenoptera): o efeito da heterogeneidade foi positivo em micro e mesoescala (0,25 a 500-1000m^2, respectivamente), mas não foi significativa em macroescala (10km^2).

Ribas et al. (2003) afirmam que a heterogeneidade de um ambiente florestal, estimada pela riqueza de espécies arbóreas, pode influenciar a riqueza de espécies de formigas, por meio de três processos: (1) aumentando a variedade de recursos e permitindo a existência de um maior número de espécies especialistas; (2) aumentando o montante de recursos para as espécies generalistas, e (3) outros fatores não mensuráveis influenciando a riqueza de formigas e espécies arbóreas.

O referido estudo aponta ainda que a densidade de árvores também pode influenciar a riqueza de espécies de formigas por meio de três processos: (1) aumento da quantidade de recursos, permitindo uma maior riqueza de espécies de formigas; (2) alterando as condições do habitat e hierarquias de dominância em comunidades de formigas e (3) aumentando a área e causando um padrão espécie-área. Os autores afirmam que processos atuando em escalas maiores, tais como altitude, perturbações e histórias evolutivas, bem como a amostragem, podem ter sido a causa das diferenças encontradas entre os locais (Ribas et al., 2003).

Ribas et al. (2003) afirmam ainda que locais que possuem maior variedade de recursos podem abrigar mais espécies de formigas especialistas; neste caso, seria de se esperar uma alta proporção de espécies de formigas especializadas no uso de certos recursos vegetais, e locais que contenham mais espécies vegetais ofereceriam maior

disponibilidade de nichos e consequentemente sustentariam maior diversidade de espécies.

Desta forma, considerando que o município de Porto Murtinho, em que se localiza o Chaco Brasileiro, também possui áreas de Cerrado (Abdon & Silva, 2006; Silva, 2007), é pertinente acreditarmos que a heterogeneidade ambiental encontrada no Chaco Brasileiro, variável nas suas diferentes fitofisionomias (Sartori, 2008, Pott et al, 2008), explique as diferenças encontradas, com relação à riqueza de formigas e composição de espécies de cada fitofisionomia.

Ao se comparar as fitofisionomias estudadas quanto às características estruturais, o Carandazal se destaca por apresentar poucas espécies vegetais arbóreas e arbustivas, além de ser um ambiente aberto e sujeito à inundação anual (Abdon e Silva 2006; Silva, 2007). Outra característica do carandazal, provavelmente a mais importante do ponto de vista ecológico, é que a palmeira carandá (*Copernicia alba*) cresce em solos alcalinos e salinos, sendo considerada espécie indicadora desses (Pott & Pott, 1994). Delsinne (2007) verificou que o fator textura do solo é o maior determinante da distribuição espacial de formigas do Chaco Árido (Paraguai); por isto, é provável que os tipos de solo que ocorrem na área de estudo (Abdon & Silva, 2006) também influenciem diretamente a ocupação dos ambientes pelas formigas, além de influírem na distribuição das espécies arbóreas/cobertura vegetal, que também estão relacionadas à mirmecofauna.

Já o Chaco Arborizado é um ambiente árido, não sujeito à inundação anual, com predominância de solos pouco permeáveis; as áreas abertas são recobertas por um estrato vegetal de poucos centímetros de altura (com predomínio de gramíneas e *Selaginella* spp.), entremeadas por capões e manchas vegetacionais de menores proporções, às vezes com espécies arbustivas (*Cercidium praecox*) ou herbáceas

(*Bromelia* spp.) em formações monodominantes (Souza, P.R., obs. pess.). O Chaco Florestado, embora também não esteja sujeito a inundações anuais, difere do Arborizado por ser área densamente ocupada por árvores de grande porte e lianas; por este motivo, entre as fitofisionomias estudadas, é a única que apresenta serapilheira em toda extensão, o que contribui para tornar a camada superficial do solo mais úmida, mais rica em matéria orgânica e mais permeável.

Tais características imprimem a essas fisionomias fatores ecológicos fundamentais na determinação das diferenças tanto na riqueza de formigas quanto na composição das assembleias nelas residentes. Dentre os fatores, o principal deve ser de natureza nutricional: McGlynn et al (2009) verificaram que a distribuição heterogênea de nutrientes em uma floresta tropical explica a maior parte da variação na densidade e tamanho dos ninhos de formigas nela encontrados. Os autores associam este resultado ao papel limitador do nutriente fósforo neste tipo de floresta, bem como à distribuição espacial não linear de outros elementos químicos no sistema, de modo a orientar a disponibilidade de nutrientes às teias tróficas.

Outro fator que deve determinar as diferenças encontradas é a existência de maior variedade e quantidade de microssítios no ambiente florestal, tanto no solo (serapilheira) quanto no dossel. No caso do Chaco Florestado, a maior cobertura do solo por serapilheira proporciona a existência de maior quantidade de microambientes propícios ao abrigo de formigas e outros invertebrados, inclusive organismos crípticos. Foi exclusivamente no Chaco Florestado que encontramos as únicas representantes do gênero *Carebara* (Solenopsidini) deste trabalho, nove indivíduos pertencentes a quatro espécies indeterminadas cujas características morfológicas permitem que sejam classificadas como crípticas, mas cuja frequência reduzida não nos permitiu citá-las

como indicadoras de ambiente pelo valor de indicação da espécie (Indval) proposto por Dufréne e Legendre (1999).

Quanto à importância da cobertura vegetal para explicar as diferenças encontradas, alguns autores demonstram os efeitos desta e da estrutura vertical da vegetação sobre a ocupação dos ambientes por formigas. Yanoviak (2013), em trabalho conduzido no Panamá, verificou que o número de espécies de formigas arbóreas declinou 22% após quase um ano da remoção das lianas em árvores na área estudada, sendo que a ocupação dessas árvores por *Pachycondyla* spp. e *Cephalotes basalis* também declinou após a remoção das lianas, enquanto que o número médio de ninhos de *Azteca* aumentou em cerca de duas vezes. Em nosso trabalho, das 55 espécies consideradas indicadoras de ao menos uma fitofisionomia, quase metade (45,5%) têm sua distribuição predominantemente no Chaco Arborizado, 29,1% no Chaco Florestado e 25,5% no Carandazal. Destas, três espécies foram encontradas exclusivamente no ambiente florestado: *Pachycondyla harpax*, *Ectatomma opaciventre*, *Solenopsis* sp. 13 e *Cephalotes atratus*, além de cinco espécies cuja frequência no Chaco Florestado foi de 6,7 a 19 vezes superior à encontrada nos outros locais: *Crematogaster curvispinosa* (19:1), *Dorymyrmex exsanguis* (9:1) e *Pheidole oxyops* (6,7:1).

Considerando o alagamento periódico do Carandazal é provável que as 14 espécies de formigas tipicamente encontradas neste ambiente possuam estratégias para suportar longos períodos de cheia, que na região chega a durar três meses e não necessariamente é consequência do extravasamento das águas do rio Paraguai, mas também das chuvas, combinadas à baixa capacidade de drenagem dos solos (Souza, P.R., obs. pessoal). Entre as possíveis estratégias dessas formigas devem ser consideradas a migração para outros locais e posterior recolonização desse ambiente, ou a ocupação temporária das árvores e arbustos.

O Chaco Arborizado, por ser o ambiente mais árido dos três, poderia vir a possuir a maior representatividade de espécies com distribuição restrita, tal como ocorre com as plantas dessa região (Prado, 2000 Porém, esta hipótese ainda merece maior atenção.

Concluindo, nossos dados demonstram uma clara diferenciação na riqueza e composição de espécies de formigas nas três fitofisionomias do Chaco Brasileiro (Município de Porto Murtinho) e sugerem que esta diferenciação possa ser resultado da interação entre nível de alagamento e tipo de solo com a estrutura e diversidade da vegetação nestes ambientes. Concluímos também que independentemente do método de amostragem estas diferenças são consistentes, contudo o pitfall é o método que melhor permite descrever a riqueza de formigas nestas assembleias.

Agradecimentos

Ao Dr. Jacques Delabie, pelo auxílio na identificação das formigas. Às estagiárias Suelen Sandim, Luciana Zequim Colado, Edianni dos Santos (Anni), Vivian Nakagava e Amanda Navaresi, pelo auxílio nas atividades de campo, triagem e preparação do material para coleção de referência. À Fundect-MS, à Coordenadoria de Pós-graduação/PROPP/UFMS, ao Antônio Lopes (Coordenadoria de Estudos do Pantanal/PROPP/UFMS), pelo apoio concedido.

Referências

Abdon, M.M. & Silva, J.C.V. (2006). Fisionomias da vegetação nas subregiões do Pantanal brasileiro. São José dos Campos: INPE; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária. 1CD-ROM.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. (2004). Programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai: relatório. Brasília: Tda Desenho& Arte.

Andersen, A.N. (1997). Using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology. Conserv Ecology. www.consecol.org/vol1/iss1/art8/. (acessado em: 5 janeiro, 2014).

AntWeb (2014). http://www.antweb.org/. (acessado em: 15 janeiro, 2014).

Arcila, A.M. E.& Lozano-Zambrano, F.H. (2003). Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. In Fernández, F. (ed.), Introducción a las hormigas de la región Neotropical (pp. 159-16). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Bachmann, L., Daniele, C., Frassetto, A. & Mereb, J. (2005). Identificación expeditiva de los principales problemas ambientales em el 'granchaco' argentino. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 35 p.

Bestelmeyer, B.T, Agosti, D, Alonso, L.E, Brandão, C.R.F., Brown Jr, W.L., Delabie, J.H.C & Silvestre, R. (2000). Field techniques for the study of ground-dwelling ants - An overview, description, and evaluation. InAgosti, D, Majer, J.D., Alonso, L.E & Schultz, T.R. (Eds), Ants - standard methods for measuring and monitoring biodiversity (pp. 122-144). Washington e Londres: Smithsonian Institution.

Bolton, B. (2003). Synopsis and classification of Formicidae. Gainesville: Memoirs of the American Entomological Institute, 370 p.

Bolton, B. (2014). An online catalog of the ants of the world. http://antcat.org. (acessado em: 15 janeiro, 2014).

Delsinne, T. (2007). Structure des assemblages de fourmis le long d'un gradient d'arité situé dans le Chaco sec paraguayen. Université Libre de Bruxelles (tese de doutorado), 242p.

Dufrêne, M. & Legendre P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs. 67, 345-366.

Farji-Brener, A.G., J. C. Corley, J.C. & Bettinelli, J. (2002). The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. Diversity Distrib, 8: 235-243.

Freener Jr, D.H, Orr, M.R, Wackford, K.M, Longo, J.M., Benson, W.W. E Gilbert, L.E. (2008).Geographic variation in resource e dominance–discovery in Brazilian ant communities. Ecology, 89: 1824-1836.

Gotelli, N.J & Colwell, R.K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters, 4: 379-391.

Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990). The ants. Harvard University Press, 732 p.

Jacomine, P.K.T. (2008-2009). A nova classificação brasileira de solos. An Acad Pernamb Ciênc Agron. 5/6, 161-179.

Jiménez, E., Fernández, F., Arias, T.M. & Lozano-Zambrano, F.H. (2008). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 609 p.

Kaspari, M. (2003). Introducción a la ecología de las hormigas. In: Fernández, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical (pp. 97-112). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Laffont, E.R., Coronel, J.M., Godoy, M.C.& Torales, G.J. (2007). Entomofauna de bosques nativos del Chaco Húmedo (províncias de Chaco y Formosa, Argentina: aportes al conocimiento de su diversidade. Quebracho, 14: 57-64.

Lassau, S.A. & Hochuli, D.F. (2004). Effects of habitat complexity on ant assemblages. Ecography, 27: 157-164.

Leal, I.R., Filgueiras, B.K.C., Gomes, J.P, Iannuzzi, L & Andersen, A.N. (2012). Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. Biodivers Conserv, 21:1687–1701

McGlynn, T. P., Fawcett, R.M & Clark, D.A. (2009). Litter biomass and nutrient determinants of ant density, nest size, and growth in a costa rican tropical wet forest. Biotropica, 41(2): 234–240

Noguchi, D. K., Nunes, G. P.& Sartori, A. L. B. (2009). Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rodriguésia60 (2): 353-365.

Pott, A. & Pott, V.J. (1994). Plantas do Pantanal. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Serviço de Produção de Informação. 320 p.

Pott, V.J., Medeiros, Y, Sartori, A.L.B., Mauro, R.A., Souza, P.R. Biodiversidade nos meandros da Bacia do Apa. (2008). In: Broch, S., Medeiros, Y, Souza, P.R. (orgs), Pé na água: uma abordagem transfronteiriça na bacia do Apa (pp. 41-52). Campo Grande: Editora UFMS.

Prado, D.E. (2000). Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. Edi Nb. J. Bot. 57 (3): 437–461

Prado, D.E., Gibbs, P.E, Pott, A & Pott, V.J. (1992). The Chaco-pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil. In: Furley, P.A.; Proctor, J & Ratter, J.A. Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. Londres: Chapman & Hall.

R Development Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena. http://www.R-project.org (acessado em: 12 de dezembro, 2013).

RBINS (2013). Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Paraguay ant collection.http://projects.biodiversity.be/ants . (acessado em:10 de novembro, 2013).

Redford, K.H.; Taber, A. & Simonetti, J.A. (1990). There is more to biodiversity than the tropical rain forests. Conserv Biol. 4: 3

Ribas, C.R., Schoereder, J.H, Pic, M. E& Soares, S.M. (2003) Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. Austral Ecol, 28: 305-314.

Santos, G.M.M, Delabie, J.H.C & Resende, J.J. (1999). Caracterização da mirmecofauna (Hymenoptera – Formicidae) associada à vegetação periférica de inselbergs (Caatinga Arbórea-Estacional-Semidecídua) em Itatim - Bahia - Brasil. Sitientibus, 20, 33-43.

Sartori, A. L. B. (2008). O único lugar onde tem Chaco. In: Medeiros, Y., Souza, P.R., Arndt, E. & Ishy, A. (Um mergulho na bacia do Apa: Água, natureza e educação ambiental, (pp. 44-44) Campo Grande: Editora UFMS.

Silva, J.C.V. (2007). Levantamento e mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Pantanal, período de 2002 na escala de 1:250.000. (Relatório Técnico). Embrapa Informática Agropecuária/Probio.

Silva, M.P., Mauro, R.A., Abdon, M. & Silva, J.S.V. (2008). Estado de conservação do Chaco (Savana Estépica) Brasileiro. In: II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília.

Silva, R.R. & Brandão, C.R.F. (1999). Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. Biotemas, 12: 55-73.

Silvestre, R. & Brandão, C.R.F. (2000). Formigas (Hymenoptera, Formicidae) atraídas a iscas em uma "ilha" de Cerrado no município de Cajuru, Estado de São Paulo, Brasil. Rev Bras Entom, 44: 12.

Silvestre, R. & Silva, R. (2001). Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antonio, SP: sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. Biotemas, 14: 37-69.

Silvestre, R., Brandão, C.R.F. &Silva, R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: Fernández, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 398 p.

Tews, J.; Brose, U.; Grimm, V; Tielbörger, K.; Wichmann, M.C.; Schwager, M. & Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. J Biogeography, 31: 79-92.

Vittar, F. (2008). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina. Insugeo. Tucumán, 17: 447-466.

Wild, A.L. (2007). A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa, 1622: 1-55.

Yanoviak, S.(2013). Lianas shape the ecology of tropical canopy ants. ATBC Online Web Program. https://atbc.confex.com/atbc/2013/webprogram/Paper1751.html.(acessado em: 18 fevereiro, 2014).

Capítulo 3

Formigas (Formicidae) associadas a *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae): aspectos da ecologia, morfometria dos ninhos e formas de ocupação dos ramos

Capítulo 3 – Formigas (Formicidae) associadas a *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae): aspectos da ecologia, morfometria dos ninhos e formas de ocupação dos ramos

RESUMO

O município de Porto Murtinho abriga a única extensa área de vegetação chaquenha do Brasil, o que representa 7% da área do Gran Chaco. Nesta, entre as espécies mirmecófitas, destaca-se *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae), por ser de distribuição restrita a áreas alagáveis e única representante do gênero na área de estudo. Com o objetivo de caracterizar a mirmecofauna associada, a existência de domácia e os padrões de ocupação dessa espécie arbórea por formigas, foram examinados 127 ramos de 127 plantas amostradas em sete locais. Constatamos que os ramos de *T. gardneriana* possuem anatomia interna propícia à ocupação por formigas, ao possuir uma cavidade que pode ser utilizada pelas formigas. Das amostras analisadas, 28 (22%) continham ninhos de dez espécies de Formicidae, pertencentes às subfamílias Myrmicinae, Pseudomyrmecinae e Dolichoderinae. Nossos resultados sugerem que *Azteca* aff. *constructor* usa exclusivamente ramos vivos para nidificar e, provavelmente, é a responsável pela abertura do orifício para ocupação do ramo, enquanto que as demais usam ramos mortos mas presos à planta, e seguem um padrão de uso preferencial de porções intermediárias dos ramos, em detrimento da base e extremidade destes. Rainhas só foram encontradas em ninhos de *Pseudomyrmex acanthobius* e *Cephalotes incertus*, o que sugere que as demais espécies devem usar câmaras próprias em outras partes da planta para o abrigo destas. Nossos resultados indicam ainda que a ocupação não depende das variáveis comprimento e espessura dos entrenós, mas de uma relação diâmetro do ramo/diâmetro da galeria.

Palavras-chave: novateiro-preto, interação formiga-planta, arquitetura de ninhos de formigas, Chaco Brasileiro, formigas arbóreas.

ABSTRACT - Ants (Formicidae) associated with *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae): aspects of ecology, morphometry of nests and forms of branch occupation

The municipality of Porto Murtinho shelters the only significant area of Chacoan vegetation in Brazil, what represents 7% of the area of Gran Chaco. Among the myrmecophytes, stands out *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae), which distribution is restricted to flooded areas and the only species of the genus in the study area. With the goal of characterizing the associated ant fauna, domatia existence and the patterns of occupation of this tree by ants, we examined 127 branches collected from 127 plants in seven sites. We verified that branches of *T. gardneriana* have appropriate cavity for breeding the ants. Of the analyzed samples, 28 (22%) contained nests of ten species of Formicidae, belonging to the subfamilies Myrmicinae, Pseudomyrmecinae and Dolichoderinae. Our results suggest that *Azteca* aff. *constructor* uses only live branches to form the nest and probably it is responsible for opening holes in the branch, while the other ants use dead branches but attached to the plant, and they follow a standard of preferential use of intermediate portions of branches. Only in nests of *Pseudomyrmex acanthobius* and *Cephalotes incertus* we found queens, suggesting that other ants must accommodate their queens in cavities located in other parts of the plant. Our results also indicate that the occupation does not depend solely on internode length and diameter, but a relationship between branch and gallery diameters.

Keywords: Ant nest architecture, ant-plant interactions, arboreal ants, Brazilian Chaco.

Trabalho formatado de acordo com as normas da revista Sociobiology (ver anexo). Entretanto, para facilitar a leitura, as linhas serão numeradas na versão em inglês (a ser submetida), assim como as tabelas, figuras e legendas não foram colocadas em página separada, conforme exigido.

Introdução

Dada a incomensurável importância ecológica das formigas e sua relação com praticamente todos os sistemas agronômicos, entre as interações animal-planta, as interações formiga-planta têm merecido atenção especial da comunidade científica (Rico-Gray e Oliveira, 2007).

Delabie et al. (2003) apresentam uma revisão introdutória ao assunto, enquanto que Rico-Gray e Oliveira (2007) reúnem os resultados da literatura científica sobre a coevolução das formigas e plantas para permitir uma melhor compreensão do sucesso sem paralelo destes dois notáveis grupos, das interações interespecíficas em geral e as comunidades biológicas terrestres.

Dentre as plantas mais estudadas, destacam-se as angiospermas. Essas devem parte de seu sucesso evolutivo a um conjunto de interações interespecíficas, como polinização, dispersão de sementes e herbivoria, que ajudaram a moldar a sua grande diversidade (Rico-Gray e Oliveira, 2007). Estes autores afirmam que a expressiva dominância de formigas no solo e sobre a vegetação abriu caminho para a evolução de diversas associações mutualísticas entre formigas e plantas mais derivadas, especialmente em ambientes tropicais.

Em diversas dessas associações as formigas podem exercer um efeito benéfico sobre as plantas, reduzindo o dano causado por herbívoros, promovendo a dispersão e/ou germinação de sementes, ou mesmo facilitando a absorção de nutrientes pela planta (Rico-Gray & Oliveira, 2007; Del-Claro et al., 2009). Por outro lado, as formigas podem também exercer efeitos negativos sobre plantas através da predação direta de sementes, ou pelo corte de material vegetal para o cultivo de fungos.

Contudo, Delabie et al. (2003) afirmam que diferentes tipos de relação planta-formiga não são restritos a angiospermas (embora o maior número de publicações sobre

o grupo nos induz a crer no contrário), já que foi registrado um grande número de casos em que formigas interagem com várias espécies de pteridófitas. Normalmente, formigas não são bem adaptadas às flores, mas são frequentemente associadas a outras partes da planta como raízes, folhas e caules, que são as estruturas existentes nas plantas primitivas (semelhantes às atuais pteridófitas), que eram visitadas pelas formigas antes do surgimento das angiospermas, há 125 milhões de anos, no Mesozóico (Del Claro et al, 2009).

Os primeiros estudos sobre interações entre formigas e plantas são de fins do século XIX: segundo Wheeler (1928), estudos sobre interações entre estes insetos e as arbóreas *Cordia hispidissima* e *C. nodosa* datam de 1888. Em 1912 esse autor apresenta um panorama das interações entre formigas e plantas dos gêneros *Cecropia*, *Tachigalia*, *Cordia*, *Tococa* e *Acacia* (sendo que parte do gênero *Acacia* passa a ser *Vachellia* nas Américas, segundo Mobot, 2014).

Essas espécies são denominadas mirmecófitas, plantas que oferecem recursos alimentares ou estruturas especializadas para atrair ou abrigar formigas, recebendo em troca, proteção contra herbívoros, insetos brocadores, fitófagos reservatórios de patógenos e pilhadores de estruturas reprodutivas.

Oliveira et al. (1987), Delabie et al. (2003) e Rico-Gray & Oliveira (2007) destacam, entre os recursos alimentares usados pelas mirmecófitas para atrair formigas, os açúcares secretados por nectários extraflorais (NEFs), lipídios e, indiretamente, produtos do metabolismo da seiva, excretados por insetos sugadores, principalmente hemípteros (Fiala & Maschwitz, 1992; Del Claro et al., 2009).

Parte dessas plantas tem como estratégia principal de defesa contra esses organismos oferecerem estruturas especializadas em abrigar formigas (Ward, 1991; Delabie et al, 2003). Denominadas domácias, são estruturas intrinsecamente ocas ou que

podem ser facilmente escavadas pelas formigas, encontradas em plantas vivas (Ward, 1991; Fiala & Maschwitz, 1992; Rico-Gray & Oliveira, 2007). Porém, nem todo tipo de estrutura vegetal usada por formigas como abrigo e sítio de reprodução pode ser considerada domácia, tais como certos tipos de vagens (Delabie et al., 2003). É que há um tipo de relação não tão íntima entre formigas e plantas, que é o simples aproveitamento de ramos mortos para nidificar; nesta categoria, Carvalho & Vasconcelos (2002) citam 70 espécies de formigas nidificando ou ocupando ramos dispostos na serapilheira de floresta de terra firme da Amazônia Central. Klimes et al. (2012), avaliando os efeitos dos determinantes relacionados à sucessão em floresta de várzea, na Nova Guiné, em 1336 árvores de floresta primária examinadas, verificaram que 389 (29,12%) eram ocupadas por 80 espécies de formigas.

Dentre as mirmecófitas mais estudadas, são citadas diversas espécies dos gêneros *Acacia*, *Vachellia* e *Tachigali* /Fabaceae (Dejean et al, 2014, Ward, 2014); *Tococa*/Melastomataceae (Alvarez et al, 2001), *Maracanga*/Euphorbiaceae (Fiala & Maschwitz, 1992); *Cecropia*/Urticaceae (Vieira et al, 2010).

Dentre as Polygonaceae, destacam-se os gêneros *Triplaris* e *Ruprechtia* (Sanches, 2011). Interações entre formigas e o pau-de-novato ou novateiro *Triplaris americana* são bastante conhecidas (Brandbyge, 1986; Pott & Pott, 1994). Nos ramos desta árvore, constituídas de entrenós ocos, vivem *Pseudomyrmex triplarinus*, conhecida por sua agressividade, *Crematogaster* sp. (Oliveira et al., 1987) e outras espécies de formigas (AntWeb, 2014). Da Julia (2002) descreve as formas de ocupação da planta por *Pseudomyrmex triplarinus* e o efeito da agressividade dessas formigas na redução da herbivoria. Longino (1996) descreve os ninhos de *Azteca beltii* e *A. longiceps* em ramos de *Triplaris melaenodrendon.* Sanches (2011), por sua vez, apresenta um amplo estudo sobre as relações evolutivas e filogenéticas em

Polygonaceae em larga escala, com ênfase no gênero *Triplaris*, e um painel sobre mutualismo entre esta planta e formigas do gênero *Pseudomyrmex*, apresentando a filogenia e distribuição geográfica relativas ao assunto; Ward & Downie (2005) apresentam a filogenia do gênero *Pseudomyrmex* e outros Pseudomyrmecinae e suas relações coevolutivas com Polygonaceae que apresentam domácias.

Entretanto, Ward (1999) questiona: quão espécie-específicas são as associações entre formigas e suas plantas hospedeiras? O próprio autor responde que os dados eram, naquele momento, insuficientes para fornecer uma resposta detalhada, uma vez que muitos registros das plantas mirmecófilas estão ao nível de gênero. A melhor informação vem do subgrupo *Pseudomyrmex triplarinus*, e aqui há indicação de certo grau de especificidade, especialmente tendo em vista a simpatria parcial dos taxa envolvidos. Assim, pelo menos em alguns lugares, *Pseudomyrmex dendroicus* e *Pseudomyrmex triplaridis* coabitam *Triplaris americana*, enquanto *P. triplaridis* ocupa *T. weigeltiana* (Ward, 1999). No Pantanal, sub-região do Miranda-Abobral, além de *P. triplarinus* habitando domácias de *T. americana*, relação bastante conhecida (Oliveira et al, 1987), também encontramos *Pseudomyrmex triplaridis* habitando *T. americana*, mas sem compartilhar a mesma árvore (Souza, P.R., obs. pessoal; AntWeb 2014, coleção Mato Grosso do Sul). Segundo Ward (1999), há uma tendência de as espécies relacionadas de *Pseudomyrmex* usarem as mesmas espécies de *Triplaris*. Mas o autor ressalta, no entanto, que para a maioria das coleções de referência destas formigas, a planta hospedeira é simplesmente citada como "*Triplaris*", sem definir a espécie; dados de campo adicionais são necessários para confirmar esse padrão, afirma.

A ampla revisão de Brandbyge (1986), embora dedicada à distribuição e taxonomia de *Triplaris* (1986), ilustra quão vago é o conhecimento das espécies de Formicidae que ocupam os ramos de Polygonaceae, ao afirmar que “em todas as 17

espécies reconhecidas de *Triplaris*, os ramos ocos e galhos são ocupados por formigas, presumivelmente todas pertencentes ao gênero *Pseudomyrmex*". Por outro lado, Brandbyge (1986) cita apenas uma espécie do gênero em que não foram observadas formigas: *T. cumingiana*, exemplares examinados na costa do Equador.

Brandbyge (1986) reconhece 17 espécies, uma subespécie e uma variedade para o gênero *Triplaris* Loefl. ex L. (Polygonaceae). Destas, uma cuja fauna de formigas associada não está muito clara é *T. gardneriana*, popularmente denominada novateiro-preto (MS) e pau-jaú (MG, BA), árvore de 2-7m de altura (podendo chegar a 12 m, segundo Brandbyge, 1986), dioica, associada a ambientes alagáveis. *T. gardneriana* apresenta caule de 20-30 cm de diâmetro, tortuoso e ramificado, revestido por casca fina, lisa e descamante em placas delgadas; a copa é globosa, rala e baixa (Pott & Pott, 1994; Lorenzi, 2002).

De fato, embora sejam citadas 16 espécies mirmecófitas para o gênero *Triplaris*, das 17 válidas (Brandbyge,1986) e a relação entre formigas e *T. gardneriana* seja conhecida há mais de um século (Pott & Pott, 1994), não há estudos que estabeleçam algum padrão de ocupação ou que caracterizem o uso desta planta como sítio de reprodução por Formicidae, apesar da ampla distribuição da espécie, que abrange partes da América Central e do Sul: Panamá, Equador, Colômbia, Peru, Bolívia, Brasil (estados de AL, AM, BA, CE, GO, MA, MG, MS, MT, PE, PI, TO) e Paraguai (Mobot, 2014; NYBG, 2014; JSTOR, 2014). Tampouco a literatura menciona quais espécies de formigas usam esta planta, mesmo sem discriminar os modos de ocupação; essas informações, se existem, estariam dispersas em publicações sobre o gênero *Triplaris* (sem especificar qual espécie), conforme alerta Ward (1999).

Assim, este estudo teve como objetivo responder às seguintes questões: (1) *T. gardneriana* possui estruturas ou anatomia interna que favorecem a ocupação por

formigas ou cavidades especializadas que podem ser classificadas como domácias? (2) Quais espécies de formigas usam *T. gardneriana* para nidificar? (3) Existe algum padrão nos espaços ocupados na planta?

Material e Métodos

Área de estudo

Os trabalhos foram realizados no município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (21°41'42"S, 57°52'48"W), localizado no extremo-sul da planície sedimentar pantaneira, na divisa Brasil–Paraguai (Fig. 1), em áreas que compõem o Chaco Brasileiro. Estas correspondem a uma pequena fração (7%) do *Gran Chaco*, savana estépica com alta taxa de espécies vegetais endêmicas, composta de um mosaico de campos, florestas abertas, savanas propriamente ditas e florestas xéricas, distribuídas preponderantemente no norte da Argentina, oeste do Paraguai e sudeste da Bolívia (Redford et al, 1990; Prado, 2000; Bachmann et al., 2007). A porção brasileira desta savana estépica ocupa aproximadamente 41% dessa planície sedimentar no município de Porto Murtinho (Abdon & Silva, 2006) e faz parte da porção conhecida por Chaco Úmido ou Chaco Oriental (Bachmann et al., 2007).

Fig. 1 – Localização das populações de *Triplaris gardneriana* pesquisadas no Chaco em território brasileiro, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

Abdon & Silva (2006) caracterizam e quantificam as fitofisionomias que compõem o Chaco Brasileiro, agrupando-as em quatro grandes tipos: Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque (carandazais e paratudais), Savana Estépica Florestada e Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa ou Chaco Gramíneo-lenhoso. É no Chaco Gramíneo-lenhoso, área anualmente sujeita a inundação, que a *Triplaris gardneriana* (Polygonaceae) ocorre com frequência, por suportar longos períodos de cheia (Brandbyge, 1986; Pott & Pott, 1994).

Na área de estudo, além dessas quatro fitofisionomias maiores, há outra, diretamente relacionada ao microrrelevo, de pequenas dimensões mas importante para o desenvolvimento de *T. gardneriana*: o tacuru, termo usado no *Gran Chaco* (Pire et al, 1991), inclusive na porção brasileira, para designar áreas alagáveis ocupadas por montículos esparsos de altura variável. Originários da atividade biológica, Pire et al (1991) atribuem sua formação no Chaco Argentino à formiga *Camponotus punctulatus*.

Os tacurus de Porto Murtinho podem ser ter poucos metros de extensão, ocorrendo em pequenas áreas alagáveis, geralmente circulares, isoladas dentro das grandes fitofisionomias e pastagens artificiais ali existentes, ou ocupar extensas áreas (300m ou mais de comprimento), geralmente alongadas (seguindo o curso da água), localizadas geralmente no Chaco Gramíneo-Lenhoso. Os montículos que compõem os tacurus têm tamanho variável: apresentam até 40 cm de altura, a depender, localmente, da altura atingida pela lâmina d´água no período de cheia e da sua idade.

Das sete áreas amostradas, três estão localizadas total ou parcialmente em tacurus (Apêndice 1)

As coletas foram realizadas em sete localidades, remanescentes de Chaco Gramíneo-Lenhoso, áreas de transição e áreas antropizadas (Fig. 1) cuja altitude está entre 78 e 85m. A escolha dos locais para amostragem obedeceu aos seguintes critérios:

contemplar diferentes extensões e portes dos agrupamentos vegetais, diferentes feições fitofisionômicas e de microrrelevo (Fig. 2). As coordenadas geográficas, datas de coletas e características do ambiente de entorno são apresentados no Apêndice 1. As altitudes foram tomadas de GPS e de imagens de satélite e ferramentas do Google Earth (2014), versão livre.

Fig. 2 – Aspectos vegetacionais e da paisagem do entorno das populações de *Triplaris gardneriana* pesquisadas no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho, MS. (A) Aspecto do Chaco Gramíneo-lenhoso em período de cheia com *T. gardneriana* ao fundo (setas) e (B) inflorescências da planta feminina; (C) *T. gardneriana* (setas) em tacuru, cujos montículos aparecem em primeiro plano; (D) detalhe dos montículos que formam o tacuru; (E) em primeiro plano (setas), população de *T. gardneriana* instalada em tacuru com remanescente de Chaco Florestado no entorno.

Coleta de dados

Foram amostradas 127 árvores e arbustos (um ramo por planta) de *T. gardneriana*, totalizando 3.950 entrenós examinados. As amostragens ocorreram em dois períodos: Julho/2012 e Janeiro/2013 (Apêndice 1), sendo que a população na área 1 ocorreu em ambos os períodos, enquanto as demais áreas foram amostradas somente em Janeiro/2013. Esta repetição na área 1 serviu para contemplar dois momentos distintos: solo totalmente alagado (julho) e totalmente seco (janeiro), sendo esta a única das populações com esta alternância de cheia e seca nítida e quase toda localizada em tacuru. Como ocorreram duas coletas nessa população, mesmo que em períodos diferentes, teve-se o cuidado, com o auxílio de GPS, de não repetir o trajeto e, consequentemente, as plantas amostradas.

Em cada uma das sete áreas amostradas foi coletado aleatoriamente um ramo (em período diurno) por planta de *T. gardneriana*, cujo eixo principal media aproximadamente 80 cm de comprimento, localizado até 1,8m de altura, sendo esta considerada como representativa de uma planta. A coleta foi realizada em um percurso linear arbitrário, quando possível respeitando-se a distância mínima de 20 metros entre as plantas, totalizando 1215m de trajeto de coleta. A altura das plantas foi estimada utilizando-se como referência uma haste de 2m de comprimento, obtendo uma variação de 1,5 a 8 m, média de 3,46 m.

Cada ramo foi acondicionado inteiro em saco plástico de 100x20cm previamente identificado e contendo aproximadamente 10% de álcool etílico hidratado 92,8° INPM (álcool comercial). Imediatamente após ter sido fechado, o saco foi vigorosamente agitado, com o objetivo de banhar o ramo para fixação das formigas que supostamente ocupavam seu interior. Para proteção das amostras, os sacos foram transportados em uma bolsa de lona.

Em laboratório foram tomadas as medidas do comprimento da amostra (obtido pela soma do ramo primário ou eixo principal e os secundários), diâmetro da parede externa nas porções distal e proximal, diâmetro do oco nas porções distal, mediana e proximal do eixo primário, bem como o número de entrenós por ramo. Em seguida, os ramos foram cuidadosamente seccionados longitudinalmente, em busca de ninhos de formigas. Com base em Morais & Benson, 1988, consideramos ninho o entrenó de *T. gardneriana* contendo qualquer forma imatura de formiga em seu interior; por não termos explorado cada planta por inteiro, quando encontrado, não discriminamos se tal ninho se tratava de uma colônia completa ou parte de uma colônia.

Para verificar se o material vegetal poderia ser classificado como domácia, complementarmente à busca por ninhos de formigas, a olho nu foram examinados o aspecto geral e consistência dos tecidos externos e internos e a fase de vida dos ramos ocupados ou não. Para os ramos ocupados por formigas e outros invertebrados foram medidos ainda o comprimento, o diâmetro da superfície externa e do oco de cada entrenó ocupado, bem como o diâmetro do orifício de entrada das formigas, quando existente. Para ramos ocos coletados com a extremidade quebrada, mesmo havendo orifício lateral, consideramos como diâmetro da abertura o diâmetro do próprio oco, por ser a maior medida.

As formas adultas e imaturas de formigas foram acondicionadas em frasco eppendorf contendo álcool comercial e etiqueta de identificação do ramo e entrenó ocupado. As formigas foram analisadas sob estereomicroscópio, em placa de Petri contendo álcool comercial, depois de separadas por espécie, estágio de desenvolvimento (ovo, larva, pupa, adulto), sendo que pupas e adultos foram agrupados segundo as castas: operária menor e operária maior (quando existentes na espécie), macho, gine e rainha.

Complementarmente, também foram contadas e categorizadas em castas as formigas encontradas no interior de entrenós não caracterizados como ninho (i.e, ausência de imaturos), ou que ficaram retidas no saco plástico, mas estes dados não foram considerados para efeito de caracterização da arquitetura e ocupação dos ninhos, porque estes exemplares poderiam estar somente explorando a planta, em busca de alimento ou abrigo temporário ou, quando formas reprodutivas, em busca de locais de nidificação.

Também foram identificados e quantificados outros invertebrados (coccídeos, aranhas, pseudoescorpiões etc.) ocupando o interior dos entrenós, e feitas as medidas destes, com vistas a possibilitar a compreensão de algum tipo de interação entre estes, a planta hospedeira e as formigas.

A identificação do material botânico foi feita pelo Dr. Arnildo Pott, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com base na coleção do Herbário CGMS, desta universidade. A identificação das formigas foi feita pelo Dr. Jacques C. H. Delabie, Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau (Ceplac), sendo os espécimes coletados depositados nesta coleção de referência.

Análise dos dados

Com o objetivo de estimar a riqueza total de espécies de formigas ocupando *T. gardneriana* realizamos uma estimativa bootstrap de riqueza de espécies, bem como seu intervalo de confiança. Esta estimativa foi realizada utilizando o comando specpool no pacote vegan. Uma curva do coletor também foi gerada para estes dados, através do comando specaccum, com seleção aleatória de amostras e 100 permutações.

Resultados e Discussão

Interações

Registramos 10 espécies de formigas nidificando em *Triplaris gardneriana* Wedd., pertencentes a três subfamílias: Myrmicinae (seis espécies), Pseudomyrmecinae (três espécies) e Dolichoderinae (uma espécie). No entanto, por meio da estimativa boostrap, 12 espécies de formigas devem usar esta espécie para nidificar ($IC_{0.05}$=10 a 14 espécies). A curva do coletor demonstra que rapidamente se alcançam as dez espécies registradas, ocorrendo a estabilização da riqueza de espécies neste patamar (Fig. 3).

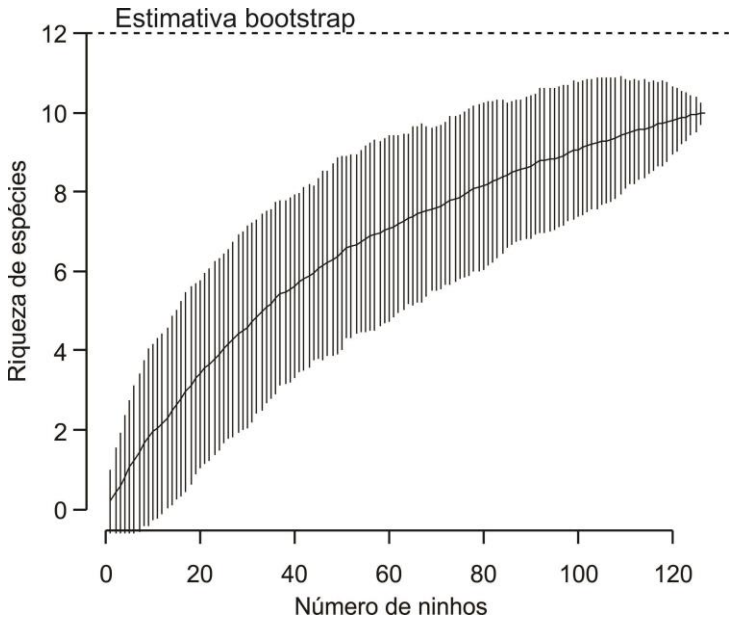


Fig. 3 – Curva de acumulação de espécies de formigas (± sd) nidificando em *Triplaris gardneriana* no Chaco Brasileiro, Porto Murtinho, MS em julho/2012 e janeiro/2013

Das 127 amostras analisadas, 99 (78%) não foram colonizadas por formigas e 28 (22%) o foram (Fig. 4A). As espécies mais frequentes foram *Pseudomyrmex acanthobius*, *Solenopsis* sp1 e *Cephalotes incertus*, cada uma com cinco ocorrências (3,9% das amostras), seguidas de *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp2, com quatro (3,1%),

Azteca aff. *constructor* com três (2,4%) e *Cephalotes pellans*, com duas ocorrências (1,6%). *Nesomyrmex spininodis*, *Cephalotes depressus*, *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp3 e *Cephalotes* sp.n foram as espécies menos efetivas na ocupação de *T. gardneriana*, com apenas uma ocorrência (0,8% cada). Não constatamos mais de uma colônia/espécie ocupando um mesmo ramo.

Pelo menos três das 10 espécies encontradas podem ser consideradas primeira citação como usuárias de *T. gardneriana* para nidificação, uma vez que Ward (2014) lista oito espécies de *Pseudomyrmex* associadas a *Triplaris*, mas sem informar qual é a espécie da planta hospedeira; e nenhuma das formigas por ele citadas são do grupo *pallidus*, embora tenhamos encontrado duas espécies deste grupo neste trabalho. *Pseudomyrmex acanthobius*, por outro lado, é citada nidificando unicamente em espinhos de *Acacia*, no Paraguai (Wild, 2007), que verificamos se tratar de *Vachellia (Acacia) caven* (Mobot, 2014).

Das quatro espécies de *Cephalotes*, o destaque é para uma espécie não descrita e *C. pellans*, cuja distribuição era até então restrita ao Paraguai (AntWeb, 2014).

Outra espécie a ser destacada é *Azteca* aff. *constructor*. Por falta de localização da rainha, não nos foi possível determinar a espécie. Segundo Ward (1999), o gênero *Azteca* também tem espécies que são habitantes especializadas de *Triplaris* e *Tachigali* e ocorrem simpatricamente com *Pseudomyrmex* em algumas localidades. A natureza das interações competitivas entre essas espécies e os possíveis papéis de mediação de cochonilhas (Coccidae e Pseudococcidae) e das particularidades das espécies de plantas, são fascinantes mas, em grande parte, são áreas inexploradas, afirma.

Quanto ao número de entrenós ocupados para nidificação (Fig. 4B), cada um sendo considerado o próprio ninho (conforme Morais & Benson, 1988), nas 28 amostras colonizadas encontramos 49 ninhos; destes, *Azteca* aff. *constructor* se destacou, com 13

ninhos (26,5%), seguida de *Cephalotes incertus*, com nove (18,4%). *Pseudomyrmex acanthobius* e *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp.2 tiveram sete ninhos cada (14,3%); para *Solenopsis* sp1 foram seis ninhos (12,2%) e *Cephalotes pellans*, três (6,1%). Quatro espécies ocuparam apenas um entrenó para nidificação (8%).

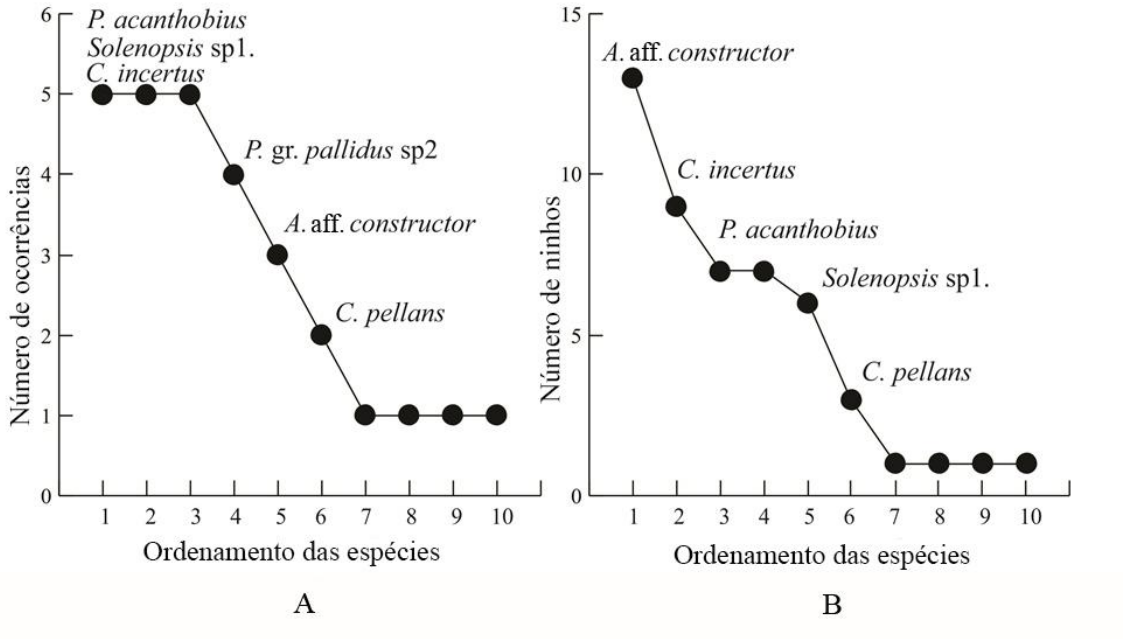


Fig. 4 – Espécies de formigas que nidificam em *Triplaris gardneriana*. (A) espécies que se destacaram na ocupação das plantas (foi encontrado pelo menos um ninho por ramo); (B) espécies que tiveram o maior número de ninhos (um por entrenó).

Constatamos que a menor câmara ocupada pelas formigas em *T. gardneriana* apresentou 17mm de comprimento (*Cephalotes* sp.n) e 5mm de diâmetro (*P.* gr. *pallidus* sp3), enquanto as câmaras mais longas foram de *Nesomyrmex spininodis* (106,7mm) e as mais largas foram de *Cephalotes* sp.n (16,1mm) (Tabela 1).

Tabela 1 – Subfamílias e respectivas espécies de formigas encontradas em *Triplaris gardneriana*: morfometria dos entrenós ocupados e número de indivíduos imaturos e adultos encontrados em seu interior. Valores em negrito = média de valores; entre parênteses = desvio padrão; NA = dados incompletos; Comp. = comprimento do entrenó; Ø = diâmetro do entrenó; Ø gal. = diâmetro da galeria; Ø orif. = diâmetro do orifício de passagem. (Para os ramos coletados quebrados, o próprio diâmetro da galeria foi considerado como orifício de entrada e saída das formigas.).

Subfamília / Espécie	**Ramos ocupados**	**Entrenós ocupados**	**Morfometria dos entrenós ocupados (mm)**				**Imaturos**	**Adultos**	**Total formigas**
			Comp.	**Ø**	**Ø gal.**	**Ø orif.**			
Dolichoderinae									
Azteca aff. *constructor*	3	13	**40,7**	**8,2**	**2,9**	**2,1**	**9,5**	**8,4**	**17,9**
			(18,0)	(4,2)	(1,0)	(1,2)	(13,1)	(9,5)	(21,0)
Pseudomyrmecinae									
Pseudomyrmex acanthobius	5	7	**52,5**	**9,7**	**2,9**	**1,4**	**27,1**	**14,7**	**41,9**
			(13,8)	(3,9)	(0,8)	(1,0)	(12,3)	(5,3)	(15,9)
Pseudomyrmex gr. *pallidus* sp.2	4	7	**38,1**	**4,1**	**2,5**	**2,5**	**29,6**	**9,9**	**39,4**
			(8,5)	(0,8)	(0,6)	(0,6)	(23,7)	(5,1)	(27,6)
Pseudomyrmex gr. *pallidus* sp.3	1	1	51,4	5,0	2,0	1,2	19,0	12,0	31,0
Myrmicinae									
Cephalotes depressus	1	1	58,8	8,4	2,4	NA	3,0	1,0	4,0
Cephalotes incertus	5	9	**48,4**	**6,2**	**2,1**	**2,2**	**12,8**	**12,7**	**25,4**
			(33,1)	(1,7)	(0,6)	(0,7)	(16,0)	(9,8)	(14,5)
Cephalotes pellans	2	3	**57,7**	**9,6**	**2,9**	**2,9**	**21,0**	**14,7**	**35,7**
			(17,8)	(2,5)	(0,0)	(0,0)	(5,0)	(14,8)	(18,6)
Cephalotes sp.n	1	1	17,0	16,1	3,3	2,2	9,0	6,0	15,0
Nesomyrmex spininodis	1	1	106,7	9,3	3,5	NA	42,0	12,0	54,0
Solenopsis sp.1	5	6	**48,4**	**7,1**	**2,9**	**0,9**	**20,3**	**23,8**	**44,2**
			(22,5)	(3,1)	(3,1)	(0,1)	(21,8)	(11,5)	(30,5)
Total	28	49					894	613	1507
Médias			**52,0**	**8,4**	**2,7**	**1,9**	**19,3**	**11,5**	**30,8**

A ocupação dos ramos com efetiva formação de ninhos pelas 10 espécies de formigas foi indicada pela presença de 894 imaturos (média de 19,3 por entrenó), sendo

226 ovos, 346 larvas, 257 pupas de operárias, 44 pupas de gines e 21 pupas de machos (Tab. 2).

Tabela 2 – Subfamílias e respectivas espécies de formigas encontradas em *Triplaris gardneriana*: número de indivíduos imaturos (por castas) e adultos encontrados nos entrenós. Valores em negrito = média de valores; entre parênteses = desvio padrão.

Subfamília / Espécie	**Ninhos**	**Ovos**	**Larvas**	**Pupas operárias**	**Pupas gines**	**Pupas machos**	**Total imaturos**	**Adultos**	**Total formigas**
Dolichoderinae									
Azteca aff. *constructor*	**1,0**	**1,0**	**3,0**	**5,5**	**0,0**	**0,0**	**9,5**	**8,4**	**17,9**
	(0,0)	(1,5)	(4,6)	(9,7)	(0,0)	(0,0)	(13,1)	(9,5)	(21,0)
Pseudomyrmecinae									
Pseudomyrmex acanthobius	**1,0**	**5,1**	**13,9**	**3,9**	**3,1**	**1,1**	**27,1**	**14,7**	**41,9**
	(0,0)	(4,7)	(7,8)	(3,7)	(4,0)	(1,9)	(12,3)	(5,3)	(15,9)
Pseudomyrmex gr. *pallidus* sp.2	**1,0**	**8,4**	**18,0**	**1,0**	**1,9**	**0,3**	**29,6**	**9,9**	**39,4**
	(0,0)	(19,3)	(14,4)	(1,9)	(3,2)	(0,8)	(23,7)	(5,1)	(27,6)
Pseudomyrmex gr. *pallidus* sp.3	1,0	0,0	16,0	3,0	0,0	0,0	19,0	12,0	31,0
Myrmicinae									
Cephalotes depressus	1,0	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	3,0	1,0	4,0
Cephalotes incertus	**1,0**	**7,8**	**1,9**	**3,1**	**0,0**	**0,0**	**12,8**	**12,7**	**25,4**
	(0,0)	(12,3)	(2,1)	(2,9)	(0,0)	(0,0)	(16,0)	(9,8)	(14,5)
Cephalotes pellans	**1,0**	**11,0**	**4,7**	**5,3**	**0,0**	**0,0**	**21,0**	**14,7**	**35,7**
	(0,0)	(10,5)	(4,2)	(6,5)	(0,0)	(0,0)	(5,0)	(14,8)	(18,6)
Cephalotes sp.n	1,0	3,0	1,0	5,0	0,0	0,0	9,0	6,0	15,0
Nesomyrmex spininodis	1,0	5,0	10,0	17,0	0,0	10,0	42,0	12,0	54,0
Solenopsis sp.1	**1,0**	**1,2**	**4,0**	**13,5**	**1,5**	**0,2**	**20,3**	**23,8**	**44,2**
	(0,0)	(1,6)	(4,7)	(17,0)	(2,3)	(0,4)	(21,8)	(11,5)	(30,5)
Total	49	226	346	257	44	21	894	613	1507
Médias		**4,3**	**7,4**	**5,8**	**0,7**	**1,2**	**19,3**	**11,5**	**30,8**

Ao compararmos plantas de *T. gardneriana* completamente isoladas pela água (julho) com plantas do mesmo local, mas em período de seca (janeiro – Apêndice 1), verificamos que uma espécie nidifica em plantas alagadas (*Solenopsis* sp1), três espécies nidificam em plantas sobre solo seco (*Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp2, *P. acanthobius* e *Nesomyrmex spininodis*) e uma nas duas situações (*Cephalotes incertus*);

contudo, tais resultados não significam que as duas primeiras espécies nidifiquem em *T. gardneriana* exclusivamente sob estas condições. As demais espécies, i.e, *Azteca* aff. *constructor*, *Cephalotes pellans*, *C. depressus*, *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp3 e *Cephalotes* sp.n., não ocorreram na população de *T. gardneriana* estudada sob as duas condições.

Caracterização do material botânico e os padrões de ocupação por formigas

Ao compararmos as amostras ocupadas por formigas com as não ocupadas, verificamos que as variáveis morfométricas consideradas – comprimento do ramo, número de entrenós, diâmetros externos da base e do ápice e o diâmetro do oco nas porções basal, mediana e apical – são semelhantes. Este resultado permite-nos especular que todos os ramos poderiam ser colonizados pelas formigas, estando a ocupação dependente de outros fatores, tais como integridade física (se ramo partido ou não) e grau de maturação em que determinada fração do ramo se encontra e à aptidão da espécie de Formicidae em colonizá-la.

De fato, a habilidade em ocupar os ramos parece diferir entre as espécies encontradas (Fig. 4), e também os entrenós de um mesmo ramo: *Azteca* aff. *constructor* ocupou até seis entrenós por ramo, seguida de *Cephalotes incertus* e *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp.2, com até três ninhos por ramo.

Quanto à biometria dos entrenós ocupados por qualquer espécie de formiga (os ninhos propriamente ditos, conforme Morais & Benson 1988), os valores médios foram: comprimento do entrenó, 47,1mm (± 22,4, sendo bem mais curtos na região próxima ao eixo principal); diâmetro externo, 7,7mm (± 3,7). A galeria mediu 56,5 (± 43,7) por 2,7mm (± 1,3). O diâmetro da abertura do entrenó para o meio externo mediu 2,0mm (± 1,0), considerados os orifícios supostamente abertos pelas formigas (que mediram 1,3mm ± 0,9) e o diâmetro do próprio oco, no caso dos ramos partidos.

No material estudado e nas observações de campo não verificamos formação de galhas, que são comuns em certas espécies arbóreas da região e utilizadas por formigas como abrigo e nidificação, tais como as Fabaceae *Prosopis ruscifolia* e *Vachellia caven*. Após a análise de 3950 entrenós (distribuídos em 127 ramos), nossos estudos indicam que estes são a única estrutura ocupada por formigas em *T. gardneriana*, sendo que *Azteca* aff. *constructor* utiliza exclusivamente ramos vivos para nidificar (Fig. 5B), enquanto que *Solenopsis* sp.1 utiliza ramos vivos e mortos e as demais espécies encontradas (8) utilizam somente ramos mortos, ocupando a cavidade deixada pela aparente contração do parênquima medular (Scremin-Dias, E., com. pessoal, 4 abril 2013), tecido mole, de aspecto esponjoso, encontrado no eixo central do ramo; quando jovem ele é túrgido, verde claro a esbranquiçado (Fig. 5A) e marrom quando maduro (Fig. 5E).

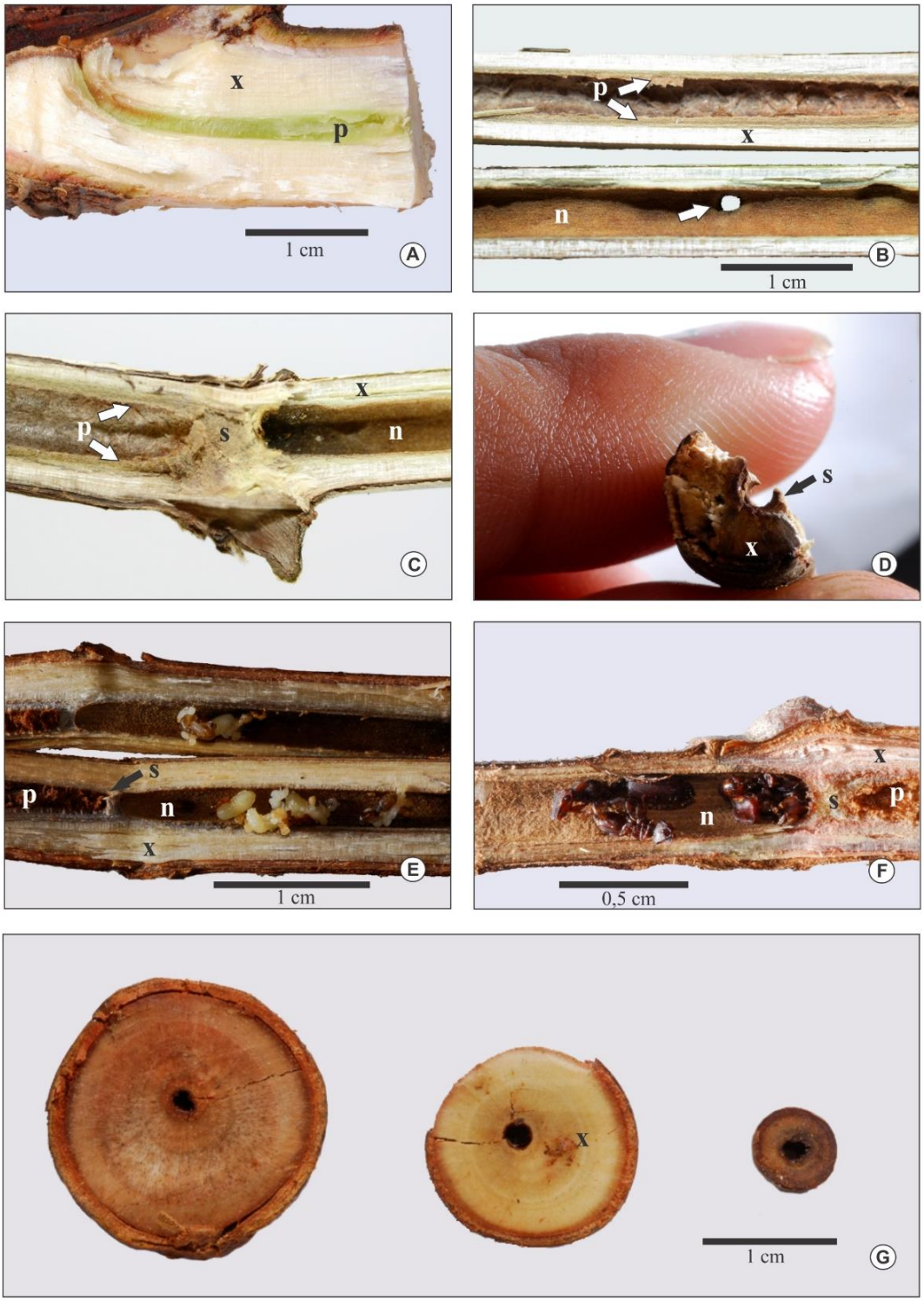


Fig. 5 – Caracterização dos ramos de *Triplaris gardneriana*. x = xilema; p = parênquima medular; n = ninho; s = septo. (A) corte longitudinal de ramo jovem com parênquima medular imaturo; (B) ramo maduro, vivo – entrenó superior: aspecto da cavidade não colonizada por formigas, em que se percebe resquícios do parênquima

medular (de aspecto fibroso) nas paredes internas; entrenó inferior: ocupado por *Azteca* aff. *constructor*, é praticamente desprovido de parênquima medular, retirado pelas formigas (a seta indica o orifício de entrada do ninho); (C) os mesmos entrenós do ramo B, destacando a espessa parede que os separa; (D) corte transversal de ramo apresentando orifício de 1mm, que comunica a galeria de entrenós contíguos e ocupados por *Solenopsis* sp.1; (E) ninho de *Solenopsis* sp.1 em ramo morto; (F) ninho de *Cephalotes incertus* em ramo morto (rainha à esquerda); (G) corte transversal das porções distal (esq.), mediana (centro) e apical (dir.) de ramo de *T. gardneriana* demonstrando que o diâmetro da galeria é menor quanto mais espesso é o ramo, em termos absolutos e proporcionais.

De fato, nossas observações sugerem que o tecido parenquimatoso medular se retrai (provavelmente por desidratação) à medida que o ramo envelhece, deixando um espaço vazio no sentido longitudinal e, na parede interna do ramo, sobras de material de aspecto filiforme, fibroso mas macio ao toque, remanescente desse tecido (Fig. 5E). Contudo, o interior dos entrenós ocupados é desprovido desses resquícios do parênquima medular supostamente desidratado: verificamos que pelo menos três das 10 espécies de formigas (*Azteca* aff. *constructor*, *Solenopsis* sp1 e *Cephalotes incertus*) limpam a galeria do entrenó ocupado, já que os entrenós contíguos e não ocupados possuíam este resquício tecidual fibroso (Fig. 5). Segundo Davidson et al (1989), muitas associações obrigatórias formiga-planta parecem ser de espécies que requerem formas especiais de proteção para competir e de espécies de formigas predadoras. A nidificação dessas formigas em plantas com tricomas de proteção pode explicar a frequente co-ocorrência de tricomas inibidores e domácias em um número de gêneros de plantas mirmecófilas. Embora o parênquima medular maduro de *T. gardneriana* tenha aspecto

que lembre tricomas, não encontramos indícios que apontem que este teria função seletiva, ao impedir a ocupação da galeria por outras espécies de formigas.

As cavidades de cada entrenó de *T. gardneriana* são naturalmente isoladas por um septo mais resistente, formado de espessa parede (Fig. 5 C), com ou sem formiga, ramo maduro ou novo. Entretanto, em um ramo vivo registramos um orifício de um milímetro na parede que separa os entrenós (fig. 5D), possibilitando a passagem de *Solenopsis* sp.1 entre dois entrenós contíguos, ambos ocupados por ela; como não foi encontrado qualquer vestígio de inseto brocador no ramo, é provável que tenha sido aberto pela própria formiga. Isto pode explicar o motivo de termos encontrado alguns ninhos, mas não o orifício de entrada e saída das formigas, provavelmente localizado em algum entrenó em posição distal ao entrenó em que o ninho foi formado. Este resultado, associado à ausência de rainha em 89,8% dos ninhos localizados – somente para *Pseudomyrmex acanthobius* encontramos uma rainha, e para *Cephalotes incertus* encontramos cinco rainhas em quatro ninhos – sugere que, em tais casos, trata-se de uma câmara isolando a prole da rainha, e que a colônia poderia estar distribuída pela árvore, e não em único entrenó.

Ward (1999), referindo-se a *Pseudomyrmex kuenckeli* (uma não-especialista do grupo *viduus*, espécie agressiva que nidifica em ramos de várias plantas), infere que, embora esta espécie prefira formar os ninhos primariamente em ramos mortos, estes podem ser compridos e ter contato substancial com tecidos vivos de plantas, sugerindo a possibilidade de que as cavidades dos ninhos se estendam para dentro dos ramos vivos, em que cochonilhas (coccídeos) são cuidadas pelas operárias. Em nosso trabalho encontramos indícios de que isto ocorra, pois três entrenós (um por ramo) estavam ocupados por coccídeos mas sem formigas, cujos ninhos localizavam-se em outra porção desses ramos.

Outro aspecto a se considerar é o diâmetro das cavidades dos ramos, fundamental à instalação das formigas nas plantas. Contrariando o que esperávamos, o diâmetro do oco na porção proximal do ramo, a mais espessa, é de 1,4mm (± 1,2), enquanto nas extremidades mede 2,1mm (± 0,7), representando 1,5 vezes mais, apesar do amplo desvio padrão do primeiro. Disto deduz-se que o ramo tem um crescimento periférico, no sentido de dentro para fora, com relação ao eixo, mas também deve haver espessamento das paredes das galerias, diminuindo a luz (o oco propriamente) à medida que o ramo se desenvolve (Fig. 5G).

Não encontramos ninhos nas extremidades não ocas dos ramos, ou seja, nas proximidades da região meristemática, cujo interior é ocupado por tecido medular, jovem, esverdeado e aparentemente mais hidratado (Fig. 5A).

Com relação ao diâmetro externo da base e do ápice dos ramos (respectivamente 15,0 ±4,9 e 5,1 ±2,2), o diâmetro do oco da base do ramo é proporcionalmente menor (1:11) que o dos ápices (1,2:3); ou seja, quanto mais espesso é o ramo, menor é o diâmetro da cavidade (Fig. 5G). Isto explica a ocupação dos ramos pelas formigas: os ninhos foram encontrados nos entrenós mais distantes da base do ramo. Este padrão apoia os resultados obtidos exclusivamente dos entrenós ocupados por formigas (n = 49): nestes, o diâmetro externo foi de 7,7mm (± 3,7), e o do oco, 2,7mm (± 1,3), o que dá uma razão de 0,3, muito próxima da encontrada considerando a totalidade dos ápices (= 0,4) e 3,3 vezes maior que a razão diâmetro externo/diâmetro galeria encontrada nas porções basais, que foi de 0,09.

Contudo, tal padrão não se aplica a *Azteca* aff. *constructor*: em observações de campo registramos três ninhos desta espécie em troncos espessos (diâmetro superior a 15 cm) de árvores vivas, o que reforça os resultados obtidos da análise dos ramos em laboratório, ou seja, esta espécie escavaria os tecidos vivos de *T. gardneriana* para

construir o ninho e os indícios são fortes para acreditarmos que não usa ramos mortos desta planta para nidificar.

Destas observações aventamos quatro hipóteses: (i) qualquer que seja o meio utilizado para se ocupar o interior do ramo (orifício aberto por formigas, por um organismo precursor, morte ou fracionamento natural das extremidades), os entrenós com parênquima medular maduro e razão diâmetro do ramo/diâmetro do oco na ordem de 0,3 são mais propícios à ocupação por formigas; (ii), os entrenós localizados nas proximidades do meristema, por serem ocupados por parênquima medular jovem, hidratado, não oferecem condições ideais para o abrigo da prole, pois provavelmente contribuem ao desenvolvimento de patógenos, especialmente fungos; (iii) os entrenós medianos, ao contrário, possuem parede externa mais delgada, tecido medular retraído quando maduro, formando uma galeria de diâmetro favorável à perfuração pelas próprias formigas ou algum organismo precursor; (iv) esses entrenós medianos, por serem menos espessos e mais frágeis, se quebram com mais facilidade, o que favorece a ocupação do espaço interior por formigas oportunistas.

Nossos estudos demonstram ainda que os entrenós de *T. gardneriana* são domácias, segundo o conceito estabelecido (Ward, 1991), apesar de *Azteca* aff. *constructor* ter sido a única espécie a nidificar exclusivamente em ramos vivos (Fig. 6) e *Solenopsis* sp1, nestes e em ramos mortos. Mesmo para as oito espécies de formigas encontradas exclusivamente em ramos secos, estes estavam em plantas vivas; por isto; entendemos que esta característica (de manter ramos mortos na planta viva) pode ser considerada como mais uma estratégia de *T. gardneriana* para abrigar colônias de formigas que poderiam contribuir na proteção da planta e, portanto, estes ramos também devem ser considerados domácias.

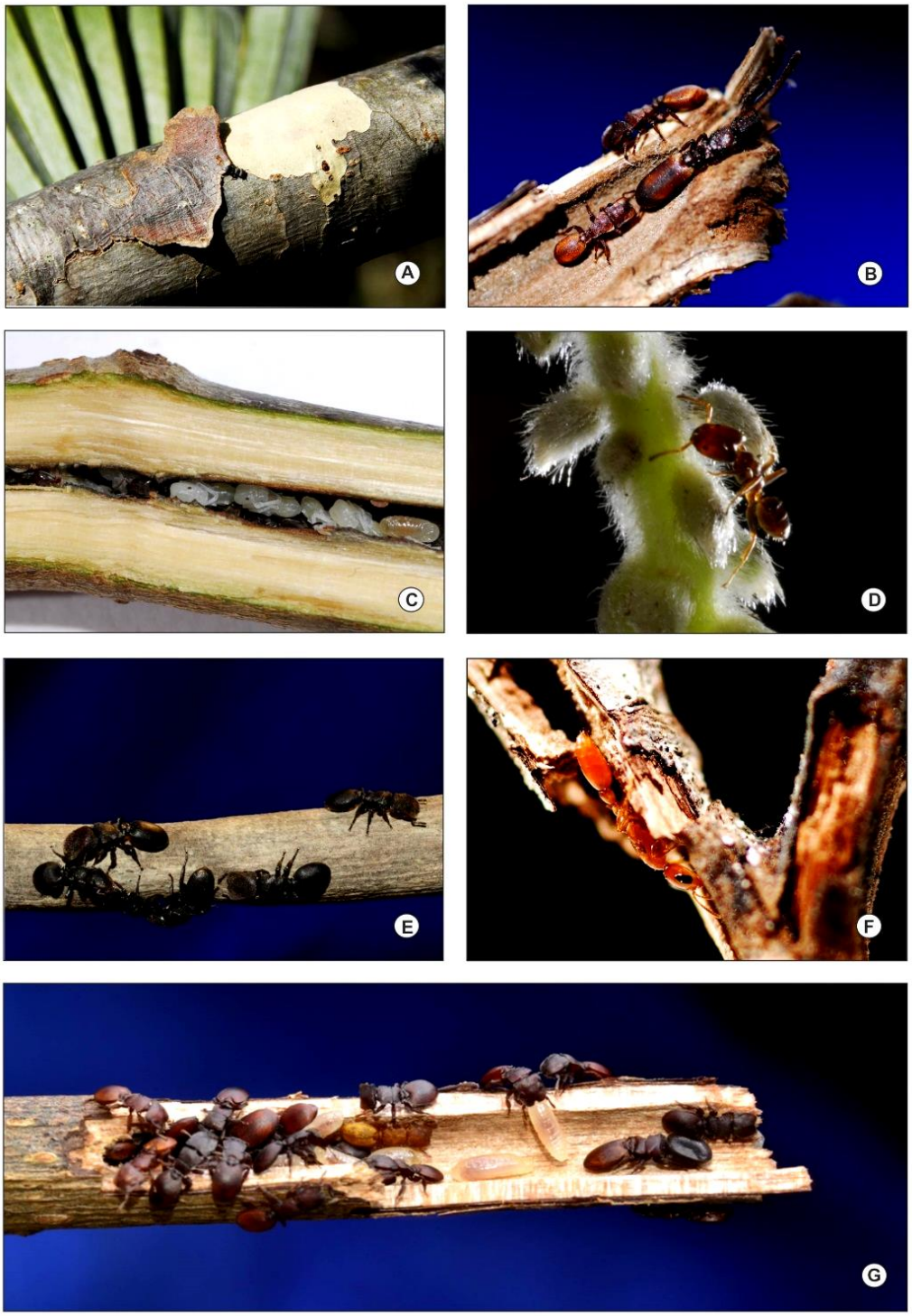


Fig. 6 – Algumas das espécies de formigas que nidificam em *Triplaris gardneriana*. (A) aspecto geral do tronco de *T. gardneriana*, com escamas típicas se desprendendo da casca; ao centro, operária de *Cephalotes*; (B) *Cephalotes incertus*: operária maior (no alto), operária menor (esq.) e rainha (dir.); (C) ninho de *Azteca* aff. *constructor* com indivíduos adultos (esq.), pupas (dir.) e larva (esq.); notar que esta espécie ocupa ramos

vivos para nidificar; (D) operária de *Azteca* aff. *constructor* explorando inflorescência da planta; (E) *Cephalotes* sp.n (operária menor e quatro operárias maiores); (F) rainha de *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp.2; (G) *Cephalotes pellans*: ao centro, operária imatura (amarelada) e duas larvas; à direita, operária maior (cabeça discoidal). Os ramos B, C e G foram abertos para evidenciar os ninhos.

Embora tenhamos caracterizado o aspecto interno e externo de domácias em ramos vivos e mortos de *T. gardneriana* e identificado formas imaturas e adultas de 10 das espécies de formigas que ocupam essa planta (Fig. 6), bem como os padrões de ocupação e a morfometria dos ramos e entrenós ocupados, algumas questões permanecem em aberto. A principal seria estabelecer quais dessas espécies de formigas, especialmente as duas *Pseudomyrmex* do grupo *pallidus* não determinadas ao nível específico, são habitantes obrigatórias do gênero *Triplaris*, em particular *T. gardneriana*, e quais são generalistas, tal como ocorre com o grupo *viduus*, em que cinco espécies de *Pseudomyrmex* são habitantes obrigatórias de *Triplaris*, enquanto que uma espécie, *P. viduus*, utiliza diversas plantas hospedeiras dos gêneros *Cordia*, *Coussapoa*, *Ocotea*, *Pseudobombax*, *Pterocarpus*, *Sapium*, *Triplaris* e outras mirmecófitas (Ward, 1999). Outra possibilidade de estudo, mediante o exame de plantas inteiras, seria estabelecer quais espécies compartilham a mesma planta para nidificação, os limites de ocupação das colônias da mesma espécie, quais espécies são polidômicas, quais são poligínicas e em que porções da planta as câmaras de postura estariam localizadas. Segundo Fonseca (1999), nos trópicos existem algumas poucas centenas de espécies de formigas que nidificam exclusivamente dentro de mirmecófitas. Para estas formigas, o espaço de nidificação é um recurso essencial que precisa ser dividido entre elas, abrindo assim a possibilidade de competição intraespecífica e interespecífica forte.

Agradecimentos

Ao Dr. Jacques Delabie, por disponibilizar o acesso ao Laboratório de Mirmecologia/Ceplac e pela identificação das formigas. Às estagiárias Suelen Sandim de Carvalho, Maria Luciana Zequim Colado, Edianni Marcela dos Santos (Anni), Vivian Nakagava e Amanda Navaresi (Ciências Biológicas/UFMS) e aos acadêmicos Juliana Saraiva e Guilherme Dias (Ciências Biológicas/UEMS), pelo auxílio na coleta e triagem do material. À Dra. Edna Scremin Dias e Daniele B. Borges, pelas discussões sobre a anatomia interna do material botânico, e ao dr. Arnildo Pott, pela identificação do material botânico. À Fundect-MS, pelo apoio concedido.

Referências

Abdon, M.M. & Silva, J.C.V. (2006). Fisionomias da vegetação nas subregiões do Pantanal brasileiro. São José dos Campos: INPE; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária. 1CD-ROM.

Alvarez, G.; Armbrecht, I; Jimenez, E.; Armbrecht, H.& UlloaChacon, P.(2001). Ant-plant association in two Tococa species from a primary rain forest of Colombian Choco (Hymenoptera : Formicidae). Sociobiology 38:585-602. http://canopy.evergreen.edu/BCD/Content/Citations/Citation.aspx?refid=5496. (Acesso: 14 março 2014)

AntWeb (2014). http://www.antweb.org. (data do acesso: 22 jan. 2014).

Bachmann, L., Daniele, C., Frassetto, A. & Mereb, J. (2005). Identificación expeditiva de los principales problemas ambientales em el ‘granchaco’ argentino. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 35 p.

Brandbyge, J. (1986). A revision of the genus *Triplaris* (Polygonaceae). Nordic J Botany. 6 (5), 545-570.

Carvalho, K.S. & Vasconcelos, H. L. (2002). Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. Rev Bras Entomol 46(2): 115-121

Davidson, D.W.; Snelling, R.R. & Longino, J. T. (1989). Competition Among Ants for Myrmecophytes and the Significance of Plant Trichomes. Biotropica, 21(1) 64-73.

Da Julia, A. M. (2002). História natural e aspectos ecológicos da interação entre *Triplaris americana* (Polygonaceae) e *Pseudomyrmex triplarinus* (Formicidae: Myrmicinae) no Pantanal Sul-mato-grossense. Dissertação de mestrado. Programa de Ecologia e Conservação, UFMS, 83p.

Dejean, A.; Labrière, N.; Touchard, A.; Petitclere, F. & Roux, O. (2014). Nesting habits shape feedinf preferences and predatory behavior in an ant genus. Naturwissenschaften. DOI 10.1007/s00114-014-1159-1 http://link.springer.com/article/10.1007/s00114-014-1159-1#page-1 (Acesso: 14 março 2014).

Delabie, J.H.C.; Ospina, M. & Zabala, G. (2003). Relaciones entre hormigas y plantas: uma introducción. In: Fernández F. (ed.). Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 398 p.

Del-Claro, K; Torezan-Silingardi, H.M.; Belchior, C. & Alves-Silva, S. (2009). Ecologia comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. Oecol. Bras., 13 (1), 16-26.

Fiala, B. & Maschwitz, U. (1992). Domatia as most important adaptations in the evolution of myrmecophytes in the paleotropical tree genus *Macaranga* (Euphorbiaceae). Pl. Syst. Evol. 180: 53-64

Fonseca, C.R. (1999). Amazonian ant–plant interactions and the nesting space limitation hypothesis. Journal of Tropical Ecology. 15 (06), 807-825.

Google Earth (2014). http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/ (data do acesso: 10 jan. 2014).

JSTOR Global plants. (2014). http://plants.jstor.org/search?plantName=%22Triplaris+gardneriana%22&syn=1. (data do acesso: 13 jan. 2014).

Klimes, P; Idigel, C.; Rimandai, M.; Fayle, T.M.; Janda, M.; Weiblen, G.D. & Novotny, V. (2012). Why are there more arboreal ant species in primary than in secondary tropical forests? Journal of Animal Ecology. 81, 1103-1112 doi: 10.1111/j.1365-2656.2012.02002.x

Longino, J. T. (1996). Taxonomic characterization of some live-stem inhabiting *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica, with special reference to the ants of *Cordia* (Boraginaceae) and *Triplaris* (Polygonaceae). J. Hym, Res. 5, 131-156.

Lorenzi, H. (2002). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V.2. 2ªed. Plantarum. Nova Odessa, 368 p.

Mobot (2014). Missouri Botanical Garden. http://www.tropicos.org/Name/26000380?tab=specimens. (data do acesso: 13 jan. 2014).

Morais, H.C. & Benson, W.W. (1988). Recolonização de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas. R. Bras. Biol., 48(3): 459-466p.

NYBG – The New York Botanical Garden. (2014). //sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org>%2Fscience2%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData|AdmWebMetadata&QueryOption=any&Submit=Search&QueryTerms=Triplaris+gardneriana. (data do acesso: 13 jan. 2014).

Oliveira, P.S., Oliveira-Filho, A.T. & Cintra, R. (1987). Ant foraging on ant-inhabited Triplaris (Polygonaceae) in Western Brazil: a field experiment using live termite-baits. Journal of Tropical Ecology, 3:193-200.

Pott, A. & Pott, V.J. (1994). Plantas do Pantanal. Empresa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Embrapa. Corumbá, 320 p.

Pire, E.F.; P.S. Torres, O.D.; Romagnoli & Lewis, J.P. (1991). The significance of ant-hills in depressed areas of the Great Chaco. Rev. Biol. Trop. 39: 71-76.

Prado, D.E. (2000). Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. Edi Nb. J. Bot. 57 (3): 437-461

Redford, K.H.; Taber, A. & Simonetti, J.A. (1990). There is more to biodiversity than the tropical rain forests. Conserv Biol. 4: 3

Rico-Gray, V. & Oliveira, P.S.(2007). The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions. Chicago: University of Chicago Press, 320p.

Sanches, A. (2011). Evolutionary relationships in Polygonaceae with emphasis on *Triplaris*. Tese. Graduate Faculty of Wake Forest Univesity Graduate School of Arts and Sciences. 235p.

Vieira, A.S.; Faccenda, O.; Antonnialli-Junior, W. & Fernandes, W.D. (2010). Nest structures and occurrence of three species of *Azteca* (Hymenoptera, Formicidae) in

Cecropia pachystachya (Urticaceae) in non-floodables pantanal áreas. Rev. Bras. Entomo. 54 (3) 441-455.

Ward, P.S. (1991). Phylogenetic analysis of Pseudomyrmecinae ants associated with domatia-bearing plants. In: Huxley, C.R. & D.F. Cutler (eds.). Ant-plant Interactions. Oxford: Oxford University Press. 335-352.

Ward, P.S. (1999). Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group (Hymenoptera: Formicidae), *Triplaris* and *Tachigali* inhabiting ants. Zool Journal Linnean Society, 126: 451-540. doi: 10.1111/j.1096-3642.1999.tb00157.x

Ward, P.S. & Downie, D. A. (2005). The ant subfamily Pseudomyrmecinae (Hymenoptera: Formicidae): phylogeny and evolution of big-eyed

arboreal ants. Syst. Entom., 30, 310-335.

Ward (2014). Pseudomyrmecinae ants associated with specialized ant-plants. http://wardlab.wordpress.com/research/pseudomyrmecinae/ant-plants/ (data do acesso: 21 mar. 2014).

Wheeler, W. M. (1928). Two interesting neotropical myrmecophytes (*Cordia nodosa* and *C. alliodora*). International Congress of Entomology, Ithaca, august 1928. Vol II.

Wild, A. L. (2007). A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa, 1622: 1-55

APÊNDICE 1 - **Localização e caracterização das áreas amostradas**

Tabela 3 – Localização e caracterização das populações de *Triplaris gardneriana* amostradas e ambientes do entorno, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. Coletas realizadas em julho 2012 (população 1, ambiente alagado) e janeiro de 2013 (ambiente seco, todas).

População	Local	Coordenadas geográficas	Número de plantas amostra-das	Caracterização do local e ambiente de entorno
1	Fazenda Flor do Pantanal	21°33'39.44"S 57°48'48.84"W	30	População instalada em tacuru e, no entorno (a 75 m), remanescente de Chaco Florestado. Plantas densamente agrupadas, crescendo sobre pequenos murundus, ocupando uma mancha irregular de 215x57m. Durante a coleta (julho/12), plantas totalmente isoladas pela cheia.
			30	Idem à anterior, exceto o nível da água na coleta (janeiro/13): solo totalmente seco.
2	Estrada faz. Flor do Pantanal-faz. Palhaty	21°36'27.27"S 57°48'58.01"W	10	Beira de estrada; de um lado há um brejo e do outro remanescente de Chaco Florestado.
3	Estrada vicinal que liga a faz. Quebracho à rodovia asfaltada	21°49'8.61"S 57°48'43.44"W	10	Caixa de empréstimo de estrada vicinal, margeada por carandazal.
4	Estrada vicinal que liga a fazenda Quebracho à faz. Retiro Ovo da Ema	21°52'37.35"S 57°49'52.28"W	10	Caixa de empréstimo de estrada vicinal margeada por carandazal.
5	Chaco Arborizado, retiro Água Boa da faz. Sta. Vergínia	22° 1'8.14"S 57°52'12.31"W	10	Pequena população instalada em tacuru de formato alongado medindo 30x130m, tendo no entorno Chaco Arborizado e, a 50m, mancha de Chaco Florestado medindo 300x800m. É a menor das áreas estudadas.
6	Chaco Gramíneo-lenhoso, retiro Água Boa da faz. Sta.	22° 1'5.13"S 57°51'59.13"W	20	É a população com árvores de maior porte neste trabalho. Está distribuída em duas manchas longas e paralelas, no sentido do comprimento do Chaco Gramíneo-lenhoso, aprox. 50m distantes entre si; as duas estão

	Vergínia			isoladas por terreno mais baixo e, portanto, durante a cheia a área divisória apresenta lâmina d'água mais profunda. A primeira mancha de *T. gardneriana* mede aproximadamente 90m de extensão; está a apenas 26m da mancha de Chaco Florestado medindo 300x800m citada para a População 5; nela predominam murundus em estágio sucessional avançado. A segunda mancha mede 200m; está assentada sobre pequena "cordilheira", terreno mais alto, contínuo, e faz limite com uma área florestal medindo 182x980m, estando a apenas 50m desta, aproximadamente.
7	Retiro 13 da faz. Sta. Vergínia	22° 2'16.85"S 57°51'21.59"W	7	Localizada em área de pastagem artificial, a 100 m da estrada, com árvores e arvoretas de *T. gardneriana* adensadas, porém as menores deste trabalho. A mancha tem formato alongado, medindo aprox. 93 m.
Total	-	-	127	-

Considerações Finais

Considerações Finais

O contexto histórico da ocupação do Chaco Brasileiro para melhor entender a biodiversidade atual

A vegetação chaquenha no Brasil localiza-se predominantemente na porção da planície pantaneira denominada Sub-região de Porto Murtinho, extremo-sul dessa planície (Abdon & Silva, 2006). A ocupação do extremo sul do Pantanal pelo homem branco intensificou-se ao final da Guerra do Paraguai, em 1870 (Lima, 2000; Correa & Correa, 2009). Segundo Lima, (2000), a migração para a região passa a ter novo estímulo com a construção de um pequeno porto na margem esquerda do rio Paraguai, em 1892, denominado Murtinho, com o intuito de exportar para a Argentina e a Europa a erva-mate extraída da região de Ponta Porã pela Cia Mate Laranjeira (sic).

Ao ciclo da erva-mate seguiu-se a exploração em larga escala do quebracho-branco (*Apidosperma quebracho-blanco* Schltdl.). A utilização industrial do quebracho, do qual se extraía o tanino utilizado para curtir couro e para diversas aplicações na indústria europeia, inicia-se em 1934, com a instalação na região de uma grande empresa portuguesa. Em 1936, a retirada da madeira, o transporte e a extração industrial do tanino envolviam mais de duas mil pessoas (Lima, 2000). Em 1937 alemães se fixaram na região e também instalaram uma indústria de grande porte com a mesma finalidade. A atividade, que durou até a entrada do Brasil na Segunda Guerra Mundial, praticamente dizimou os quebrachais da região – segundo Corrêa & Corrêa (2009), antes da exploração em larga escala os quebrachais de Porto Murtinho ocupavam aproximadamente seis mil quilômetros quadrados. Embora o quebracho-vermelho ou, conforme denominação popular, “quebracho-fêmea” (*Schinopsis balansae* Engl.) seja mais rico em tanino, nos quebrachais da região predominava o quebracho-branco ou

"quebracho-macho". Para compensar a baixa produtividade de tanino dessa árvore, aumentou-se a pressão exploratória sobre sua população (Corrêa & Corrêa, 2009).

Hoje a principal atividade econômica na região chaquenha é a pecuária de corte, com intensa transformação da savana estépica em pastagem cultivada. Segundo Silva et al. (2008), a área desmatada com pastagens na região, antes de 1991, era de 280 km^2. Em 1991 a área desmatada para pastagem teve um acréscimo de 840 km^2, totalizando 1.120 km^2 de desflorestamento – aumento de 300%, atribuído à expectativa dos proprietários de que mudanças na legislação federal, em decorrência da realização da Eco 92 (Conferência Rio 92), dificultariam a obtenção de autorização para desmatamento (Silva et al., 2007).

Silva et al. (2007), com base em dados de 2002, estimaram em 12.144,9 km^2 a área de Chaco natural no Brasil. A área com pastagem cultivada foi estimada em 1.711,1 km^2. Somada à área da vegetação chaquenha secundária de Savana Estépica (38,7 km^2) e de Savana Estépica Parque, os carandazais e paratudais (2,6 km^2), a área alterada de alguma forma é de 1.752,4 km^2. Corroborando esses dados, o Relatório Probio Pantanal (Silva et al., 2007) detalha que, até 2002, 1.647,2 km^2 do Chaco em Porto Murtinho haviam sido convertidos em pastagens para a bovinocultura, o que representa 29,2% do total da área da Savana Estépica no Brasil.

A preocupação maior é o fato de que este tipo vegetacional ocupa apenas 8% da planície pantaneira no Brasil, segundo Silva et al. (2008). Esses autores concluem categoricamente: a região em referência é a mais afetada pelo desmatamento no Pantanal, fato agravado por ser a única que ainda apresenta porções características do *Gran Chaco* em território brasileiro. A perda de vegetação para a formação de pastagens torna-se ainda mais preocupante, uma vez que os desmatamentos nessas áreas perduram até a atualidade. Para agravar o quadro, esta região, como grande parte do Pantanal, não possui Unidade de Conservação com tamanho suficiente para conservar paisagens e a biodiversidade característica (Silva et al., 2008).

Perspectivas do uso de estudos sobre formigas como subsídio à conservação da biodiversidade do Chaco Brasileiro

Este trabalho constitui-se no primeiro estudo sistemático das formigas do Chaco Brasileiro; abrange as principais localidades representativas de Porto Murtinho, único município brasileiro em que ainda são encontrados remanescentes significativos de vegetação chaquenha. Apesar das ameaças por que passa essa vegetação na região, redundando na perda de biodiversidade e fragmentação de habitat, mesmo considerando o presente esforço e os trabalhos realizados na região abrangendo várias áreas do conhecimento biológico (Prado et al., 1992; Abdon & Silva, 2006; Silva, 2007; Sartori, 2008; Pott et al., 2008; Noguchi et al., 2009; Pereira et al, 2013, entre outros), são poucos os estudos sistemáticos no Chaco Brasileiro que possam subsidiar políticas de conservação da sua biodiversidade, ou que venham a servir de base para detectar os efeitos da fragmentação de habitat e monitorar as alterações ambientais.

Para uma maior compreensão da diversidade de espécies de formigas encontradas e da composição das assembleias de Formicidae, na perspectiva de que o presente estudo possa subsidiar políticas de conservação ambiental do Chaco Brasileiro, é preciso quatro novas abordagens em estudos futuros:

(i) levantamento de outras interações formiga-planta na região, com ênfase no papel das formigas na translocação e ciclagem de nutrientes, na dispersão secundária de sementes/recuperação ambiental e nas alterações do microrrelevo, todos considerados em escala regional;

(ii) a identificação de novas espécies/novas citações de formigas para a região, indicadoras das condições ambientais e ecológicas (conforme Arcila e Lozano-Zambrano, 2003), inclusive inventariando as espécies crípticas/hipogeicas, não abordadas neste trabalho;

(iii) a organização dessas espécies em grupos ecologicamente equivalentes (Andersen,1997) ou guildas (Silva e Brandão,1999; Vittar, 2008); e

(iv) processos históricos ou relacionados à Biogeografia que melhor esclareçam a atual distribuição de Formicidae no Chaco Brasileiro.

A primeira abordagem está em curso, com a identificação parcial de espécies de plantas mirmecófilas e respectivas formigas ocupantes de domácias e galhas, bem como das espécies de angiospermas cujas sementes são transportadas por formigas, assim como as espécies de formigas relacionadas às alterações do microrrelevo e, possivelmente, à sucessão vegetal. Mas, na perspectiva de se contribuir para a conservação do Chaco Brasileiro, considero a segunda e terceira abordagens fundamentais, pelos motivos que passo a apresentar.

Apesar do importante papel exercido pelas formigas na ciclagem da matéria (Hölldobler & Wilson, 1990) e, por outro lado, da sua notória utilidade como indicadores de biodiversidade e de perturbação ambiental (Andersen, 1997), Arcila & Lozano-Zambrano (2003) afirmam que são poucos os estudos sobre a possibilidade do uso de formigas como indicadores ambientais. Ao contrário, formigas têm sido muito estudadas como indicadores ecológicos e indicadores de biodiversidade, afirmam.

Segundo Arcila e Lozano-Zambrano (2003), formigas são excelentes organismos bioindicadores. Além de apresentarem muitos táxons especializados e serem sensíveis às mudanças relativas às condições do ambiente, são facilmente amostradas e separadas em morfoespécies (Silva & Brandão, 1999). Além disso, são organismos relativamente fiéis aos ambientes requeridos por elas, devido principalmente a sua característica social de formar colônias, não apresentando grandes flutuações sazonais com relação à presença da espécie nas comunidades das quais fazem parte. Essa característica, aliada à ampla distribuição geográfica e à diversidade de espécies, torna esses insetos um dos grupos mais importantes

para estudos de comunidades, sobretudo nos trópicos, onde as comunidades de formigas apresentam-se com complexidade estrutural peculiar (Santos et al., 1999).

Silva & Brandão (1999) afirmam que o uso de indicadores da biodiversidade terrestre se deve à dificuldade de se obter inventários completos sobre os grupos denominados hiperdiversos (invertebrados e microrganismos), em virtude das urgentes demandas que envolvem a degradação ambiental. A esse respeito, Kaspari (2003) afirma que é uma boa decisão incluir formigas nas listas de táxons para programas de monitoramento.

Sobre a segunda abordagem possível – organização das espécies de formigas do Chaco Brasileiro em grupos ecologicamente equivalentes e guildas –, Silva & Brandão (1999) apresentam uma ampla revisão dos grupos funcionais de formigas (guildas) e sua importância em programas de monitoramento e avaliação da biodiversidade de invertebrados terrestres em geral. Afirmam que o estudo de alguns parâmetros das comunidades de formigas (diversidade, abundância e organização em guildas) refletem com razoável fidelidade a natureza da comunidade vegetal, do ambiente físico e possivelmente da diversidade de outros invertebrados presentes na área. Vittar (2008) cita os caracteres forma de vida, morfologia, comportamento reprodutivo e capacidade de colonização como fundamentais para se estabelecer os grupos funcionais de formigas.

Silvestre et al. (2003) realizaram um extenso trabalho sobre a mirmecofauna nos cerrados do Planalto Central e do estado de São Paulo, estabelecendo diversas categorias e grupos associativos ou corporativos (ou assembleias, do espanhol *gremios*). Segundo esses autores, a intenção do estudo dos grupos associativos de formigas é proporcionar uma abordagem ambiental utilizando não apenas uma única espécie de formiga, nem tampouco toda uma fauna como indicador, mas preferencialmente um grupo de espécies ecologicamente equivalentes. Cada situação ecológica deve expressar uma composição nas assembleias de formigas, afirmam. Como a mirmecofauna está fortemente associada a um determinado estrato do ambiente, determinados grupos de espécies e determinadas

metodologias podem ser preteridas, dependendo daquilo que se quer bioindicar. Por isso, é necessário identificar grupos associativos de espécies que possam ser utilizados como indicadores em programas de valoração, conservação e manejo ambiental de modo específico, para cada caso a ser monitorado. A composição dos grupos de formigas pode ser de grande utilidade neste tipo de programa, desde que sejam estabelecidos critérios metodológicos claros e reproduzíveis, afirmam (as espécies e os limites dos grupos são estabelecidos depois da organização das informações ecológicas levantadas, utilizando técnicas de análise de agrupamento de um rol de variáveis). Silvestre et al. (2003) afirmam ainda que, atualmente, se discute a necessidade de um protocolo formal para definir os grupos, determinando o significado e a consistência dos agrupamentos funcionais revelados. Segundo estes, as guildas são uma categoria mais refinada que os grupos funcionais.

A aproximação com a diversidade biológica deve ser feita utilizando-se de métodos que maximizem as respostas funcionais da comunidade biológica, como a abordagem de guildas, grupos funcionais e equivalentes ecológicos, ou uma combinação destes métodos. Este tipo de abordagem permite a compreensão de como as espécies se distribuem segundo suas afinidades e sua sensibilidade às mudanças ambientais (Silvestre & Silva, 2001), e os efeitos contemporâneos e evolutivos da formação do ambiente, contribuindo assim para o conhecimento da história natural das espécies e a dinâmica de paisagens.

Referências

ABDON, M.M. e SILVA, J.C.V. **Fisionomias da vegetação nas subregiões do Pantanal brasileiro.** São José dos Campos: INPE; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2006. 1CD-ROM.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. **Programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai**: relatório final. Brasília: Tda Desenho & Arte, 2004.

ANDERSEN, A.N. Using Ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology. **Conservation Ecology** [online] 1(1):8. 1997. Disponível em: <www.consecol.org/vol1/iss1/art8/>

ARCILA, A.M. e LOZANO-ZAMBRANO, F.H. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 398 p.

BACHMANN, L.; DANIELE, C.; FRASSETTO, A. e MEREB, J. **Identificación expeditiva de los principales problemas ambientales em el 'gran chaco' argentino:** documento de trabajo. VERSIÓN 2 - Informe em Revisión por el Dr. J. Morello. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2005. Disponível em: <http://redaf.org.ar/noticias/wp-content/uploads/2008/02/gran-chaco_version-1-9-07_anexos-final.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2009.

CORREA, V.B. e CORREA, L.S. O dilema da produção de tanino na fronteira Brasil-Paraguai. **Albuquerque: revista de história**. Campo Grande, 2009, p. 55-75.

DELSINEE, T. Structure des assemblages de fourmis le long d'un gradient d'arité situé dans le Chaco sec paraguayen. Université Libre de Bruxelles (tese de doutorado). 2007, 242p.

GOOGLE EARTH. Disponível em <http://www.google.com.br> Acesso em: 10 jan. 2014.

HÖLLDOBLER, B. e WILSON, E.O. **The ants**. Harvard University Press, 1990. 732 p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira:** Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012, 271 p.

KASPARI, M. Introducción a la ecología de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 398 p.

LIMA, M.M.E.R. O resgate de Porto Murtinho. **Ensaios e Ciência**. Campo Grande, 4 (3), 2000.

MOBOT. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <http://tropicos.org>. Acesso em: 02 jan. 2014.

NOGUCHI, D.K.; NUNES, G.P. e SARTORI, A.L.B. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia** 60 (2): 2009, 353-365.

POTT, A. & POTT, V.J. **Plantas do Pantanal.** Empresa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Embrapa. Corumbá, 1994, 320 p.

POTT, V.J.; MEDEIROS, Y; SARTORI, A.L.B.; MAURO, R.A. e SOUZA, P.R. Biodiversidade nos meandros da Bacia do Apa. In: BROCH, S.; MEDEIROS, Y; SOUZA, P.R. (orgs). **Pé na água:** uma abordagem transfronteiriça na bacia do Apa. Campo Grande: Editora UFMS, 2008.

PRADO, D.E. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. **Edi Nb. J. Bot**. 57 (3). 2000, pp 437-461.

PRADO, D.E.; GIBBS, P.E; POTT, A. e POTT, V.J. The Chaco-Pantanal transition in Southern Mato Grosso, Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J e RATTER, J.A. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries.** Londres: Chapman & Hall, 1992.

REDFORD, K.H.; TABER, A. e SIMONETTI, J.A. There is more to biodiversity than the tropical rain forests. **Conserv Biol.** 4: 3, 1990.

SANTOS, G.M.M; DELABIE, J.H.C; RESENDE, J.J. Caracterização da mirmecofauna (Hymenoptera – Formicidae) associada à vegetação periférica de inselbergs (Caatinga Arbórea-Estacional-Semidecídua) em Itatim - Bahia - Brasil. **Sitientibus**. Feira de Santana, n. 20, 1999, pp 33-43.

SARTORI, A. L. B. O único lugar onde tem Chaco. In: MEDEIROS, Y.; SOUZA, P.R.; ARNDT, E.; ISHY, A. **Um mergulho na bacia do Apa**: Água, natureza e educação ambiental. Campo Grande: Editora UFMS, 2008.

SILVA, J.C.V. (cood). **Levantamento e mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Pantanal, período de 2002 na escala de 1:250.000**. (Relatório Técnico). Embrapa Informática Agropecuária/Probio, 2007.

SILVA, M.P.; MAURO, R.A.; ABDON, M. e SILVA, J.S.V. Estado de conservação do Chaco (Savana Estépica) Brasileiro. In: **II Simpósio Internacional Savanas Tropicais.** Brasília, 2008.

SILVA, R.R. e BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, 12 (2), 1999, pp 55-73.

SILVESTRE, R. e SILVA, R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antonio – SP – sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, 14 (1), 2001. pp 37-69.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F. e SILVA, R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 398 p.

VITTAR, F. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina. **Insugeo** Tucumán, 17(2), 2008. pp 447-466.

Anexos - normas das revistas para as quais os artigos serão submetidos

Anexo 1 – Biota Neotropica

biotaneotropica
Vol 14 Num 1 español english

Instruções aos Autores

A submissão de trabalhos para publicação na revista BIOTA NEOTROPICA é feita, EXCLUSIVAMENTE, através do site de submissão eletrônica de manuscritos http://mc04.manuscriptcentral.com/bn-scielo.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa que era cobrada por página impressa de cada trabalho publicado. A partir de 20 de Julho de 2013, quando iniciamos a parceira com a SciELO, esta taxa passou a ser de **US$ 400,00 (quinhentos dólares) independentemente do número de páginas do trabalho**. Os detalhes para o pagamento serão comunicados aos autores no estágio final de editoração do trabalho aceito para publicação.

A Biota Neotropica não aceita trabalhos que incluam a descrição de espécies de grupos taxonômicos cujo Código Nomenclatural exige a publicação impressa. Cabe aos autores a verificação das exigências do Código Nomenclatural de seu grupo taxonômico. Caso seu grupo taxonômico exija a publicação impressa de novas espécies, você deve procurar outro periódico especializado para a publicação de seu trabalho. A partir do volume 13 de 2013 a publicação dos volumes impressos da Biota Neotropica será descontinuada.

A revista publica oito tipos de manuscritos. Apenas o Editorial é escrito pela Comissão Editorial ou por um(a) pesquisador(a) convidado(a) tendo, portanto, regras distintas de submissão.

Trabalhos submetidos em qualquer categoria deverão ser escritos integralmente em inglês. Os autores são responsáveis pelo uso correto do inglês, recomendando-se fortemente que a revisão do manuscrito final seja feita por serviços especializados, American Journal Experts/AJE, Nature Publishing Group Language Editing, Edanz e/ou dos serviços intermediados pelo SciELO. Caso aComissão Editorial considere que o inglês não atende os padrões da revista, este poderá ser recusado, mesmo depois de ter sido aprovado pelo(a) Editor(a) de Área.

Tipos de Manuscrito

Segue uma breve descrição do que a Comissão Editorial entende por cada tipo de manuscrito

(...)

- ***Inventários***

  Inventários são submetidos espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos a publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical.

Além da lista das espécies inventariadas o manuscrito precisa contemplar os critérios de escolha (taxocenose, guilda, localidade etc.) dos autores, a metodologia utilizada e as coordenadas geográficas da área estudada. O trabalho deve estar embasado na literatura taxonômica do grupo em questão, bem como informar a instituição onde o material está depositado.

(...)

Após a submissão do manuscrito para a revista, manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados para o Editor-chefe que por sua vez encaminhará o mesmo aos Editores de Área, que selecionarão no mínimo dois revisores. Os Editores de Área são responsáveis por toda fase de editoração do manuscrito, enviando pareceres aos autores e versões reformuladas dos trabalhos aos revisores. Uma vez atendidas todas as exigências e recomendações feitas pelos revisores e pelo Editor de Área o trabalho é, preliminarmente, aceito e encaminhado ao Editor-chefe. Cabe ao Editor-chefe, em comum acordo com a Comissão Editorial, o aceite definitivo do trabalho. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

Uma vez definitivamente aceitos os trabalhos entram na fila para terem o Resumo e o Abstract publicados online no volume da BIOTA NEOTROPICA em curso. Antes da disponibilização online os autores farão uma última revisão do Resumo/Abstract, Palavras-Chave, Filiações Institucionais e autor(a) para correspondência. É importantíssimo que os autores insiram no Sistema de Submissão a versão definitiva dos trabalhos (incluindo texto, tabelas e figuras), incorporando as últimas alterações/correções solicitadas pelos revisores e/ou pelo Editor de Área, pois é esta versão que será encaminhada pelo Editor-chefe para publicação. Portanto, os cuidados tomados nesta etapa reduzem significativamente, a necessidade de correções/alterações nas provas do manuscrito.

Formatação dos arquivos

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Em todos os textos devem ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções, deve-se usar fonte em tamanho doze (12). Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e sobrescritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings. Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal.

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências); caso necessário um com as tabelas, Figuras serão inseridas isoladamente com identificação dentro do sistema. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado.

Documento principal

Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão ser inseridas no sistema separadamente, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

- Título conciso e informativo

  Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas;

- Corpo do Trabalho
  - 1. Seções – não devem ser numeradas

    Introdução (Introduction)

    Material e Métodos (Material and Methods)

    Resultados (Results)

Discussão (Discussion)

Agradecimentos (Acknowledgments)

Referências bibliográficas (References)

- ***Tabelas***

  Tabelas podem ser inseridas diretamente do software MS Excel, mas devem ser salvas em formato spreadsheet, não workbook (o sistema só irá ler a primeira tabela do arquivo);

- 2. Casos especiais

  A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

  No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho.

  Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível, a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (por exemplo, 24°32’75” S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

- 3. Numeração dos subtítulos

  O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. Introdução, Material e Métodos etc.). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

- 4. Nomes de espécies

  No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem obrigatoriamente estar seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

- 5. Citações bibliográficas

  Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

  Silva (1960) ou (Silva 1960)

  Silva (1960, 1973)

  Silva (1960a, b)

  Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

  Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

- 6. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar ponto para número decimal (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

- 7. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. a = p.r2 ou Na2HPO, etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

- 8. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figure 1, Table 1)

- 9. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. Ann. Bot. 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. The chemotaxonomy of plants. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. Statistical methods. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In Plant tissue and cell culture (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. http://www.fishbase.org/home.htm (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT).

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (002 no exemplo que segue), o número do volume (10), o número do fascículo (04) e o ano (2010). Portanto, para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

Rocha-Mendes, F.; Mikich, S. B.; Quadros, J. and Pedro, W. A. 2010. Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia, Carnivora) em fragmentos de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Biota Neotrop. 10(4): 21-30 http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00210042010 (último acesso em dd/mm/aaaa)

- 10. Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

- 11. Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas seqüencialmente com números arábicos.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

Esta publicação é financiada com recursos do Programa BIOTA/FAPESP da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP.

Anexo 2 – Sociobiology

Author Guidelines

SECTION I - Manuscript preparation

1- Manuscript file formatting

All manuscripts submitted to Sociobiology must be written in English, with clarity and readability in mind. Manuscripts are subject to editing to ensure conformity to editorial standards and journal style.

- Submit manuscript as an MS Word or RTF file with a page size Letter, 8.5 x 11".
- Use continuous line numbering on all pages of your manuscript.
- Type all as double-spaced, with 1-inch margins, and do not right justify text.
- Use the font Times (New) Roman with a size of 12 point.
- Left-justify the title, author line, affiliation lines, subheadings, text, and References Cited.
- Insert tabs, not spaces, for paragraph indents.
- Use italicization only to indicate scientific names (including viruses), symbols or variables, and words that are defined.
- Use quotation marks for quoted material only.
- Use American English spelling throughout and follow Merriam-Webster's New Collegiate Dictionary, 10th ed., for guidance on spelling.
- Number pages consecutively, beginning with the title page.
- Lines in the manuscript must be numbered.
- Begin each of the following on a separate page and arrange in the following order: title page, abstract and key words (three to six words), manuscript text, acknowledgments, references cited, footnotes, tables, figure legends, and figures.

- Type all captions on a separate page and put each figure and table on a separate page.

- **Make sure the file size (in Word, Libre Office or TRF format) does not exceed 2MB**. This is the maximum upload file size in the OJS setup. If the manuscript is larger than that due to figures of high resolution, leave only figure legends in the manuscript file. Prepare figures in JPG or GIF format with size up to 2MB and upload individual figures as supplementary files. During the upload of supplementary files, in step 4, name the files with titles corresponding to the number of figures in the manuscript text. Checktheoption "Presentsupplementary files toreviewers".

- The sequence to correctly upload files in steps 2 (original article) and 4 (supplementary files) of the electronic submission is to choose the file (OJS will access your File Manager program), to click the Upload button, and then click the button "Save and continue". Upload as many supplementary files as needed repeating this sequence. After you are finished with the uploads, click "Save and continue". You will reach stpe 5 "Confirmation". Click the button "Finish Submission".

2- Manuscript Preparation Instructions

2.1- Front page

Justify the complete name and the regular and electronic mail addresses of corresponding author on the upper right of the page.

Center-justify the title using capital initials (except for prepositions and articles).

Scientific names in the title must be followed by the author's name (without the year) and by the order and family names in parentheses.

Author(s) name(s) should be center-justified below the title using small capital letters. Only initials of the first and middle names of authors shall be provided, followed by the family names in full. Names of different authors are separated by commas, without the use of "and' or "&' (Examples: RJ GUPTA; LG SIMONS, F NIELSEN, SB KAZINSKY).

Skip one line and list each authors' affiliation identified by call numbers whenever more than one address is listed.
Skip another line and provide a running title, no longer than 60 characters.

2.2 - Page 2 – Abstract

The abstract must be easy to understand and not require reference to the body of the article. Only very important results must be presented in the abstract; it must not contain any abbreviations or statistical details. Type ABSTRACT followed by a hyphen and the text. The abstract must be one-paragraph long and not exceed 250 words. Skip one line and type Keywords. Type three to five keywords separated by commas, preferably ones not present in the title.

2.3 - MainText

Introduction - This section of the manuscript must clearly contextualize the research problem and state the scientific hypothesis being tested, as well as the research objectives.

Material and Methods - This section must provide enough information for the research to be replicated. Please include the statistical design and, if necessary, the name of the program used for analysis.

Results and Discussion - This section can be grouped or kept as separate sections. In Results, mean values must be followed by the mean standard error and the number of observations. Use two decimals for mean values and for standard errors. Articles for which Analisys of Variance was performed shall present an ANOVA table containing sources of variation, DF, SS, F statistics and P-value.

Conclusions must be stated at the end of discussion.

Acknowledgments - The text must be concise and contain the recognition to people first, and then institutions and/or sponsors.

References - Under the section title, type the references, in alphabetical order, one per paragraph, with no space between them.

- The authors' family names are typed first in full, followed by capital initials, followed by period.
- Use a comma to separate the names of authors.
- Add the reference year after the authors' family name, between parentheses.
- Abbreviate the titles of the bibliographical sources, starting with capital letters. Use journal abbreviations according to the ISI journal abbreviations list http://www.efm.leeds.ac.uk/~mark/ISIabbr/
- Please avoid citations of dissertations, theses, and extension materials. Do not cite monographs, partial research reports, or abstracts of papers presented at scientific meetings.
- Whenever possible type the DOI number at the end of the reference. Most articles published in the 2000's have a DOI number.

Examples of reference style:

Book

Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990). The Ants. Cambridge: Harvard University Press, 732 p

Chapter or article in an edited book

Cushman, J.H. & Addicott, J.F. (1991). Conditional interactions in ant-plant-herbivore mutualisms. In C.R. Huxley & D.F. Cutler (Eds.), Ant-plant interactions (pp. 92-103). Oxford: Oxford University Press.

Chapter or article in an edited book, online

Author, A. (year). Title of book. [details about the format if available].

Retrieved from web address or DOI Journal article

Bolton, B. (2011). Catalogue of species-group taxa. http://gap.entclub.org/contact.html. (accessed date: 1 March, 2011).

Matsuura, K., Himuro, C., Yokoi, T., Yamamoto, Y., Vargo, E. L. & Keller, L. (2010). Identification of a pheromone regulating caste differentiation in termites. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 107: 12963-12968. doi: 10.1073/pnas.1004675107

- The issue number should be indicated only if each issue of a journal begins on page 1.
- Capitalise only the first letter of the first word of an article title and subtitle, and any proper nouns.
- Capitalise the first letter of every main word in the journal title.
- Include a digital object identifier (DOI) if provided

Journal article, online

Liu, N., Cheng, D.M., Xu, H.H. & Zhang, Z.X. (2011). Behavioral and Lethal Effects of α-terthienyl on the Red Imported Fire Ant (RIFA). Chin. Agri. Sci., 44: 4815-4822. Retrived from: http://211.155.251.135:81/Jwk_zgnykx/EN/Y2011/V44/I23/4815

Group or organisation as author

Organisation Name. (Year). Details of the work as appropriate to a printed or electronic form.

Tables

Tables must be placed separately, one per page, after the References section. Please number tables consecutively with Arabic numbers at the same order they are referred to in the text. Footnotes must have call numbers. Use the word "Table" in full in the text (example: Table 1).

Example of a table title:

Table 1. Frequency of the four types of ovaries within the colonies of *Angiopolibia pallens*.

Figures

Insert the list of figures after the tables. Use the abbreviation "Fig" in the titles and in the text (such as Fig 3). Figures must be in jpg or gif format, according to the following guidelines:

Use JPEG for photographs and images of realistic scenes

Generally speaking, JPEG is superior to GIF for storing full-color or grey-scale images of "realistic" scenes; that means scanned photographs and similar material. Any continuous variation in color, such as occurs in highlighted or shaded areas, will be represented more faithfully and in less space by JPEG than by GIF.

JPEG has a hard time with very sharp edges: a row of pure-black pixels adjacent to a row of pure-white pixels, for example. Sharp edges tend to come out blurred unless you use a very high quality setting. Edges this sharp are rare in scanned photographs, but are fairly common in graphics files: borders, overlaid text, etc. The blurriness is particularly objectionable with text that's only a few pixels high. If you have a graphics with a lot of small-size overlaid text, don't JPEG it, save it as GIF.

Use GIF for black and white, simple line and text graphics.

GIF is the abbreviation for Graphics Interchange Format. The images saved in this format lose a lot of color information by being reduced to 256 colors (8 bits per pixel). That makes it not such a good format for photographs and large images but ideal for storing graphics with a limited number of colors such as line and bar graphics, simple drawings, logos, text, diagrams, small images or pictures in greyscale.

. Use original or high resolution figures (with a minimum resolution of 300 dpi). Whenever possible, graphs shall be prepared in MS Excell or a similar/compatible open source program.

Example of a figure title:

Fig 1. Nest of *Angiopolibia pallens*. A – General view of a nest. B – The combs suspended from those above by pedicels. The large arrow indicates the main pedicel, the small one indicates an auxiliary pedicel.

3- In-text Citations

Scientific names

Write the scientific names in full, followed by the author's family name, when they are first mentioned in the Abstract and in the body of the text, e.g.: *Polistescanadensis* (L.). Use the abbreviated generic name (e.g.: *P. canadensis*) in the rest of the manuscript, except in tables and figures, where the species name shall be typed in full.

One author

When you refer to a single author, include the author's family name and year of publication, using one of the forms shown here.

Ginsberg (2005) argues that local diversity of bees is driven by species selection from a regional diversity pool. or

Local diversity of bees is driven by species selection from a regional diversity pool (Ginsberg, 2005).

Multiple authors

For two authors, include the family names of both authors and year.

According to Smith and Velasquez (2009) chaparrals are a source of endemism for ants in the Venezuelan Andes. or

Chaparrals are a source of endemism for ants in the Venezuelan Andes (Smith & Velazquez, 2009).

Use 'and' when family names are outside parentheses; use '&' when family names are inside parentheses.

In the case of three or more authors, cite first authors' family name, plus 'et al.' and the year.

Multiple references

If more than one reference has to be cited, follow the chronological order of publication, separated with semicolons (for example: Xia & Liu, 1998; Saravanah, 2003; Balestreri, 2006; Ustachenko et al., 2010). Use 'and' when family names are outside parentheses; use '&' when family names are inside parentheses.

Secondary source

Some citations refer to one author (secondary) who cites another (primary).

Yamamoto (as cited in Harvey, 2010) disagrees with the taxonomic review of the genus *Camponotus* presented by Gold (2008).

Note: The entry in the reference list is under Harvey.

Article or chapter in an edited book

If a chapter or article written by a contributor author to an edited book has to be cited, acknowledge the author of the chapter or article. This author is cited in text (that is, in the body of the paper) in the same way as for one or more authors.

Group or organisation as author

Whenever the author is a government agency, association, corporate body or the like, which has a familiar or easily understandable acronym, it is cited as follows:

The reduction of industry polluting particles in Cleveland resulted in the increase of bee species richness in park areas in the 1990's (Environmental Protection Agency [EPA], 2006).

Note: The entry in the reference list is under Environmental Protection Agency.

Personal communication

Personal communications are understood as letters, e-mails, personal interviews, telephone conversations and the like. They must be in text only and are not included in a reference list.

J. Ahmed (personal communication, May 11, 2010) indicated …

… (L. Stainer, Senior Researcher, Social Insects Study Centre, personal communication, June 4, 2009)

4 - Scientific Notes

Manuscripts that report new geographic occurrences, trophic interactions or new methods for the study of social insects can be submitted. But records of species or host associations to new localities in geographical regions that they are already known are no longer accepted for publication. Records of species or associations known to a geographical region may be considered only if including new ecological zones.

Distribution records must not be based on political borders, but on ecosystems.

Manuscript requirements are the same as for scientific articles. However, Introduction, Material and Methods, and Results and Discussion are written without subtitles. The abstract must have up to 100 words and the text no longer than 1,000 words. Figures or tables can be included if highly necessary, but not exceed the limit of two figures or tables per note.

5- Reviews

Extensive interpretative or evaluative articles on current topics related to the biology of social insects, can be published upon invitation by the Associate Editors. The Editorial Board is not responsible for the opinions expressed in reviews.

SECTION II - Important reminders on submission process

6 - Fill in Metadata Forms

It is important to fill in all metadata forms with an asterisc (mandatory fields) during the five steps of the submission process. Addicionally, please include metadata on all authors that appear in the manuscript. The first field that appears can be filled in with submitter metadata, and by clicking the button "Add author" new forms will appear for us much authors as needed. Author metadata is important for abstractinc and indexing purposes. Rememeber that in modern days indexing agencies have online data harvesters. Any omission or lack of accuracy in authors, disciplines and keywords metadata can affect the visibility of authors work.

7 - List of Potential reviewers

Put together a list of four potential referees (with a PhD or Doctor of Science degree) that you will inform in the text box "Comments to the Editor" during the submission process. In the list you must provide the complete name, Institutional Afiliation, Country, e-mail address and three key words that best decribe the area of expertise of each potential referee. At least two referees must be from countries different from the author's country of origin.

8 - Journal Access

Accepted manuscripts will be published free of charges and fees, reprints will not be provided. The authors and the general public will have full online access to PDF files of all published articles.

FurtherInformation:

Gilberto Marcos de Mendonça Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana
Av. Transnordestina s/n Novo Horizonte
Feira de Santana – BA Brazil
44036-900
E-mail: sociobiology.gmms@uefs.br

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

1. The submission has not been published, nor is it before another journal for consideration (or an explanation has been provided on Comments to the Editor).

2. The file is in Microsoft Word, LibreOffice or RTF document file format.
3. URLs and/or DOI numbers for the cited references are provided in the "References" section whenever possible. THE ABSENCE OF DOIs CAN RESULT IN IMMEDIATE REJECTION OF SUBMISSION.
4. Tables and pictures are inserted at the end of the Microsoft Word, LibreOffice or RTF file. Furthermore, pictures for definitive editing are prepared in separate .jpg or .gif files with at least 300 dpi resolution.
5. All in-tex citations have their corresponding references listed in the reference section. References are in accordance with Author's Guidelines. REFERENCES OUT OF REQUIRED FORMAT CAN RESULT IN IMMEDIATE REJECTION OF SUBMISSIONS.
6. You have put together a list of four potential referees (with a PhD or Doctor of Science degree) that you will inform in the text box "Comments to the Editor". In the list you have the complete name, Institutional Afiliation, Country, e-mail address and three key words that best decribe the area of expertise of each potential referee. At least two referees must be from countries different from the author's country of origin.

Copyright Notice

Sociobiology *is an open access journal which means that all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles in this journal without asking prior permission from the publisher or the author. This is in accordance with the BOAI definition of open access.*

Authors who publish with this journal agree to the following terms:

a. Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under aCreative Commons Attribution License that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal.

a. Authors are able to enter into separate, additional contractual arrangements for the non-exclusive distribution of the journal's published version of the work (e.g., post it to an institutional repository or publish it in a book), with an acknowledgement of its initial publication in this journal.

a. Authors are permitted and encouraged to post their work online (e.g., in institutional repositories or on their website) prior to and during the submission process, as it

can lead to productive exchanges, as well as earlier and greater citation of published work (See The Effect of Open Access).

Privacy Statement

Names and adresses informed in this journal will be used solely for the purpose of managing submissions, and will not be available to third parties.

ISSN: 0361-6525

Sobre as fotos da capa e abertura

Capa – Operária de *Atta saltensis* transporta uma flor de *Jatropha ribifolia* (Euphorbiaceae) no Chaco Arborizado. Com Manoel Demétrio Fernandes.

p. 5 (dedicatórias) – Rainha de *Pseudomyrmex* gr. *pallidus* sp. 2 recolhe uma pupa para o interior do ramo seco de *Triplaris gardneriana*. Na parte inferior da foto, uma larva.

p. 6 (excerto de cordel) – *Camponotus pellitus* sobre flores da fabácea verde-olivo, *Cercidium praecox.* Com Ângela Sartori.

p. 18 (abertura cap. 1) – Três castas de operárias *Atta saltensis* cortando uma semente para ser transportada. Com Manoel Demétrio Fernandes.

p. 52 (abertura cap. 2) – Operária de *Ectatomma tuberculatum* em frasco de polietileno contendo isca de sardinha (foto em contraluz, evidenciando o interior da formiga). Com Juliana Simonato.

p. 76 (abertura cap. 3) – *Cephalotes pellans* em ramo aberto de *T. gardneriana*. Em evidência: operárias maiores, menores e algumas larvas.

p. 111 (considerações finais) – Chaco arborizado em período de seca, com carandá e verde-olivo em floração (primeiro plano, direita), tapete herbáceo (predomínio de *Selaginella* e gramíneas) e, ao centro, cactácea e *Prosopis ruscifolia* (Fabaceae). Com Ângela Sartori.

[VERSÃO PARA AVALIAÇÃO]