

Gustavo de Oliveira Schmidt

**ECOLOGIA DA NIDIFICAÇÃO DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM INDIVÍDUOS PÓS-
REPRODUTIVOS SECOS DE *ACTINOCEPHALUS*
POLYANTHUS (ERIOCAULACEAE) EM AMBIENTES DE
RESTINGA, FLORIANÓPOLIS, SUL DO BRASIL**

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Ecologia da Universidade Federal
de Santa Catarina, como parte dos
requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Ecologia

Orientador: Prof. Dr. Benedito
Cortês Lopes

Florianópolis

2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Schmidt, Gustavo de Oliveira

Ecologia da nidificação de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em indivíduos pós-reprodutivos secos de *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae) em ambientes de restinga, Florianópolis, Sul do Brasil [dissertação] / Gustavo de Oliveira Schmidt ; orientador, Benedito Cortês Lopes - Florianópolis, SC, 2012.
88 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Nidificação de formigas. 3. Recurso efêmero. 4. Estrutura da colônia. 5. Restinga - Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. I. Lopes, Benedito Cortês. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. III. Título.

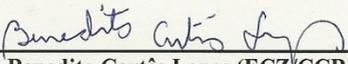
**Formicidae) em indivíduos pós-reprodutivos secos de
Actinocephalus polyanthus (Eriocaulaceae), em ambiente
de restinga, Florianópolis, Sul do Brasil”.**

por

Gustavo de Oliveira Schmidt

Dissertação julgada e aprovada em sua
forma final pelos membros titulares da
Banca Examinadora (Port.
19/PPGECO/2012) do Programa de Pós-
Graduação em Ecologia - UFSC, composta
pelos Professores Doutores:

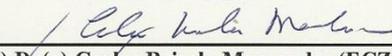
Banca Examinadora:



Prof(a) Dr(a) Benedito Cortês Lopes (ECZ/CCB/UFSC)



Prof(a) Dr(a) Antonio José Mayhé Nunes (DBA/IB/UFRRJ)



Prof(a) Dr(a) Carlos Brisola Marcondes (ECZ/CCB/UFSC)



Prof(a) Dr(a) Tânia Tarabini Castellani (ECZ/CCB/UFSC)

Profa. Dra. Natalia Hanazaki

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Florianópolis, 07 de dezembro de 2012.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realização do mestrado. Agradeço também a CAPES pela bolsa concedida.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Benedito Lopes, e à professora Tânia Castellani, por todos os ensinamentos ao longo de minha formação acadêmica e por poderem fazer parte de mais essa importante etapa. Estendo meus agradecimentos aos membros de minha pré-banca e banca examinadora, Antonio Mayhé Nunes, Carlos Brisola, Sarita de Fáveri e Nivaldo Peroni, pelo auxílio na elaboração e considerações que melhoraram bastante o texto final.

Outro agradecimento especial aos meus pais, pois, além de todo o carinho e apoio ao longo de toda a minha jornada, também me auxiliaram nas coletas para a realização desse trabalho.

Agradeço ainda aos colegas e amigos André Martins, Carlos Cereto e Félix Rosumek, por todas as ideias, sugestões e comentários ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer aos integrantes do Laboratório de Hymenoptera, do Museu de Zoologia da USP, especialmente ao Dr. Rodrigo Feitosa e à Mônica Ulysséa, pelo auxílio na identificação das espécies de formigas.

RESUMO

Dentre as características que possibilitaram o grande sucesso das formigas na adaptação a diferentes ambientes, a grande diversidade de locais para a nidificação é uma das mais importantes. Formigas são animais oportunistas com relação à utilização de espaços em plantas, sendo que muitas delas constroem seus ninhos em locais efêmeros, como troncos apodrecidos, plantas mortas ou galhos caídos das árvores. As colônias de formigas variam muito em tamanho, existindo uma relação entre o local de um ninho e o tamanho das colônias, isto é, espécies que nidificam em locais efêmeros, como troncos podres ou madeira em decomposição, formarão colônias menores do que aquelas que nidificam no solo ou no dossel das árvores. Outra relação bem conhecida é o aumento na densidade e riqueza de espécies de formigas de acordo com o aumento na densidade da vegetação do local. *Actinocephalus polyanthus* é um arbusto encontrado nos campos arenosos litorâneos do Sul do Brasil, que morre após um único evento reprodutivo durante seu ciclo de vida. Quando morta e seca, forma-se uma cavidade cilíndrica no interior dessa estrutura, que pode ser ocupada por formigas. Nesse trabalho, dividido em dois capítulos, foram testadas as hipóteses de que uma maior cobertura vegetal proporciona uma maior riqueza de espécies de formigas que nidificam no interior de *A. polyanthus* secos, bem como a hipótese de que o tamanho das colônias está correlacionado ao espaço interno disponível nas plantas.

O primeiro capítulo, além de identificar as espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *A. polyanthus*, teve como objetivos estimar a durabilidade das plantas como recurso para a nidificação e também testar a hipótese de que uma maior cobertura vegetal no entorno dos ninhos favoreça uma maior riqueza de espécies de formigas. As coletas foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2011, em uma área de restinga pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Brasil. Foram utilizadas parcelas para encontrar sete espécies de formiga nidificando no interior de *A. polyanthus* secos (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pheidole* sp., *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2), sendo *Solenopsis* sp.1 a mais frequente. Mais da metade das plantas (52,67%) encontrava-se ocupada por formigas. A durabilidade das plantas secas foi estimada em

onze meses, sugerindo que as formigas devam migrar para outros locais. A riqueza de formigas e a proporção de plantas ocupadas estiveram correlacionadas com a cobertura vegetal no entorno dos ninhos, corroborando com resultados encontrados na literatura.

O segundo capítulo buscou caracterizar os ninhos das espécies que nidificam no interior de indivíduos secos de *A. polyanthus* (número de operárias, larvas, pupas, rainhas e tamanho das operárias), bem como testar a hipótese de que o tamanho das plantas limitaria o tamanho das colônias. Foram coletados cinco ninhos de cada uma das seis espécies de formigas (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2), resultando em trinta plantas secas coletadas. As espécies *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2 apresentaram as maiores colônias, onde a ausência de rainhas em algumas plantas sugere a possibilidade de colônias polidômicas. O volume interno das plantas somente esteve correlacionado ao tamanho das colônias de *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. De fato essas foram as espécies com as maiores operárias, não conseguindo ocupar todos os espaços da planta. Há também a possibilidade de que, para essa região de estudo, a escassez de recursos alimentares seja o fator limitante mais importante para o crescimento das colônias. Ou ainda podemos estar tratando de colônias jovens e que ainda não atingiram seus tamanhos máximos.

Palavras-chave: Cobertura vegetal. Composição do ninho. Mirmecofauna. Nidificação. Recurso efêmero. Restinga. Tamanho da colônia.

ABSTRACT

Among the characteristics that enabled the great success of ants in adaptation to different environments, the great diversity of sites for nesting is one of the most important. Ants are opportunistic animals with regard to the use of spaces in plants, many of which building their nests in ephemeral resources as rotting logs, dead plants and fallen branches of trees. Ant colonies vary widely in size and there is a relationship between the location of a nest and the size of the colonies, that is, species that breed in ephemeral sites like rotten logs or decaying wood will form smaller colonies than those that nest on the ground or in the canopy of trees. Another well-known relationship is the increase in ants density and species richness in accordance with the increase in the vegetation density of the site. *Actinocephalus polyanthus* is a shrubby plant of the coastal dunes in southern Brazil which dies after a single reproductive event. When dry, the plant becomes hollow and can be used for the nesting of ants. In this study, divided into two chapters, we tested the hypothesis that greater plant cover provides greater ant species richness that nests inside dead *A. polyanthus*, and the assumption that the colony size is correlated to the internal space available in plants.

The first chapter, besides identifying the ant species that nest in dry individuals of *A. polyanthus*, aimed to estimate the durability of plants as a resource for nesting and also test the hypothesis that greater vegetation cover in the vicinity of nests lead to greater ant species richness. Samples were collected between the months of May and June 2011, in an area that belongs to the Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Brazil. Plots were used to find seven species of ant nesting inside dry *A. polyanthus* (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pheidole* sp., *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 and *Solenopsis* sp.2), being *Solenopsis* sp. 1 the most frequent one. More than half of the plants (52.67%) was occupied by ants. The dried plants durability was estimated as eleven months, suggesting that the ants must migrate to other locations. The ants' richness and the proportion of occupied plants were correlated with vegetation cover in the vicinity of nests, confirming results found in literature.

The second chapter aimed to characterize the nests of ant species that nest inside dry *A. polyanthus* individuals (number of

workers, larvae, pupae, queens and size of workers) as well as test the hypothesis that the plant size would limit the colony size. Five nests were collected from each of the six species of ants (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, and *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2), resulting in thirty dried plants collected. *Solenopsis* sp.1 and *Solenopsis* sp.2 had the largest colonies, where the absence of queens in some plants suggests the possibility of polydomic nests. The internal volume of the plants was only correlated to the size of the colonies of *C. alboannulatus* and *P. gracilis*. In fact these were the species with the largest workers, failing to occupy all the spaces of the plant. There is also the possibility that, for this study area, the scarcity of food is the most important limiting factor for the growth of the colonies. Or we may be dealing with colonies young and have not yet reached their maximum sizes.

Key-words: Colony size. Ephemeral resource. Life stages. Nesting. Restinga. Vegetation cover. Twig-dwelling ants.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Área de estudo, pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. O retângulo vermelho indica a área de coleta..... 37
- Figura 2. A. *Actinocephalus polyanthus* em ambiente de restinga no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC; B. *A. polyanthus* com detalhe, em vermelho, do eixo central e paracládios. C. Eixo central seco apresentando um orifício utilizado pelas formigas (indicado pela seta). 39
- Figura 3. Desenho amostral utilizado nas coletas de formigas com ninhos em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. 40
- Figura 4. Curva de acumulação de espécies observadas (Mao Tao) e estimadas (CHAO 2) calculada para as formigas que nidificam no interior de indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. 44
- Figura 5. Correlação entre a cobertura vegetal e a proporção de indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus* ocupados por formigas em cada parcela amostrada, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. $r = 0,630$; $N = 32$; $p < 0,001$ 45
- Figura 6. Correlação entre cobertura vegetal e riqueza de espécies de formigas, que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, em cada parcela amostrada, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. $r = 0,356$; $N = 32$; $p < 0,050$ 46

CAPÍTULO 2

Figura 1. Área de estudo, pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. O retângulo vermelho indica a área de coleta..... 37

Figura 2. Operárias das seis espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na área do Parque Municipal das Dunas da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil, com suas respectivas médias de tamanho corporal. 65

Figura 3. Correlação entre os volumes das cavidades das plantas* secas de *Actinocephalus polyanthus* e o número total de formigas nos ninhos estabelecidos. *C. alboannulatus*: $P = 0.025$, $r = 0.867$; *P. gracilis*: $P = 0.025$, $r = 0.868$; *M. gallicola*: $P = 0.214$, $r = 0.672$; *P. flavidulus*: $P = 0.504$, $r = 0.400$; *Solenopsis* sp.1: $P = 0.832$, $r = 0.133$; *Solenopsis* sp.2: $P = 0,843$, $r = 0,123$. * Para *C. alboannulatus* e *P. gracilis* os volumes considerados foram apenas os dos eixos centrais. 66

Figura 4. Operária maior, operária menor, larva e pupa de *Camponotus alboannulatus*..... 68

Figura 5. Larva, pupa, rainha e operária de *Myrmelachista gallicola*... 69

Figura 6. Pupa, larva e operária de *Pseudomyrmex gracilis*..... 70

Figura 7. Operária, pupa e larva de *Pseudomyrmex flavidulus*. 71

Figura 8. A. Operária e macho de *Solenopsis* sp.1. B. Larva, pupa e operária de *Solenopsis* sp.2..... 72

APÊNDICE

Figura 1. Distribuição geográfica dos gêneros de formigas analisados no capítulo 2. A. *Camponotus*. B. *Myrmelachista*. C. *Pseudomyrmex*. D. *Solenopsis*..... 84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Espécies de formigas encontradas nidificando no interior de *Actinocephalus polyanthus* secos, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil, com suas respectivas frequências nas plantas (F_{pl}) e frequências nas parcelas (F_{pa}).
..... 43

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Medidas (mínimo, máximo e média em cm) dos paracládios, eixos centrais e volumes totais das plantas secas de *Actinocephalus polyanthus* utilizadas para a nidificação de formigas, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. 63

Tabela 2. Dados demográficos dos ninhos das seis espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na região do Parque Municipal das Dunas da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil. 64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1.1. AS FORMIGAS.....	19
1.2. INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E PLANTAS.....	21
1.3. AS FORMIGAS E AS RESTINGAS.....	22
1.4. ACTINOCEPHALUS POLYANTHUS.....	24
1.5. REFERÊNCIAS.....	25
2. CAPÍTULO 1 – Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que nidificam em indivíduos pós-reprodutivos secos de <i>Actinocephalus polyanthus</i> (Eriocaulaceae).....	33
2.1. RESUMO.....	33
2.2. ABSTRACT.....	34
2.3. INTRODUÇÃO.....	35
2.4. OBJETIVOS.....	36
2.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.5.1. ÁREA DE ESTUDO.....	37
2.5.2. OBJETO DE ESTUDO.....	38
2.5.3. COLETAS.....	39
2.5.4. IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL.....	41
2.5.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	41

2.6. RESULTADOS.....	42
2.7. DISCUSSÃO.....	46
2.8. CONCLUSÕES.....	50
2.9. REFERÊNCIAS.....	51
3. CAPÍTULO 2 – Caracterização dos ninhos das formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habitam indivíduos pós-reprodutivos secos de <i>Actinocephalus polyanthus</i> (Eriocaulaceae)..	57
3.1. RESUMO.....	57
3.2. ABSTRACT.....	58
3.3. INTRODUÇÃO.....	59
3.4. OBJETIVOS.....	60
3.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.5.1. ÁREA DE ESTUDO.....	60
3.5.2. COLETAS.....	60
3.5.3. ANÁLISE DO MATERIAL.....	61
3.5.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	61
3.6. RESULTADOS.....	62
3.7. DISCUSSÃO.....	67
3.8. CONCLUSÕES.....	74
3.9. REFERÊNCIAS.....	75
CONCLUSÕES GERAIS.....	81

APÊNDICE - Gêneros analisados.....	83
REFERÊNCIAS.....	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. AS FORMIGAS

Todas as formigas pertencem à família Formicidae, dentro da ordem Hymenoptera, que também inclui abelhas, vespas e outras formas similares. Trata-se de uma das grandes ordens de insetos juntamente com Coleoptera, Lepidoptera e Diptera, todas com mais de 100.000 espécies descritas em todo mundo (Mason et al., 2006). Para Hymenoptera, Triplehorn e Johnson (2005) apresentam números com cerca de 115.000 espécies descritas e estimativas de 600.000 espécies. Para a região Neotropical, Fernández e Sharkey (2006) reconhecem 76 famílias e 24.000 espécies, número que acreditam ser muito maior.

A família Formicidae é reconhecida como um táxon monofilético e, apesar de sua origem exata ainda ser um mistério, é certo que há mais de 100 milhões de anos já existiam formigas (Fernández, 2003; Wilson e Hölldobler, 2005a). Estudos moleculares estimam que as formigas surgiram por volta de 115-135 milhões de anos atrás (Ward, 2007), sendo que o espécime fóssil conhecido como o mais antigo do grupo pertence à espécie *Gerontiformica cretacea*, descrito por Nel et al. (2004).

Atualmente já foram descritas 12.649 espécies de formigas em todo o mundo (Antbase, 2012) e espera-se que o número real seja superior a 20.000 espécies. Classificações da família Formicidae propõem a existência de 21 (Bolton, 2003) ou 20 (Saux et al., 2004) subfamílias viventes, das quais 15 ocorrem no Brasil, sendo elas: Agroecomyrmecinae, Amblyoponinae, Cerapachyinae, Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Formicinae, Heteroponerinae, Leptanilloidinae, Martialinae, Myrmicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Proceratiinae e Pseudomyrmecinae (Fernández e Sendoya, 2004; Rabeling et al., 2008). O Estado de Santa Catarina apresenta registros de 368 espécies de formigas (Ulysséa et al., 2011).

As formigas caracterizam-se por apresentarem a separação entre o tronco (mesossoma) e o abdômen (metassoma) por meio de um segmento estreitado chamado de pecíolo (ou pecíolo e pós-pecíolo, em alguns casos), além do par de antenas do tipo geniculado (isto é, em forma de joelhos, com o primeiro artículo, o escapo, mais longo que os restantes), aparecendo nas operárias e rainhas. Outra característica

marcante das formigas é a presença de glândula metapleurálica, um par de agrupamentos de células que se abre em câmaras localizadas na parte postero-lateral do tronco. Essa glândula produz o ácido fenilacético, que possui atividade antifúngica e antibacteriana e, possivelmente, outras funções antibióticas (Hölldobler e Wilson, 1990).

Ao longo de sua existência, as formigas tornaram-se um dos grupos de insetos mais exitosos, o que é verificado por sua onipresença e influência nos ecossistemas terrestres, especialmente nos tropicais. Entretanto, somente o tempo de evolução não é suficiente para explicar essa preponderância das formigas, já que outros grupos de insetos tão antigos (ou mais) não apresentam tamanha abundância. Uma das respostas para o grande sucesso evolutivo das formigas está no seu comportamento social (Wilson e Hölldobler, 2005b).

Consideradas como insetos verdadeiramente sociais (eusociais), as formigas cooperam no cuidado das formas jovens, havendo uma divisão reprodutiva do trabalho, com os indivíduos estéreis trabalhando em prol dos indivíduos férteis. Ocorre ainda, no mínimo, a sobreposição de duas gerações em estágios de vida capazes de contribuir para o trabalho da colônia (Hölldobler e Wilson, 1990).

As formigas têm um importante papel no fluxo de energia e biomassa e na evolução da estrutura das comunidades como um todo; utilizam uma grande variedade de recursos alimentares e ocupam quase todos os ecossistemas terrestres; exercem papéis importantes na reciclagem de nutrientes, atuando em bancos de sementes e na formação das camadas superficiais do solo. Atuam também como agentes de controle das populações de outros artrópodes (Hölldobler e Wilson, 1990).

Os hábitos alimentares das formigas são os mais diversos possíveis, havendo um predomínio das forrageadoras oportunistas e generalistas, que se alimentam principalmente de secreções vegetais, sementes, e material animal vivo ou morto (Fowler et al., 1991; Kaspari, 2000). No entanto, alguns grupos de formigas possuem uma dieta mais especializada, como é o caso da tribo Attini (subfamília Myrmicinae), que cultivam fungos que crescem sobre um substrato composto principalmente por material vegetal e/ou animal recolhido por suas operárias (Weber, 1972). Outras formigas são particularmente bem adaptadas a uma alimentação líquida (Dolichoderinae e Formicinae), que pode ser obtida diretamente através de nectários extraflorais ou outras estruturas secretoras, ou então através de interações com alguns hemípteros que liberam uma excreção açucarada conhecida como

“honeydew” (Delabie e Fernández, 2003). Muitos gêneros incluem ainda formigas predadoras, que podem ser generalistas ou especializadas, como por exemplo, em *Cerapachys* (Cerapachyinae), *Neivamyrmex* (Ecitoninae), *Strumigenys* (Myrmicinae) e *Thaumatomyrmex* (Ponerinae), que se alimentam de grupos restritos de artrópodes (Kaspari, 2000).

1.2. INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E PLANTAS

As interações entre plantas e formigas são bastante conhecidas e estudadas há algum tempo (Janzen, 1966; Byrne, 1994). Dentre essas relações podemos citar a alimentação, abrigo, defesa contra herbivoria e dispersão de sementes (Delabie et al., 2003). As formigas são animais oportunistas com relação à utilização de espaços em plantas, sejam eles naturais ou gerados pela atividade de outros insetos (Oliveira e Freitas, 2004). Além das espécies arborícolas, existem aquelas que vivem exclusivamente dentro do solo e as que fazem e/ou expandem seus ninhos para dentro de troncos apodrecidos; as que nidificam em grandes troncos de árvores mortas ou então em pequenos galhos caídos das árvores (Carvalho e Vasconcelos, 2002).

As situações mais conhecidas são as das formigas que nidificam em plantas mirmecófitas. Essas plantas apresentam espaços utilizados para a nidificação, chamados domácias, que variam entre as espécies desde pequenas modificações no caule ou tronco até bolsas bem desenvolvidas nas folhas (Fonseca e Ganade, 1996). Em troca de proteção contra outros herbívoros, essas plantas oferecem ainda alimentos, através de nectários extraflorais e/ou estruturas modificadas, como os corpúsculos Beltianos e Müllermanos (Hölldobler e Wilson, 1990). Em alguns ambientes, mirmecófitas e suas formigas são elementos visíveis. Na Amazônia Central, por exemplo, 1 ha de floresta pode conter 380 plantas mirmecófitas, com a comunidade local de formiga-planta contendo pelo menos 16 espécies de mirmecófitas e 25 espécies de formigas (Fonseca e Ganade, 1996).

Frutos e sementes na serapilheira também podem fornecer cavidades que servem como locais para ninhos de formigas (Silva et al., 2009). Embora sejam poucos os relatos sobre o potencial de ocupação dessas cavidades por formigas, Soares e Schoereder (2001) apontaram baixa utilização em comparação com ramos e troncos caídos. Uma

estratégia de nidificação muito difundida, também conhecida para abelhas e vespas, é o uso de cavidades e túneis feitos por organismos minadores, como larvas de besouros. Neste tipo de sistema, a disponibilidade de locais para nidificação é dependente da abundância e comportamento de outras espécies (Fonseca, 1999). Há também formigas capazes de cavarem seus próprios buracos nos troncos ou caules (Byrne, 1994).

As mais densas concentrações de formigas de serapilheira são encontradas em locais efêmeros, como pequenos pedaços de madeira podre, galhos, plantas mortas, folhas ou sementes (Wilson, 1959; Kaspari, 1996). Esses materiais são dinâmicos e geralmente deterioram mais rapidamente do que o tempo de vida da colônia, fazendo com que as formigas tenham que, freqüentemente, recolonizarem novos espaços (Byrne, 1994). O tamanho desses materiais também influencia o tamanho da colônia. Segundo Hölldobler e Wilson (1990), há uma relação entre o local de um ninho e o tamanho das colônias, isto é, espécies que nidificam em locais efêmeros como troncos podres ou madeira em decomposição formarão colônias menores do que aquelas que nidificam no solo ou no dossel das árvores.

1.3. AS FORMIGAS E AS RESTINGAS

Restinga é um termo comumente utilizado para designar uma vegetação de dunas costeiras, coberta predominantemente por plantas herbáceas e arbustivas, que ocorrem ao longo da costa brasileira (Cardoso et al., 2010). Em um contexto ecológico, o termo restinga é empregado como um ecossistema, servindo para designar toda a região que inclui praias, dunas, alagados e baixadas úmidas, assim como suas respectivas comunidades, sejam elas vegetais ou não (Araujo e Lacerda, 1987).

A restinga é um ambiente geologicamente recente, desenvolvendo-se em depósitos marinhos de origem Quaternária, dentro do domínio da Mata Atlântica (Cardoso et al., 2010). Diferentes fitofisionomias ocorrem neste ecossistema, variando desde formações herbáceas, arbustivas fechadas ou abertas, até pequenas florestas com altura de dossel não ultrapassando 20 metros (Falkenberg, 1999). A vegetação que compõe esses ambientes desempenha um papel chave na estabilidade das dunas de areia e na manutenção da biodiversidade

(Kuki et al., 2008). As espécies de plantas que ocorrem em restingas possuem elevada plasticidade, apresentando adaptações para seu desenvolvimento sob influência de vários fatores abióticos, como estresse hídrico, ventos, topografia e salinidade (Griffiths, 2006).

Até o ano de 2003 poucos trabalhos podiam ser encontrados envolvendo formigas em restingas brasileiras (Lopes, 2003), no entanto, nos últimos anos alguns trabalhos vêm trazendo boas contribuições a fim de preencher parte dessa lacuna. Nesse período encontramos trabalhos investigando o papel das formigas na dispersão de diásporos de plantas (Passos e Oliveira, 2002, 2003); ecologia do forrageio de formigas cultivadoras de fungos (Lopes, 2005, 2007); efeito de fatores ambientais sobre a comunidade de formigas de restinga (Vargas et al., 2007); relação entre os atributos do solo e a atividade das formigas em restinga (Gomes et al., 2010) e; relação entre as fitofisionomias de restinga e a comunidade de formigas (Cardoso et al., 2010). Além disso, Souza et al. (2008) concluíram que as formigas foram o grupo predominante em fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ.

Numa compilação de trabalhos envolvendo formigas em restingas, Lopes (2003) aponta que existiam até aquela data pelo menos 76 espécies nesse ecossistema, com a maioria dos trabalhos se restringindo ao Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo este mesmo autor, gêneros bastante ricos em espécies e que são comuns em outros levantamentos estariam sendo sub-representados nas restingas, apontando para a necessidade de levantamentos taxonômicos da mirmecofauna nesse ecossistema. Essa carência de estudos com formigas em restingas brasileiras confirmou-se com o trabalho de Vargas et al. (2007) na restinga da Marambaia, litoral do Rio de Janeiro, onde foram encontradas 92 espécies de formigas, utilizando-se somente uma metodologia de coleta (pitfall).

Em Santa Catarina, o primeiro levantamento taxonômico de formigas em restingas foi realizado por Bonnet e Lopes (1993) na praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, onde obtiveram 33 espécies, com base principalmente em coletas manuais em areia e na vegetação herbácea e arbustiva. Posteriormente, Cereto et al. (2009a, 2009b) e Cardoso e Cristiano (2010) contribuíram com novos registros de espécies para o estado e, mais recentemente, Cereto (2011), também em áreas de restinga da Ilha de Santa Catarina, encontrou 101 espécies de formigas.

1.4. *ACTINOCEPHALUS POLYANTHUS*

O gênero *Actinocephalus* pertence à família Eriocaulaceae, que é monofilética e formada por 11 gêneros e aproximadamente 1400 espécies. A maioria das espécies é Neotropical, com grande parte dos gêneros e espécies concentrados em regiões montanhosas da Venezuela e centro-oeste e sudeste do Brasil (Andrade et al., 2010). *Actinocephalus* é um gênero endêmico do Brasil, compreendendo atualmente 31 espécies e ocorrendo predominantemente na Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais e Bahia (Sano, 2004; Costa, 2006).

*Actinocephalus polyanthus*¹ possui a mais ampla distribuição geográfica do gênero, ocorrendo da Chapada Diamantina, na Bahia, até a Ilha dos Marinheiros, em Rio Grande, no Rio Grande do Sul (Sano et al., 2010). No estado de Santa Catarina, essa espécie ocorre nos campos do planalto e nos campos arenosos litorâneos. A espécie é considerada monocárpica, pois morre após um único evento reprodutivo durante seu ciclo de vida (Castellani et al., 2001). Quando morta e seca, forma-se uma cavidade interna cilíndrica no interior dessa estrutura, na qual Cereto et al. (2011) observaram a presença de ninhos de formigas.

As inflorescências da herbácea *A. polyanthus* são umbelas capituliformes e o início da fase reprodutiva, que ocorre com a emissão do pedúnculo, começa em junho, assim como a formação dos botões. A floração tem seu pico no mês de novembro, ocorrendo de julho a janeiro (d'Eça-Neves e Castellani, 1994). No período reprodutivo essa planta emite um escapo floral, com um eixo central e algumas ramificações laterais (paracládios), que servem de sustentação para suas estruturas florais (Sano, 2004). Quando secas, estas estruturas tornam-se ocas e podem ser utilizadas para a nidificação de formigas.

Alguns estudos realizados em baixadas úmidas entre dunas na praia da Joaquina, na Ilha de Santa Catarina, apontam a relação entre determinadas espécies de formigas com a eriocaulácea *Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano. Estas relações incluem a herbivoria de plântulas (Castellani et al., 1995) e adultos (Lopes, 2005) por *Acromyrmex striatus*, assim como a presença de formigas de outros gêneros em partes vegetativas e reprodutivas desta planta (Arruda et al.,

¹ Anteriormente classificado como *Paepalanthus polyanthus*.

2003). Galitzki et al. (2009), também na mesma região, encontraram 15 espécies de formigas nas inflorescências desta espécie.

1.5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. G.; GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; QUEIROZ, L. P.; CONCEIÇÃO, A. S.; ALMEIDA, P. R. M.; VAN DEN BERG, C. A comprehensive phylogenetic analysis of Eriocaulaceae: evidence from nuclear (ITS) and plastid (*psbA-trnH* and *trnL-F*) DNA sequences. **Taxon**, Vienna, v. 59, n. 2, p. 379-388, 2010.
- ANTBASE. Antbase, World Wide Web electronic publication. Disponível em: www.antbase.org. Acesso em: 07 dezembro 2012.
- ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.
- ARRUDA, V. L. V.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Formigas em plantas de restinga: os estudos na Ilha de Santa Catarina. In: XVI SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 2003, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Editora UFSC. p. 386-391.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, Michigan, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BONNET, A.; LOPES, B. C. Formigas de dunas e restingas da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). **Biotemas**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 107-114, 1993.
- BYRNE, M. M. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. **Biotropica**, Maiden, v. 26, p. 61-72, 1994.
- CARDOSO, D. C.; CRISTIANO, M. P. Myrmecofauna of the southern Catarinense Restinga Sandy Coastal Plain: New records of species occurrence for the State of Santa Catarina and Brazil. **Sociobiology**, Göttingen, v. 55, p. 229-239. 2010.

- CARDOSO, D. C.; SOBRINHO, T. G.; SCHOEREDER, J. H. Ant community composition and its relationship with phytophysiognomies in a Brazilian Restinga. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 57, p. 293-301, 2010.
- CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 115-121., 2002.
- CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; LOCATELLI, L. M.; LOPES, B. C. The occurrence of *Junonia evarete* (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Acromyrmex striatus* (Hymenoptera: Formicidae) on *Paepalanthus polyanthus* (Euriocaulaceae). **Journal of the New York Entomological Society**, New York, v. 103, n. 3, p. 329-334, 1995.
- CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. DE S. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 123-134, 2001.
- CERETO, C. E. **Aspectos ecológicos da mirmecofauna em comunidades de restingas na ilha de Santa Catarina, sul do Brasil: composição, densidade de espécies e influência de fatores ambientais**. 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011.
- CERETO, C. E.; ROSUMEK, F. B.; LOPES, B.C.; SCHMIDT, G.; VOLTOLINI, C. H.; BEDUSCHI, T.; CASTELLANI, T. T.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; SCHERER, K. Z. 2009a. Formigas em comunidade de duna frontal, praia do Pântano do Sul, Ilha de Santa Catarina: riqueza, sazonalidade e relação com a vegetação. In: XIX Simpósio de Mirmecologia, 2009a., Ouro Preto. **Resumos...** Ouro Preto, 2009, versão eletrônica.
- CERETO, C. E.; ULYSSÉA, M. A.; ALBERTONI, F. F.; MARTINS, A. G.; LOPES, B. C. Mirmecofauna associada a distintas

fitofisionomias de restingas na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, sul do Brasil. In: III Congresso Latino Americano de Ecologia, 2009b., São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: SEB, 2009, p. 1-5.

CERETO, C. E.; SCHMIDT, G. O.; MARTINS, A. G.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Nesting of ants (Hymenoptera, Formicidae) in dead post-reproductive plants of *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae), a herb of coastal dunes in southern Brazil. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 58, n. 4, p. 469-471, 2011.

COSTA, F. N. Three new species of *Actinocephalus* Sano (Eriocaulaceae) from Minas Gerais, Brazil. **Novon**, St. Louis, v. 16, n. 2, p. 212-215, 2006.

d'ÊÇA-NEVES, F. F.; CASTELLANI, T. T. Fenologia e aspectos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) em baixada úmida entre dunas na Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. **Insula**, Florianópolis, v. 23, p. 121-149, 1994.

DELABIE, J. H. C.; FERNÁNDEZ, F. Relaciones entre hormigas y “homopteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha). In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 181-200.

DELABIE, J. H. C.; OSPINA, M.; ZABALA, G. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 167-180.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 28, p. 1-30, 1999.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. Bogotá. 424 p.

- FERNÁNDEZ, F; SENDOYA, S. List of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, Bogotá, v. 5, n. 1, p. 3-93, 2004.
- FERNÁNDEZ, F; SHARKEY, M. J. (Eds.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología e Universidad Nacional de Colombia, 2006. 894 p.
- FONSECA, C. R. Amazonian ant-plant interactions and the nesting space limitation hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 15, p. 807-825, 1999.
- FONSECA, C. R.; GANADE, G. Compartments and null interactions in an Amazonian ant-plant community. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 65, n. 3, p. 339-347, 1996.
- FOWLER, H. G., FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. Pp.131- 223. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole Editora Ltda., 1991. p. 131-223.
- GALITZKI, E. L.; CERETO, C. E.; SCHERER, K. Z.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Formigas visitantes de inflorescências de *Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano (Eriocaulaceae) na restinga da praia da Joaquina, Florianópolis-SC. In: IX Congresso de Ecologia do Brasil, 2009, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: SEB. Versão eletrônica.
- GOMES, J. B. V.; BARRETO, A. C.; MICHEREFF FILHO, M.; VIDAL, W. C. L.; COSTA, J. L. S.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N. Relações entre atributos do solo e a atividade de formigas em restingas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 67-78, 2010.
- GRIFFITHS, M. E. Salt spray accumulation and heathland plant damage associated with a dry tropical storm in southern New England. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, v. 22, p. 1417-1422, 2006.

- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.
- JANZEN, D. H. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution**, New York, v. 20, n. 3, p. 249-275, 1966.
- KASPARI M. Litter ant patchiness at the 1-m² scale: disturbance dynamics in three Neotropical forests. **Oecologia**, Heidelberg, v. 107, p. 265-273, 1996.
- KASPARI, M. A primer on ant ecology. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. E SCHULTZ, T. R. (Org.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institute Press, 2000. p. 9-24.
- KUKI, K. N.; OLIVA, M. A.; PEREIRA, E. G.; COSTA, A. C.; CAMBRAIA, J. Effects of simulated deposition of acid mist and iron ore particulate matter on photosynthesis and the generation of oxidative stress in *Schinus terebinthifolius* Radii and *Sophora tomentosa* L. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 403, p. 207-214, 2008.
- LOPES, B. C. Diversidade de formigas em ecossistemas litorâneos: restingas e manguezais. In: XVI SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 2003, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Editora da UFSC. p. 31-39.
- LOPES, B. C. Recursos vegetais usados por *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 372-382, 2005.
- LOPES, B. C. Ecologia do forrageio por *Cyphomyrmex morschi* Emery (Hymenoptera, Formicidae) em vegetação de restinga no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 52-56, 2007.
- MASON, W. R. M.; HUBER, J. T.; FERNÁNDEZ, F. El orden Hymenoptera. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (Eds.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**.

- Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología e Universidad Nacional de Colombia, 2006. p. 1-6.
- NEL, A.; PERRAULT, G.; PERRICHOT, V.; NÉRAUDEAU, D. The oldest ant in the Lower Cretaceous amber of Charente-Maritime (SW France) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). **Geologica Acta**, Barcelona, v. 2, n. 1, p. 23-29, 2004.
- OLIVEIRA, P. S.; FREITAS, A. V. L. Ant-plant herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 91, p. 557-570, 2004.
- PASSOS, L.; OLIVEIRA, P. S. Ants affect the distribution and performance of seedlings of *Clusia criuva*, a primarily bird-dispersed rain forest tree. **Journal of Ecology**, London, v. 90, p. 517-528, 2002.
- PASSOS, L.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between ants, fruits and seeds in a restinga forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 19, p. 261-270, 2003.
- RAEBELING, C.; BROWN, J. M.; VERHAAGH, M. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 105, p. 14913-14917, 2008.
- SANO, P. T. *Actinocephalus* (Körn) Sano (*Paepalanthus* sect. *Actinocephalus*), a new genus of Eriocaulaceae, and other taxonomic and nomenclatural changes involving *Paepalanthus* Mart. **Taxon**, Vienna, v. 53, n. 1, p. 1-9, 2004.
- SANO, P. T.; GIULIETTI, A. M.; TROVÓ, M.; PARRA, L. R.; MÜLLER, G. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Eriocaulaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 125-140, 2010.
- SAUX, C.; FISCHER, B. L.; SPICER, G. S. Dracula ant phylogeny as inferred by nuclear 28S rDNA sequences and implications for ant systematics (Hymenoptera, Formicidae, Amblyoponinae).

- Molecular Phylogenetics and Evolution**, New York, v. 33, p. 457-468, 2004.
- SILVA, F. R.; BEGNINI, R. M.; KLIER, V. A.; SCHERER, K. Z.; LOPES, B. C.; CASTELLANI, T. T. Utilização de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) por formigas em floresta secundária no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 38, n. 6, p. 873-875, 2009.
- SOARES S. M.; SCHOEREDER, J. H. 2001. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insect Societaux**, Basel, v. 48, p. 280-286, 2001.
- SOUZA, R. C.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; PAULA, R. R.; MENEZES, L. F. T. Estrutura da comunidade da fauna edáfica em fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 1, p. 49-57, 2008.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. J. **Borror and Delong's introduction to the study of insects**. 7 ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2005, 864 p.
- ULYSSÉA, M. A.; CERETO, C. E.; ROSUMEK, F. B.; SILVA, R. R.; LOPES, B. C. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, n. 4, p. 603-611, 2011.
- VARGAS, A. B.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; QUEIROZ, J. M.; SOUZA, G. O.; RAMOS, E. F. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidades de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 36, n. 1, p. 28-37, 2007.
- WARD, P. S. Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera: Formicidae). In: ZHANG, Z. Q.; SHEAR, W. A. (Eds.). **Linnaeus tercentenary: progress in invertebrate taxonomy**. Auckland: Magnolia Press, 2007. p. 549-563.

WEBER, N. A. Gardening ants, the attines. **Memoirs of the American Philosophical Society**, Philadelphia, v. 92, p. 1-146, 1972.

WILSON E. O. Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests. **Ecology**, New York, v. 40, p. 437-447, 1959.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. Eusociality: origin and consequences. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 102, n. 38, p. 13367-13371, 2005a.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. The rise of the ants: a phylogenetic and ecological explanation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 102, n. 21, p. 7411-7414, 2005b.

2. CAPÍTULO 1 – Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que nidificam em indivíduos pós-reprodutivos secos de *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae)

2.1. RESUMO

Muitas espécies de formigas constroem seus ninhos em locais efêmeros, como troncos apodrecidos, plantas mortas ou galhos caídos das árvores. A riqueza de espécies de formigas pode aumentar de acordo com o aumento na densidade da vegetação no entorno de seus ninhos. *Actinocephalus polyanthus* é uma herbácea que, quando morta, torna-se oca e serve de abrigo para formigas. O presente trabalho, além de identificar as espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *A. polyanthus*, teve como objetivos estimar a durabilidade das plantas como recurso para a nidificação e também testar a hipótese de que uma maior cobertura vegetal no entorno dos ninhos favoreça uma maior riqueza de espécies de formigas. As coletas foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2011, em uma área de restinga pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Brasil. Foram estabelecidas 32 parcelas de 5 x 5 m, distribuídas em duas transecções de 800 m de comprimento. Dentro de cada parcela, todos os indivíduos secos de *A. polyanthus* foram abertos, a fim de verificar a presença de formigas nidificando em seu interior. A estimativa da porcentagem de cobertura vegetal dentro de cada parcela foi feita visualmente. A durabilidade das plantas secas foi estimada através da marcação e acompanhamento de 30 indivíduos de *A. polyanthus* secos, durante dezesseis meses. Foram encontradas sete espécies de formiga nidificando no interior de *A. polyanthus* secos (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pheidole* sp., *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2), sendo que *Solenopsis* sp.1 foi a mais frequente. Mais da metade (52,67%) das plantas encontravam-se ocupadas por formigas, evidenciando a importância dessa espécie como recurso para a nidificação. A durabilidade das plantas secas foi estimada em onze meses, sugerindo que as formigas devam migrar para outros locais. A riqueza de formigas e a proporção de plantas ocupadas estiveram

correlacionadas com a cobertura vegetal no entorno dos ninhos, corroborando com resultados encontrados na literatura.

Palavras-chave: Cobertura vegetal. Mirmecofauna. Nidificação. Recurso efêmero. Restinga.

2.2. ABSTRACT

Many ant species build their nests in ephemeral resources as rotten twigs, dead plants or fallen branches. Species richness may increase according to the increase in vegetation density around nests. *Actinocephalus polyanthus* is a shrubby plant that, after dead, it becomes hollow and serves as a shelter for ants. This work, in addition to identify the ant species that nest in post-reproductive individuals of *A. polyanthus*, aimed to estimate the plants durability as a resource for nesting and also test the hypothesis that greater vegetation cover around the nests lead to greater ants species richness. Samples were collected between May and June 2011, in a restinga area that belongs to the Parque Municipal das Dunas Lagoa da Conceição, Florianópolis, Brazil. It was established 32 plots of 5 x 5 m, distributed in two 800 m length transects. Within each plot, all individuals of dried *A. polyanthus* were opened in order to verify the presence of ant nests inside. The estimate of vegetation cover within each plot was done visually. The durability of post-reproductive plants was estimated by marking and tracking 30 dried individuals of *A. polyanthus* during sixteen months. We found seven ant species nesting inside *A. polyanthus* (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pheidole* sp., *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 and *Solenopsis* sp.2), and *Solenopsis* sp.1 was the most frequent. More than a half (52.67%) of the examined plants was occupied by ants, indicating the importance of this species as a resource for nesting. The durability of the dried plants was estimated in eleven months, suggesting that the ants must migrate to other locations. The ant species richness and the proportion of occupied plants were correlated with vegetation cover around the nests, confirming results found in literature.

Key-words: Ephemeral resource. Nest. Restinga. Twig-dwelling ants. Vegetation cover.

2.3. INTRODUÇÃO

Formigas são animais oportunistas com relação à utilização de espaços em plantas, sejam eles naturais ou gerados pela atividade de outros insetos (Oliveira e Freitas, 2004). Uma estratégia de nidificação muito difundida, também conhecida para abelhas e vespas, é o uso de cavidades e túneis feitos por larvas brocadoras, havendo a possibilidade das aberturas serem ou não aumentadas e modificadas de acordo com a conveniência das formigas. Neste tipo de sistema, a disponibilidade de locais para nidificação é dependente da abundância e comportamento dessas espécies de brocadores (Fonseca, 1999).

Muitas espécies de formigas são capazes de abrirem suas próprias cavidades nos troncos ou caules (Janzen, 1966; Byrne, 1994), como por exemplo, *Pseudomyrmex ferruginea* F. Smith em *Acacia cornigera* (Janzen, 1966). Geralmente estas plantas possuem paredes pouco espessas e/ou tecidos macios em determinados locais, que facilitam a escavação por formigas (Janzen, 1974; Hölldobler e Wilson, 1990).

Além das espécies arbóricolas, existem aquelas que constroem seus ninhos em locais efêmeros, como troncos apodrecidos, grandes troncos de árvores mortas ou então em pequenos galhos caídos das árvores (Carvalho e Vasconcelos, 2002). As mais densas concentrações de formigas de serapilheira são encontradas em pequenos pedaços de madeira podre, galhos, plantas mortas, folhas ou sementes (Wilson, 1959; Kaspari, 1996). Esses materiais são dinâmicos e geralmente deterioram mais rapidamente do que o tempo de vida da colônia, fazendo com que as formigas tenham que, frequentemente, recolonizarem novos espaços (Byrne, 1994).

Bambus, tanto vivos quanto mortos, também são frequentemente utilizados pelas formigas (Davidson et al., 2006), assim como frutos e sementes na serapilheira, por fornecerem cavidades que servem como locais para os ninhos (Silva et al., 2009). Embora sejam poucos os relatos sobre o potencial de ocupação dessas cavidades por formigas, Soares e Schoereder (2001), analisando um remanescente de floresta tropical, apontaram baixa utilização em comparação com ramos e troncos caídos.

O tamanho dos materiais utilizados para a construção dos ninhos também influencia o tamanho da colônia. Segundo Hölldobler e Wilson (1990), há uma relação entre o local de um ninho e o tamanho

das colônias, isto é, espécies que nidificam em locais efêmeros como troncos podres ou madeira em decomposição formarão colônias menores do que aquelas que nidificam no solo ou no dossel das árvores. Outra relação bem conhecida é o aumento na densidade e riqueza de espécies de formigas de acordo com o aumento na densidade da vegetação do local (Gotelli e Ellison, 2002; Ribas et al., 2003). Essa maior densidade pode levar a uma maior complexidade do hábitat. Hábitats mais complexos, por sua vez, apresentam um número maior de nichos, culminando em uma maior riqueza de espécies (Finke e Snider, 2008).

Actinocephalus polyanthus é uma Eriocaulaceae que ocorre da Bahia ao Rio Grande do Sul, sendo encontrada nos campos do planalto e nos campos arenosos litorâneos (Moldenke e Smith, 1976; Sano et al., 2010). A espécie é considerada monocárpica, pois morre após um único evento reprodutivo durante seu ciclo de vida (Castellani et al., 2001). Trata-se, então, de um recurso efêmero, uma vez que começa a se decompor após a reprodução. Quando morta e seca, forma-se uma cavidade cilíndrica no interior dessa estrutura, na qual Cereto et al. (2011) observaram a presença de ninhos de formigas.

Pouco se sabe sobre a relação entre as formigas e os indivíduos mortos e secos de *A. polyanthus*. Um prévio estudo realizado por Cereto et al. (2011) demonstrou que, para esta região de estudo, oito espécies de formigas utilizavam plantas secas de *A. polyanthus*, em uma alta taxa de ocupação. Entretanto, o mesmo estudo deixou algumas perguntas sem respostas, como: quanto tempo a planta mantém-se disponível para a nidificação das formigas? Existe correlação entre a vegetação no entorno e o número de plantas ocupadas? Sendo assim, o presente estudo visou suprir uma demanda de maiores informações a respeito da utilização de plantas secas de *A. polyanthus* por formigas.

2.4. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos identificar as espécies de formigas que nidificam no interior das plantas secas de *A. polyanthus*; verificar a proporção de plantas ocupadas; estimar a durabilidade destas plantas como recurso para nidificação; e testar a hipótese de que exista uma maior riqueza de espécies de formigas e uma maior taxa de ocupação dos indivíduos secos de *A. polyanthus*, em áreas onde a cobertura vegetal é maior.

2.5. MATERIAL E MÉTODOS

2.5.1. ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, localizada no leste da Ilha de Santa Catarina, SC ($27^{\circ}36'40''\text{S}$ e $48^{\circ}27'10''\text{W}$) (Figura 1). Esse parque se estende do sul desta lagoa até a praia do Campeche, tendo cerca de 563 ha (CECCA, 1997).



Figura 1. Área de estudo, pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. O retângulo vermelho indica a área de coleta.

A região de estudo escolhida (praia da Joaquina) tem aproximadamente 3 km de extensão e o campo de dunas, que se estabelece do litoral até a Lagoa da Conceição, é composto por uma série de dunas fixas e semi-fixas. Entre as dunas de pequeno porte existem baixadas úmidas, parcialmente alagáveis em algumas épocas do

ano, sendo que em algumas destas baixadas ocorrem lagos permanentes (Castellani e d'Eça-Neves, 2000; Castellani et al., 2001). Nestas baixadas, a vegetação é constituída predominantemente por espécies herbáceas, subarbustivas ou também pequenos arbustos (Castellani et al., 2001). Algumas áreas podem apresentar cobertura vegetal muito esparsa ou mesmo estarem desprovidas de vegetação. Em locais com inundação mais duradoura, geralmente dominam as macrófitas aquáticas, que são principalmente emergentes ou anfíbias, mas podem também ser flutuantes ou submersas (Falkenberg, 1999).

2.5.2. OBJETO DE ESTUDO

O gênero *Actinocephalus* pertence à família Eriocaulaceae, que é monofilética e formada por 11 gêneros e aproximadamente 1400 espécies. A maioria das espécies é Neotropical, com grande parte dos gêneros e espécies concentrados em regiões montanhosas da Venezuela e centro-oeste e sudeste do Brasil (Andrade et al., 2010). *Actinocephalus* é um gênero endêmico do Brasil, compreendendo atualmente 31 espécies e ocorrendo predominantemente na Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais e Bahia (Sano, 2004; Costa, 2006). As inflorescências da herbácea *A. polyanthus* são umbelas capituliformes (Figura 2A e B) e o início da fase reprodutiva, que ocorre com a emissão do pedúnculo, começa em junho, assim como a formação dos botões. A floração tem seu pico no mês de novembro, ocorrendo de julho a janeiro (d'Eça-Neves e Castellani, 1994). No período reprodutivo essa planta emite um escapo floral, com um eixo central e algumas ramificações laterais (paracládios), que servem de sustentação para suas estruturas florais (Sano, 2004). Quando secas, estas estruturas tornam-se ocas e podem ser utilizadas para a nidificação de formigas (Cereto et al., 2011) (Figura 2C).

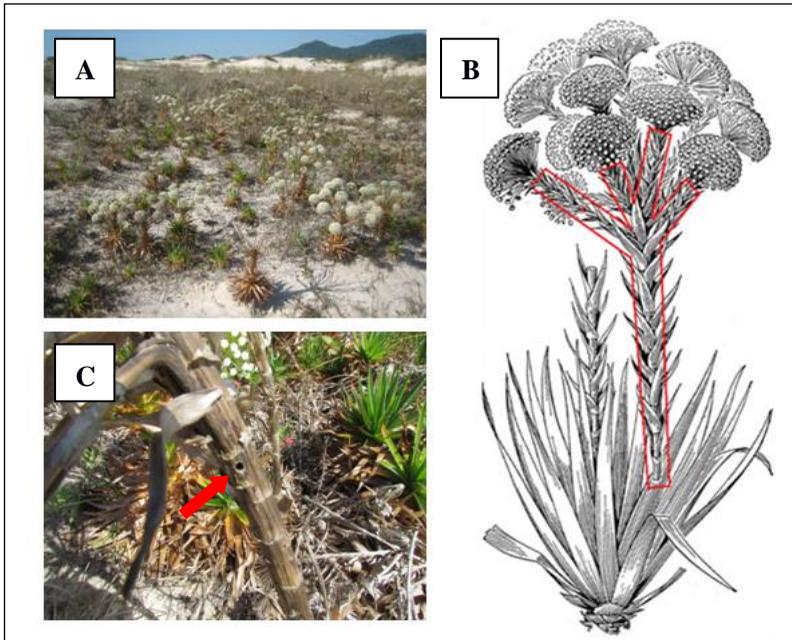


Figura 2. A. *Actinocephalus polyanthus* em ambiente de restinga no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC; B. *A. polyanthus* com detalhe, em vermelho, do eixo central e paracládios. C. Eixo central seco apresentando um orifício utilizado pelas formigas (indicado pela seta).

2.5.3. COLETAS

As coletas foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2011. Seguindo-se uma linha reta, foram traçados dois transectos de 800 m de comprimento ao longo da área de estudo. Esses transectos foram separados pelo fato de haver um cordão de *Pinus* sp. entre eles (com aproximadamente 200 m de largura), onde não foi verificada a presença de indivíduos de *A. polyanthus*. Ao longo dos transectos eram marcadas duas parcelas de 5 x 5 m a cada 100 m de distância (16 parcelas em cada transecto), sendo uma 30 m para a esquerda e outra 30 m para a direita da linha central do transecto (figura 3). Essas distâncias são suficientes para tornar as amostras independentes, uma vez que a distância mínima

padrão utilizada para coletas de formigas é de 10 m (Agosti e Alonso, 2000). Dentro de cada parcela, todos os indivíduos secos de *A. polyanthus* foram mapeados e em cada um deles foi feita uma pequena abertura em seu eixo central, a fim de verificar a presença de formigas nidificando em seu interior. Alguns exemplares de formigas foram coletados em cada uma das plantas que se encontravam ocupadas. Para a confirmação de que uma planta estava desocupada, aquelas que não apresentaram formigas em seu eixo central foram abertas por completo.

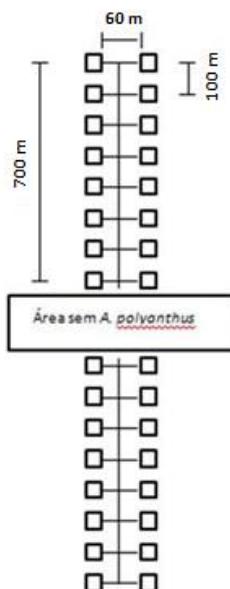


Figura 3. Desenho amostral utilizado nas coletas de formigas com ninhos em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil.

Para verificar a existência de coocorrência de espécies diferentes na mesma planta seca de *A. polyanthus*, 40 plantas confirmadamente ocupadas foram coletadas e levadas ao laboratório.

A estimativa da porcentagem de cobertura vegetal dentro de cada parcela foi feita visualmente, subdividindo-se a parcela em quatro

partes menores (2,5 x 2,5 m), com a ajuda de uma linha de barbante, e calculando a média de cobertura entre as mesmas.

A fim de verificar a durabilidade das plantas secas no ambiente, foram marcados trinta indivíduos de *A. polyanthus* secos. A marcação foi efetuada em março de 2011, utilizando-se etiquetas de alumínio. A cada quatro meses foram realizadas vistorias para verificar se as plantas encontravam-se fixas no solo e em condições de abrigarem ninhos de formigas. A durabilidade dessas plantas foi, então, estimada em 4, 8, 12, 16 ou mais de 16 meses.

2.5.4. IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

As formigas coletadas foram levadas ao laboratório, montadas em alfinete entomológico e etiquetadas. A identificação ate o nível genérico baseou-se nas chaves de identificação apresentadas por Palácio e Fernández (2003) e comparações com espécimes da coleção do Laboratório de Biologia de Formigas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Para identificação ao nível específico alguns exemplares foram enviados ao Museu de Zoologia de São Paulo (MZUSP).

2.5.5. ANÁLISE DOS DADOS

Com base nas frequências das espécies em cada parcela (número de plantas ocupadas pela espécie em cada parcela), foi construída uma curva de acumulação de espécies, utilizando o estimador CHAO 2, que baseia-se na incidência, sendo influenciado pelas espécies que ocorrem em apenas uma amostra (únicas) e por aquelas que ocorrem em apenas duas amostras (duplicadas) (Krebs, 1999). Esta curva foi construída com o auxílio do programa EstimateS (Colwell, 2009).

Foi calculada uma média de durabilidade das plantas marcadas, utilizando-se aquelas plantas que pereceram até o final dos 16 meses de observações. As plantas que ainda encontravam-se em condições para a nidificação foram classificadas possuindo uma durabilidade maior do que 16 meses.

O coeficiente de Spearman foi utilizado para correlacionar os dados de cobertura vegetal em cada parcela, com a riqueza de espécies de formigas encontradas nas mesmas. O mesmo coeficiente foi utilizado

para correlacionar a cobertura vegetal das parcelas com as taxas de ocupação dos indivíduos secos de *A. polyanthus*. Estes cálculos foram realizados com o auxílio do programa Statistica 8.0 (StatSoft, 2007). Para essas análises, a porcentagem de cobertura vegetal dentro das parcelas foi distribuída em classes, sendo classe 1 de 0 a 10% de cobertura, classe 2 de 11 a 20%, classe 3 de 21 a 30%, e assim sucessivamente até a classe 10, com uma cobertura entre 91 e 100%.

2.6. RESULTADOS

Foram amostrados ao todo 469 indivíduos secos de *A. polyanthus*, sendo que destes, 247 (52,67%) encontravam-se ocupados por formigas. A cobertura vegetal dentro das parcelas variou de 5 a 100%, com uma média de 49,75% e um desvio padrão de 29,13%.

Foi encontrada uma riqueza de sete espécies de formigas nidificando no interior de *A. polyanthus* secos, pertencentes a cinco gêneros e três subfamílias, de acordo com Bolton (2003). A espécie *Solenopsis* sp.1 foi a mais abundante em toda a área, sendo encontrada em 48,9% das plantas ocupadas (Tabela 1). Essa espécie também foi a mais frequente, aparecendo em 72,2% das parcelas amostradas.

As frequências de ocupação das plantas variaram bastante entre as espécies de formigas (Tabela 1). A riqueza de formigas que nidificam em *A. polyanthus* estimada para a região, segundo a curva de acumulação de espécies, foi de sete espécies (Figura 4)

Tabela 1. Espécies de formigas encontradas nidificando no interior de *Actinocephalus polyanthus* secos, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil, com suas respectivas frequências nas plantas (F_{pl}) e frequências nas parcelas (F_{pa}).

Família Formicidae				
Subfamília	Gênero	Espécie/mosfoespécie	F_{pl} (%)	F_{pa} (%)
Formicinae	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus alboannulatus</i>	4,05	22,22
	<i>Myrmelachista</i>	<i>Myrmelachista gallicola</i>	18,62	44,44
Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole</i> sp.1	0,41	2,78
	<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis</i> sp.1	48,99	72,22
		<i>Solenopsis</i> sp.2	2,83	8,33
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	<i>Pseudomyrmex flavidulus</i>	15,79	44,44
		<i>Pseudomyrmex gracillis</i>	9,31	27,78



Figura 4. Curva de acumulação de espécies observadas (Mao Tao) e estimadas (CHAO 2) calculada para as formigas que nidificam no interior de indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil.

Das 40 plantas coletadas, 34 (85%) estavam ocupadas por apenas uma espécie de formiga, cinco (12,5%) estavam ocupadas por duas espécies de formigas e uma (2,5%) apresentava três espécies de formigas nidificando em seu interior.

Das 30 plantas marcadas para a verificação do tempo em que este recurso fica disponível para as formigas, apenas uma encontrava-se ereta sobre o solo, após os 16 meses. As demais 29 plantas tiveram uma durabilidade média de 11 meses, considerando tanto plantas que foram cobertas pela água (dois indivíduos) ou soterradas pela areia (nove indivíduos), como as que foram encontradas caídas no solo em um estágio avançado de decomposição.

Foi encontrada uma correlação positiva ($r = 0,630$; $N = 32$; $p < 0,001$) entre a cobertura vegetal das parcelas e a proporção de plantas ocupadas por formigas dentro das mesmas (Figura 5). A correlação entre a cobertura vegetal das parcelas e a riqueza de espécies de formigas nelas encontradas, também foi positiva ($r = 0,356$; $N = 32$; $p < 0,050$) (Figura 6).

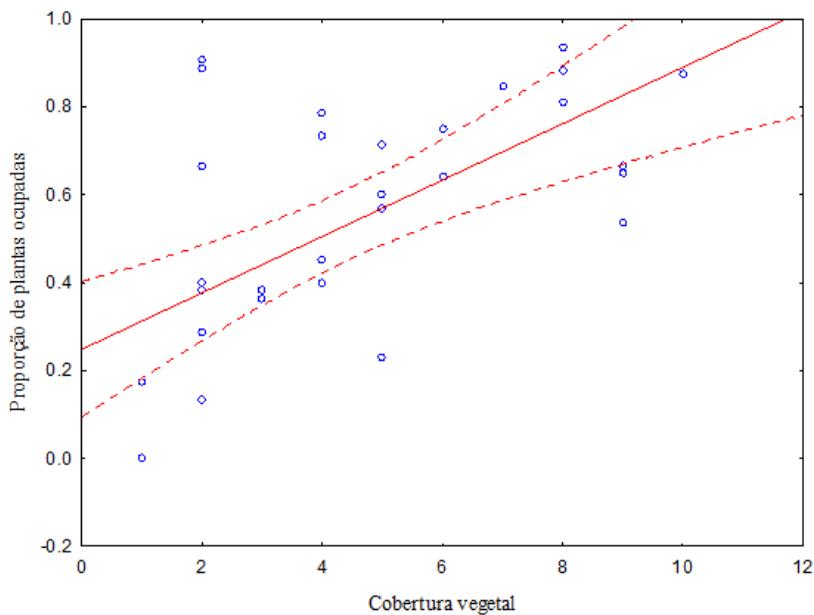


Figura 5. Correlação entre a cobertura vegetal e a proporção de indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus* ocupados por formigas em cada parcela amostrada, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. $r = 0,630$; $N = 32$; $p < 0,001$.

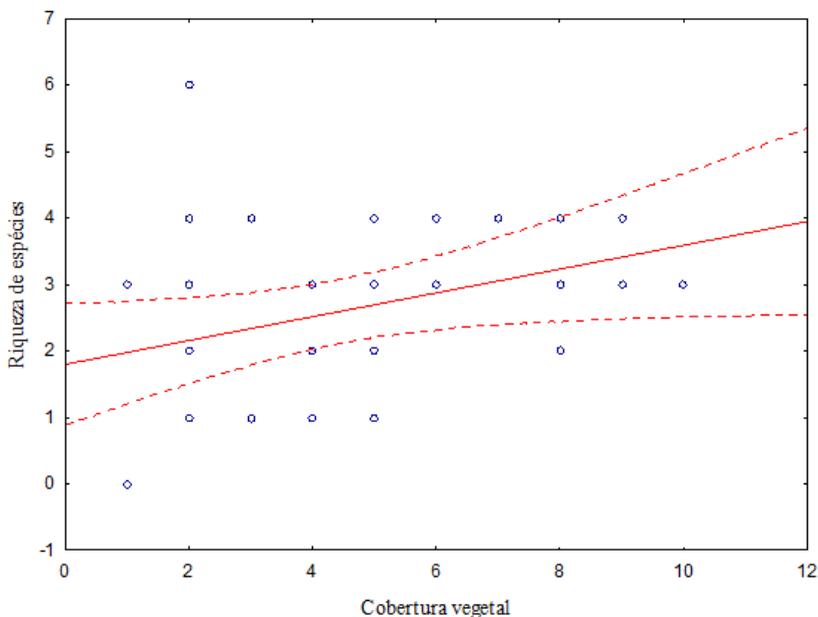


Figura 6. Correlação entre cobertura vegetal e riqueza de espécies de formigas, que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, em cada parcela amostrada, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. $r = 0,356$; $N = 32$; $p < 0,050$.

2.7. DISCUSSÃO

As espécies de formigas registradas nesse trabalho são comuns em regiões de dunas. Com exceção de *Pheidole* sp.1, as outras seis espécies de formigas também foram registradas anteriormente por Cereto et al. (2011) nidificando no interior de *A. polyanthus* secos, nessa mesma região. Espécies como *Pseudomyrmex gracilis* também são encontradas em outras fisionomias dessa mesma região de dunas, onde *A. polyanthus* não ocorre, sendo necessária a utilização de outros recursos para nidificação (Bonnet e Lopes, 1993; Cereto et al., 2009). As espécies *P. gracilis* e *P. flavidulus* também foram registradas por Morais (1980) nidificando no interior de galhos ocos, em vegetação de cerrado.

Em comparação com o estudo anterior de Cereto et al. (2011), nossos resultados mostram que, para essa área, *Solenopsis* sp.1 continua sendo a espécie mais frequente (48,99% do total de plantas ocupadas), dentre aquelas que nidificam em *A. polyanthus*. A diferença ficou para a segunda espécie mais frequente, onde naquele estudo foi *Camponotus alboannulatus* e neste foi *Myrmelachista gallicola*, aparecendo em 18,62% do total de plantas ocupadas. Estudos em outras regiões também apontaram para uma dominância de espécies do gênero *Solenopsis*, o que pode ser atribuído aos seus hábitos generalistas, suas grandes colônias e um comportamento agressivo na hora do forrageio e defesa (Longino e Nadkarni, 1990; Tschinkel, 1993; Pizo e Oliveira, 2000). Espécies agressivas e com recrutamento em massa conseguem atingir números maiores de operárias durante conflitos por recursos alimentares, sendo uma vantagem competitiva (Franks e Patridge, 1993; Morrison, 2000). Pelo fato do ambiente em questão não possuir uma grande riqueza de recursos alimentares, essa possível vantagem no forrageio pode favorecer o estabelecimento de um número maior de ninhos dessa espécie.

Apesar de termos encontrado uma espécie a menos do que o trabalho de Cereto et al. (2011), esse número de sete espécies está dentro da riqueza estimada para as formigas que nidificam em plantas secas de *A. polyanthus* nessa região. Outros trabalhos envolvendo a nidificação de formigas em plantas ou recursos efêmeros encontraram riquezas maiores, como as 16 espécies de formigas encontradas por Davidson et al. (2006), nidificando em bambus da Amazônia peruana; 15 espécies encontradas por Fagundes et al. (2010), também em bambus, em floresta tropical Montana, no Brasil; 13 espécies encontradas por Bluthgen et al. (2000) nidificando em tanques de bromélia da Amazônia venezuelana; além de 32 espécies encontradas por Byrne (1994) nidificando em galhos caídos de uma floresta tropical da Costa Rica. Entretanto, todos esses trabalhos foram realizados em locais com uma vegetação complexa e condições ambientais favoráveis à manutenção de uma maior riqueza de espécies, além de analisarem recursos heterogêneos para a nidificação, situação bem diferente da encontrada para a região de restinga estudada nesse trabalho.

A proporção de plantas ocupadas (52,67%) com ninhos de formigas foi alta em comparação com outros estudos que verificaram a presença de ninhos em recursos efêmeros. Em La Selva, Costa Rica, Byrne (1994) estimou que apenas 6,4% dos galhos secos disponíveis no chão da floresta eram ocupados por formigas. Em uma plantação de café

na Colombia, Armbrecht et al. (2006) encontraram uma ocupação de 9,9% dos galhos naturais secos, enquanto que na Estação Biológica Cocha Cashu, no Peru, Davidson et al. (2006) observou que 19,7% dos bambus mortos encontravam-se colonizados por formigas. A maior taxa de ocupação registrada no presente estudo pode ser atribuída à escassez de outros locais para a nidificação dessas espécies de formigas, uma vez que a vegetação dessa região de baixadas entre dunas não apresenta outras plantas com características semelhantes às de *A. polyanthus*, nem plantas lenhosas cujos troncos ociosos pudessem servir de abrigo.

Comunidades de formigas são conhecidas por serem altamente interativas e exibirem claras interações intra e interespecíficas, havendo quase um consenso de que essas comunidades sejam fortemente estruturadas pela competição entre as espécies (Hölldobler e Wilson, 1990). Do total de 40 plantas coletadas, seis (15%) continham ninhos de mais de uma espécie de formiga, demonstrando certa tolerância entre elas. Algumas espécies, como *C. alboannulatus* e *P. gracilis*, possuem um tamanho corpóreo que as impedem de ocuparem todas as cavidades da planta, restringindo-se ao eixo central das mesmas. De fato, todas as plantas que se apresentaram ocupadas por mais de uma espécie de formiga, o eixo central encontrava-se ocupado por uma dessas duas espécies maiores, enquanto os paracládios eram ocupados por alguma espécie menor (*Solenopsis* sp.1, *Solenopsis* sp.2, *M. gallicola* ou *P. flavidulus*). Byrne (1994) encontrou 3,18% dos galhos secos ocupados por mais de uma espécie de formiga, número bastante inferior ao aqui registrado.

O fato de espécies diferentes utilizarem o mesmo indivíduo seco de *A. polyanthus* para a construção de seus ninhos indica que talvez não haja uma sobreposição de nicho muito grande. Além de ocuparem partes diferentes da planta, os diferentes tamanhos de corpo das espécies também possibilitam a utilização de recursos alimentares distintos (Albrecht e Gotelli, 2001). Além disso, segundo Tavares et al. 2008, o fator temporal também pode ser importante na partição de recursos, possibilitando a coexistência. Assim, as espécies coexistentes poderiam forragear em períodos diferentes do dia, evitando a competição direta. Como esse fator não foi testado nesse estudo, não podemos afirmar que seja uma explicação para nossos resultados. Aliado a isso, existem evidências de que formigas que nidificam em recursos efêmeros não apresentam um territorialismo muito grande, devido talvez ao ambiente dinâmico no qual se encontram e na “constante” troca de local para nidificação (Byrne, 1994).

Galhos e troncos secos são recursos efêmeros e duram menos tempo do que a vida das colônias (Byrne, 1994). A maioria dos estudos analisa alguma associação particular entre formigas e plantas e acabam assumindo que as colônias permanecem nas plantas durante todo o seu ciclo de vida. Esta afirmação pode ser verdadeira para as associações obrigatórias, onde as formigas não nidificam em outros lugares. Entretanto, este não deve ser o caso de associações facultativas entre formigas e plantas (Alonso, 1998). Nestes sistemas de nidificação em recursos efêmeros, as formigas mudam seus ninhos de lugar quando a qualidade dos recursos diminui (McGlynn, 2006).

Em um experimento realizado na Costa Rica, Byrne (1994) calculou que os galhos resistiam aproximadamente 264 dias no chão da floresta, sendo que provavelmente não estariam adequados para a nidificação durante todo esse tempo. O presente estudo verificou que apenas 16,66% dos indivíduos secos de *A. polyanthus* resistem a mais de um ano firmes no solo, sendo que os demais acabam caindo e se decompondo ou então são soterrados. É importante ressaltar que essa durabilidade considera apenas o período após a planta ficar oca e, assim, disponível para a nidificação das formigas. Apesar desse estudo não ter verificado nenhum deslocamento de colônia, podemos supor que isso ocorra, uma vez que a durabilidade do recurso não é tão grande.

A influência que a vegetação exerce sobre a riqueza e diversidade da comunidade de formigas é bastante conhecida. Quanto maior a densidade ou a complexidade da vegetação de um local, maior seria a riqueza e diversidade de formigas (Hölldobler e Wilson, 1990; Correa et al., 2006). Uma maior cobertura vegetal modifica o microclima, aumenta a espessura da serapilheira e o número de habitats disponíveis para a nidificação das formigas, além de aumentar a abundância de artrópodes de solo, que podem servir de alimento para várias espécies de formigas. (Hölldobler e Wilson, 1990).

Os resultados do nosso trabalho corroboram com a literatura, demonstrando que uma maior cobertura vegetal no local permite uma maior taxa de colonização dos indivíduos secos de *A. polyanthus*, bem como uma maior riqueza de espécies de formigas. As plantas secas de *A. polyanthus* oferecem unicamente um espaço para a construção dos ninhos, cabendo às formigas buscarem alimento fora da planta. Sendo assim, uma maior vegetação no entorno do ninho proporcionaria uma maior oferta de alimentos, sejam eles oriundos das próprias plantas ou de animais que as visitem. Além disso, para formigas que nidificam em

vegetação, uma maior cobertura vegetal facilita a locomoção, não havendo necessidade de locomoção pelo solo (Morais, 1980).

2.8. CONCLUSÕES

Quanto maior a cobertura vegetal no local, maior é a proporção de indivíduos secos de *A. polyanthus* ocupados por formigas, assim como maior é a riqueza de espécies que os colonizam. Uma maior vegetação no entorno altera o microclima, facilita a locomoção das formigas, proporciona mais recursos alimentares, bem como atrai artrópodes que podem servir de presa para essas formigas.

Para essa área de estudo, não há especificidade em relação à nidificação de formigas em indivíduos secos de *A. polyanthus*, uma vez que as espécies aqui encontradas também são encontradas em locais onde essa planta não ocorre. *Solenopsis* sp.1, após dois estudos nessa mesma área, continua sendo a mais abundante, mostrando se tratar de uma espécie que consegue explorar os recursos da região de uma maneira eficiente.

A alta taxa de ocupação de *A. polyanthus* secos, comparada às taxas de ocupação de recursos efêmeros evidenciadas por outros estudos, demonstra a importância dessa planta como recurso para a nidificação de formigas.

As diferenças morfológicas podem explicar a coexistência de espécies diferentes dentro da mesma planta, uma vez que estas diferenças possibilitam a colonização de partes diferentes da planta, bem como a exploração de recursos alimentares diferentes, diminuindo a sobreposição do nicho.

Nossos resultados apontam que a maioria dos indivíduos secos de *A. polyanthus* não resiste por mais de um ano na natureza. Sendo assim, as colônias devem migrar para outros indivíduos dessa mesma espécie que acabaram de secar ou procurar outro local para nidificação. Entretanto, para afirmarmos realmente o que ocorre e em que momento ocorre é necessário um estudo específico sobre esse tópico.

Algumas perguntas podem ser formuladas e respondidas por trabalhos futuros, a fim de esclarecer mais sobre a relação entre as formigas e os indivíduos secos de *A. polyanthus*, tais como: Em que período do dia ocorre o pico de atividade de cada espécie de formiga? Qual a distância máxima que as formigas se afastam da planta para

forragear? De que consiste a dieta dessas formigas? Ocorre a migração de colônias para outros locais? Em que época do ano ocorre essa migração?

2.9. REFERÊNCIAS

- AGOSTI, D.; ALONSO, L. E. The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. E SCHULTZ, T. R. (Org.), **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institute Press, 2000. p. 204-206.
- ALBRECHT, M.; GOTELLI, N. J. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. **Oecologia**, Heidelberg, v. 126, p. 164-141, 2001.
- ALONSO, L. E. Spatial and temporal variation in the ant occupants of a facultative ant-plant. **Biotropica**, Zurich, v. 30, n. 2, p. 201-203, 1998.
- ANDRADE, M. J. G.; GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; QUEIROZ, L. P.; CONCEIÇÃO, A. S.; ALMEIDA, P. R. M.; VAN DEN BERG, C. A comprehensive phylogenetic analysis of Eriocaulaceae: evidence from nuclear (ITS) and plastid (*psbA-trnH* and *trnL-F*) DNA sequences. **Taxon**, Vienna, v. 59, n. 2, p. 379-388, 2010.
- ARMBRETT, I.; PERFECTO, I.; SILVERMAN, E. Limitation of nesting resources for ants in Colombian forests and coffee plantations. **Ecological Entomology**, London, v. 31, p. 403-410, 2006.
- BLÜTHGEN, N.; Verhaagh, M.; Goitía, W.; BLÜTHGEN, N. Ant nests in tank bromeliads – an example of non-specific interaction. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 47, p. 313-316, 2000.

- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, Michigan, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BONNET, A.; LOPES, B. C. Formigas de dunas e restingas da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). **Biotemas**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 107-114, 1993.
- BYRNE, M. M. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. **Biotropica**, Maiden, v. 26, p. 61-72, 1994.
- CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 115-121, 2002.
- CASTELLANI, T. T.; D'ÊÇA-NEVES, F. F. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus*: predispersal hazards and seed production. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 13, n. 3, p. 317-326, 2000.
- CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. DE S. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 123-134, 2001.
- CECCA (CENTRO DE ESTUDOS CULTURA E CIDADANIA) 1997. **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Editora Insular, 1997. 158 p.
- CERETO, C. E.; ULYSSÉA, M. A.; ALBERTONI, F. F.; MARTINS, A. G.; LOPES, B. C. Mirmecofauna associada a distintas fitofisionomias de restingas na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, sul do Brasil. In: III Congresso Latino Americano de Ecologia, 2009a., São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: SEB, 2009, p. 1-5.
- CERETO, C. E.; SCHMIDT, G. O.; MARTINS, A. G.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Nesting of ants (Hymenoptera, Formicidae) in dead post-reproductive plants of *Actinocephalus polyanthus*

- (Eriocaulaceae), a herb of coastal dunes in southern Brazil. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 58, n. 4, p. 469-471, 2011.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. <http://purl.oclc.org/estimates>, 2009.
- CORREA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 35, n. 6, p. 724-730, 2006.
- COSTA, F. N. Three new species of *Actinocephalus* Sano (Eriocaulaceae) from Minas Gerais, Brazil. **Novon**, St. Louis, v. 16, n. 2, p. 212-215, 2006.
- d'ÊÇA-NEVES, F. F.; CASTELLANI, T. T. Fenologia e aspectos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) em baixada úmida entre dunas na Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. **Insula**, Florianópolis, v. 23, p. 121-149, 1994.
- DAVIDSON, D. W.; ARIAS, J. A.; MANN, J. An experimental study of bamboo ants in western Amazonia. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 53, p. 108-114, 2006.
- FAGUNDES, R.; TERRA, G.; RIBEIRO, S. P.; MAJER, J. D. O bambu *Merostachys fischeriana* (Bambusoideae: Bambuseae) como habitat para formigas de floresta tropical Montana. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 39, n. 6, p. 906-911, 2010.
- FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 28, p. 1-30, 1999.
- FINKE, D. L.; SNYDER, W. E. Niche partitioning increases resource exploitation by diverse communities. **Science**, New York, v. 321, p. 1488-1490, 2008.

- FONSECA, C. R. Amazonian ant-plant interactions and the nesting space limitation hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 15, p. 807-825, 1999.
- FRANKS, N. R.; PARTRIDGE, L. W. Lanchester battles and the evolution of combat in ants. **Animal Behaviour**, St. Andrews, v. 45, p. 197-199, 1993.
- GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. Biogeography at a regional scale: determinates of ant species density in the New England bogs and forests. **Ecology**, New York, v. 83, n. 6, p. 1604-1609, 2002.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.
- JANZEN, D. H. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution**, New York, v. 20, n. 3, p. 249-275, 1966.
- JANZEN, D. H. Epiphytic myrmecophytes in Sarawak: mutualism through the feeding of plants by ants. **Biotropica**, Zurich, v. 6, p. 237-259, 1974.
- KASPARI M. Litter ant patchiness at the 1-m² scale: disturbance dynamics in three Neotropical forests. **Oecologia**, Heidelberg, v. 107, p. 265-273, 1996.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2 ed., Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1999. 620 p.
- LONGINO, J. T.; NADKARNI, N. M. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a Neotropical Montane Forest. **Psyche**, New York, v. 97, p. 81-93, 1990.
- MCGLYNN, T. P. Ants on the move: resource limitation of a litter-nesting ants community in Costa Rica. **Biotropica**, Maiden, v. 38, n. 3, p. 419-427, 2006.

- MOLDENKE, H. N.; SMITH, L. S. Eriocauláceas. In: REITZ, R. (Ed.) **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1976, p. 1-94.
- MORAIS, H. C. **Estrutura de uma comunidade de formigas arbóricolas em vegetação de campo cerrado**. 1980. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas. 1980.
- MORRISON, L. W. Mechanisms of interspecific competition among an invasive and two native fire ants. **Oikos**, Copenhagen, v. 90, p. 238–252, 2000.
- OLIVEIRA, P. S.; FREITAS, A. V. L. Ant-plant herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 91, p. 557-570, 2004.
- PALÁCIO, E. E.; FERNÁNDEZ, F. 2003. Claves para las subfamilias y géneros. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 233-260.
- PITTS, J. P.; MCHUGH, J. V.; ROSS, K. G. Cladistic analysis of the fire ants of the *Solenopsis saevissima* species-group (Hymenoptera: Formicidae). **Zoologica Scripta**, Maiden, v. 34, n. 5, p. 493-505, 2005.
- PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of southeast Brazil. **Biotropica**, Maiden, v. 32, n. 4b, p. 851-861, 2000.
- RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H.; PIE, M.; SOARES, S. M. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, Alice Springs, v. 28, p. 305-314, 2003.
- SANO, P. T. *Actinocephalus* (Körn) Sano (*Paepalanthus* sect. *Actinocephalus*), a new genus of Eriocaulaceae, and other taxonomic and nomenclatural changes involving *Paepalanthus* Mart. **Taxon**, Vienna, v. 53, n. 1, p. 1-9, 2004.

- SANO, P. T.; GIULIETI, A. M.; TROVÓ, M.; PARRA, L. R.; MÜLLER, G. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Eriocaulaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 125-140, 2010.
- SILVA, F. R.; BEGNINI, R. M.; KLIER, V. A.; SCHERER, K. Z.; LOPES, B. C.; CASTELLANI, T. T. Utilização de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) por formigas em floresta secundária no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 38, n. 6, p. 873-875, 2009.
- SOARES S. M.; SCHOEREDER, J. H. 2001. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insect Sociaux**, Basel, v. 48, p. 280-286, 2001.
- STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system). Version 8.0. www.statsoft.com, 2007.
- TAVARES, A. A.; BISPO, P. C.; ZANZINI, A, C. Efeito do turno de coleta sobre comunidades de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de *Eucalyptus cloeziana* e de Cerrado. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 126-130, 2008.
- TSCHINKEL, W. R. Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *Solenopsis invicta* during one annual cycle. **Ecological Monographs**, Ithaca, v. 63, n. 4, p. 425-457, 1993.
- WILSON E. O. Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests. **Ecology**, New York, v. 40, p. 437-447, 1959.

3. CAPÍTULO 2 – Caracterização dos ninhos das formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habitam indivíduos pós-reprodutivos secos de *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae)

3.1. RESUMO

A grande variedade de locais utilizados para a construção de ninhos foi um dos importantes fatores que possibilitaram o sucesso evolutivo das formigas. *Actinocephalus polyanthus* é uma herbácea encontrada nas dunas costeiras do sul do Brasil, que morre após um único evento reprodutivo. Quando seca, essa planta torna-se oca e pode ser utilizada para a nidificação de formigas. O presente estudo procurou caracterizar os ninhos das espécies que nidificam no interior de indivíduos secos de *A. polyanthus* (número de operárias, larvas, pupas, rainhas e tamanho das operárias), bem como testar a hipótese de que o tamanho das plantas limitaria o tamanho das colônias. As coletas foram realizadas entre maio e junho de 2011, em uma região de restinga pertencente ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, município de Florianópolis, Brasil. Foram coletados cinco ninhos de cada uma das seis espécies de formigas (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2), resultando em trinta plantas secas coletadas. As espécies *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2 apresentaram as maiores colônias, onde a ausência de rainhas em algumas plantas sugere a possibilidade de colônias polidômicas. *M. gallicola* apresentou colônias poligínicas, com alguns ninhos contendo duas rainhas. O volume interno das plantas somente esteve correlacionado ao tamanho das colônias de *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. De fato essas foram as espécies com as maiores operárias, não conseguindo ocupar todos os espaços da planta. Há também a possibilidade de que, para essa região de estudo, a escassez de recursos alimentares seja o fator limitante mais importante para o crescimento das colônias. Ou ainda podemos estar tratando de colônias jovens e que ainda não atingiram seus tamanhos máximos.

Palavras-chave: *Camponotus*. Estágios de vida. *Myrmelachista*. Nidificação. *Pseudomyrmex*. *Solenopsis*. Tamanho da colônia. Tamanho do ninho.

3.2. ABSTRACT

A wide variety of sites used for the construction of nests was one of the important factors that led to the ants evolutionary success. *Actinocephalus polyanthus* is a shrubby plant of the coastal dunes in southern Brazil which dies after a single reproductive event. When dry, the plant becomes hollow and can be used for the nesting of ants. The aims of this study were the nests of species that lives inside dry *A. polyanthus* individuals (number of workers, larvae, pupae, queens and size of workers) as well as test the hypothesis that the size of the plants would limit the size of the colonies. Collections were carried between May and June 2011, in a region that belongs to the Parque Municipal das Dunas Lagoa da Conceição, Florianópolis, Brazil. Five nests were collected from each of the six ants species (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, and *Solenopsis Solenopsis* sp.1 sp.2), resulting in thirty dried plants collected. *Solenopsis* sp.1 and *Solenopsis* sp.2 had the largest colonies, where the absence of queens in some plants suggests the possibility of polydomic nests. *M. gallicola* presented polygynous colonies, with some nests containing two queens. The internal volume of the plants was only correlated to the size of the colonies of *C. alboannulatus* and *P. gracilis*. In fact these were the species with the largest workers, failing to occupy all the plants cavities. There is also the possibility that, for this study area, the scarcity of food is the most important limiting factor for the colonies growth. Or we may be dealing with young colonies that have not yet reached their maximum sizes.

Key-words: *Camponotus*. Colony size. Life stages. *Myrmelachista*. Nest size. Nesting. *Pseudomyrmex*. *Solenopsis*.

3.3. INTRODUÇÃO

Dentre as características que possibilitaram o grande sucesso das formigas na adaptação a diferentes ambientes, a grande diversidade de locais para a nidificação é uma das mais importantes. Seus ninhos variam de galerias simples no solo e cavidades de plantas, até ninhos construídos com seda e papel e suspensos em árvores (Hölldobler e Wilson, 1990). A heterogeneidade morfológica das espécies de formigas permite a ocupação de diferentes locais, como cavidades preexistentes em troncos e árvores (Byrne, 1994), interior de bambus (Buschinger et al., 1994; Davidson et al., 2006), pedaços de madeira podre, galhos, folhas (Wilson, 1959; Kaspari, 1996), além de frutos e sementes (Silva et al., 2009).

As colônias de formigas variam muito em tamanho, podendo atingir ordens de magnitude de uma dezena a 10 milhões de operárias (Bourke, 1999). Entretanto, para as formigas que nidificam em recursos efêmeros, o tamanho dos materiais utilizados para a construção dos ninhos influencia o tamanho da colônia (Byrne, 1994). Segundo Hölldobler & Wilson (1990), há uma relação entre o local de um ninho e o tamanho das colônias, isto é, espécies que nidificam em locais efêmeros, como troncos podres ou madeira em decomposição, formarão colônias menores do que aquelas que nidificam no solo ou no dossel das árvores.

Actinocephalus polyanthus é uma Eriocaulaceae que, no estado de Santa Catarina, ocorre nos campos do planalto e nos campos arenosos litorâneos. A espécie é considerada monocárpica, pois morre após um único evento reprodutivo durante seu ciclo de vida (Castellani et al., 2001). Trata-se, então, de um recurso efêmero, uma vez que começa a se decompor após a reprodução. Quando morta e seca, formam-se cavidades cilíndricas no interior da planta, sendo utilizadas para a nidificação de formigas. Nessa região de dunas costeiras, seis espécies são encontradas frequentemente nidificando no interior dessas plantas (*Camponotus alboannulatus*, *Myrmelachista gallicola*, *Pseudomyrmex flavidulus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2) (Cereto et al., 2011).

Enquanto muitas áreas da biologia desenvolvem primeiro um estágio descritivo antes de partirem para níveis mais teóricos, o estudo dos insetos sociais parece não ter permanecido tempo suficiente nesse

primeiro estágio (Tschinkel, 1991). Alguns atributos das colônias, como biomassa, tamanho e número de operárias, rainhas e imaturos, podem ser importantes, por exemplo, para estudos da biologia e evolução desses insetos sociais (Tschinkel, 1991, 1993), bem como para auxiliar no entendimento do sucesso de espécies invasoras (Heller, 2004; King e Porter, 2007).

3.4. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar os ninhos das espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus* da região, bem como verificar a hipótese de que o número de indivíduos de uma colônia está relacionado ao espaço interno disponível nas plantas.

3.5. MATERIAL E MÉTODOS

3.5.1. ÁREA DE ESTUDO

A descrição da área de estudo é a mesma apresentada no Capítulo 1.

3.5.2. COLETAS

As coletas foram realizadas no mês de maio e junho de 2011. Foram coletados aleatoriamente cinco ninhos de cada uma das seis espécies de formigas aqui estudadas e que comumente nidificam em indivíduos secos de *A. polyanthus*, totalizando trinta plantas coletadas. As plantas foram levadas ao laboratório para posterior cálculo estimado de seus volumes internos disponíveis, bem como a contagem dos indivíduos de formigas, em seus diferentes estágios de desenvolvimento.

3.5.3. ANÁLISE DO MATERIAL

Para a análise das estruturas dos ninhos, as plantas foram abertas e os indivíduos em seu interior (larvas, pupas e adultos) foram fixados em álcool 70%. Posteriormente foi realizada a contagem de todos os indivíduos dos ninhos, separando larvas, pupas e adultos (operárias e indivíduos reprodutivos), com o auxílio de um microscópio estereoscópico. Os ovos não foram contados e analisados. Para cálculo da média do tamanho do corpo das operárias, foram medidas dez operárias de cada espécie, com o auxílio de um microscópio estereoscópico e uma lente milimetrada. As medidas foram tiradas do início da mandíbula ao final do gáster. Como a espécie *C. alboannulatus* apresentou dimorfismo entre as operárias, foram tiradas medidas de dez operárias maiores e dez menores.

O volume interno das plantas foi estimado a partir dos valores dos raios e dos comprimentos das partes cilíndricas das plantas, que são justamente as partes ocas utilizadas para nidificação. As plantas selecionadas para essa análise foram as mesmas que abrigaram os ninhos selecionados para a análise das estruturas das colônias. A soma dos raios e comprimentos do eixo central e seus paracládios foram inseridos na fórmula para cálculo de volumes cilíndricos: $V_{\text{cilindro}} = \pi \times r^2 \times h$, onde r é o raio e h é a altura (comprimento) do cilindro. Como os eixos centrais e paracládios não são perfeitamente cilíndricos e não possuem exatamente o mesmo diâmetro ao longo de sua extensão, os volumes são aproximados.

3.5.4. ANÁLISE DOS DADOS

O coeficiente de Spearman foi utilizado para analisar a correlação entre os dados de volume total da planta utilizada para a nidificação, com o número total de indivíduos (imaturos e adultos) encontrados no ninho. Para as espécies *C. alboannulatus* e *P. gracilis*, foram utilizadas as medidas de volume apenas do eixo central das plantas, uma vez que essas espécies são grandes demais e não conseguem ocupar os paracládios. As correlações foram medidas com o auxílio do programa Statistica 7 para Windows (StatSoft, 2007).

3.6. RESULTADOS

As 30 plantas secas de *A. polyanthus* apresentaram variações nas suas medidas (Tabela 1). Quanto aos paracládios, a quantidade em uma planta variou de 6 a 15; o comprimento variou de 13,4 a 26,9 cm; e o diâmetro entre 0,29 e 0,33 cm. Quanto ao comprimento eixo central, seus tamanhos variaram de 9,3 a 34,8 cm e seus diâmetros de 0,63 a 1,04 cm. As plantas também variaram bastante em volume, sendo o menor deles estimado em 8,45 cm³ e o maior em 41,56 cm³.

As colônias apresentaram grande diferença no tamanho, variando de poucas dezenas até milhares de indivíduos (8 e 2011 operárias em ninhos de *P. gracilis* e *Solenopsis* sp.2, respectivamente). A tabela 2 traz as médias de indivíduos encontrados nos ninhos das diferentes espécies e nos diferentes estágios de desenvolvimento. As espécies de formigas aqui estudadas também variaram bastante quanto ao tamanho do corpo das operárias, sendo que as menores pertenciam a *Solenopsis* sp.2 ($\bar{x} = 1,71$ mm) e as maiores foram as operárias maiores de *C. alboannulatus* ($\bar{x} = 8,53$ mm) (Figura 2).

Tabela 2. Medidas (mínimo, máximo e média em cm) dos paracládios, eixos centrais e volumes totais das plantas secas de *Actinocephalus polyanthus* utilizadas para a nidificação de formigas, na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil.

Número de paracládios			Comprimento paracládios (cm)			Diâmetro paracládios (cm)			Comprimento eixo central (cm)			Diâmetro eixo central (cm)			Volume total (cm ³)		
Mín.	Máx.	\bar{x}	Mín.	Máx.	\bar{x}	Mín.	Máx.	\bar{x}	Mín.	Máx.	\bar{x}	Mín.	Máx.	\bar{x}	Mín.	Máx.	\bar{x}
6	15	10,59	13,4	26,9	17,52	0,29	0,33	0,30	9,3	34,8	19,06	0,63	1,04	0,86	8,45	41,56	25,21

Tabela 3. Dados demográficos dos ninhos das seis espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na região do Parque Municipal das Dunas da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil.

Espécie	Nº de operárias		Nº de imaturos (larvas e pupas)		Nº de rainhas	
	Variação	$\bar{x} \pm SD$	Variação	$\bar{x} \pm SD$	Variação	$\bar{x} \pm SD$
<i>C. alboannulatus</i>	14- 113	52 ± 38.03	23- 74	45.83 ± 20.21	1	1 ± 0
<i>M. gallicola</i>	27- 114	85.6 ± 34.56	21- 174	90.4 ± 56.79	1- 2	1.4 ± 0.55
<i>P. flavidulus</i>	12- 41	24.4 ± 11.41	7- 107	60.4 ± 36.92	1	1 ± 0
<i>P. gracilis</i>	8- 44	23.17 ± 13.01	11- 67	36.67 ± 22.06	1	1 ± 0
<i>Solenopsis</i> sp.1	210- 424	321 ± 84.51	90- 368	273.2 ± 106.28	0- 1	0.2 ± 0.45
<i>Solenopsis</i> sp.2	277- 2011	698.2 ± 758.06	82- 626	302.6 ± 216.12	0- 1	0.2 ± 0.45

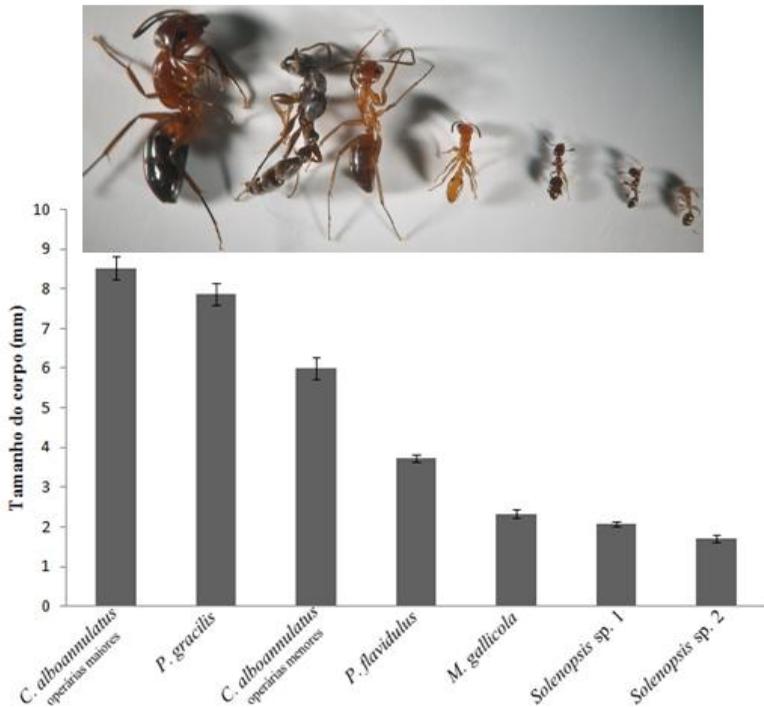


Figura 2. Operárias das seis espécies de formigas que nidificam em indivíduos secos de *Actinocephalus polyanthus*, na área do Parque Municipal das Dunas da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil, com suas respectivas médias de tamanho corporal.

O volume total das cavidades das plantas e o número de formigas dos ninhos estiveram positivamente correlacionados apenas nas espécies *C. alboannulatus* e *P. gracilis* (Figura 3). Nas demais espécies não houve correlação entre essas duas variáveis.

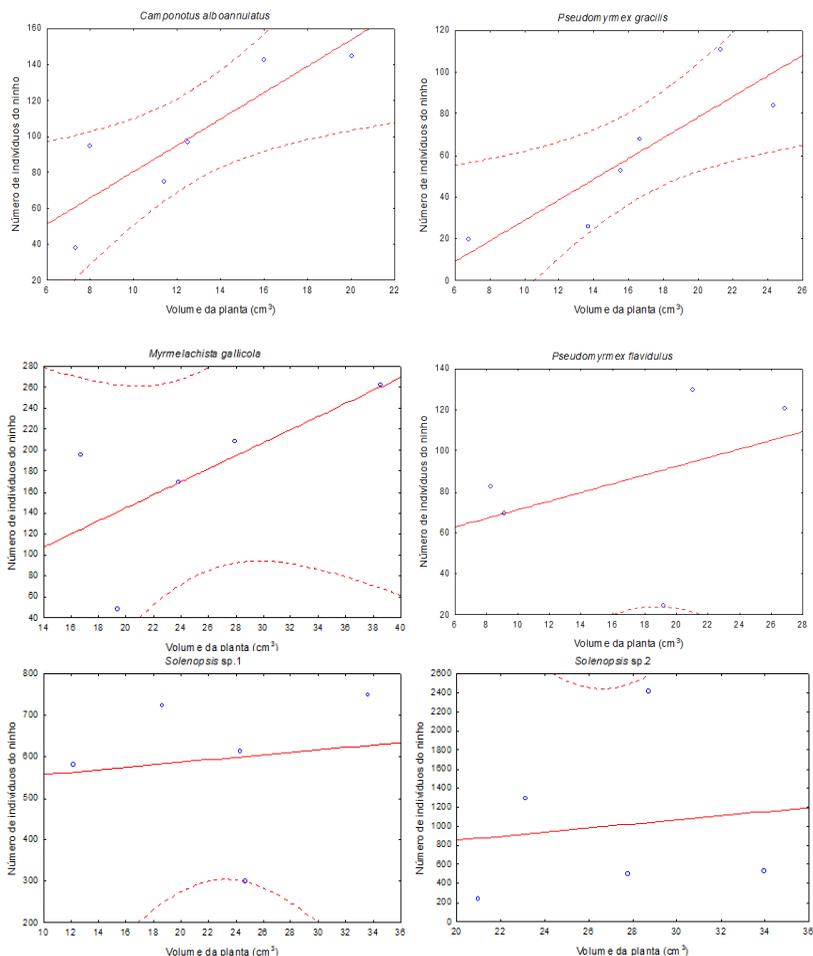


Figura 3. Correlação entre os volumes das cavidades das plantas* secas de *Actinocephalus polyanthus* e o número total de formigas nos ninhos estabelecidos. *C. alboannulatus*: $P = 0.025$, $r = 0.867$; *P. gracilis*: $P = 0.025$, $r = 0.868$; *M. gallicola*: $P = 0.214$, $r = 0.672$; *P. flavidulus*: $P = 0.504$, $r = 0.400$; *Solenopsis* sp.1: $P = 0.832$, $r = 0.133$; *Solenopsis* sp.2: $P = 0,843$, $r = 0,123$. * Para *C. alboannulatus* e *P. gracilis* os volumes considerados foram apenas os dos eixos centrais.

3.7. DISCUSSÃO

O número de indivíduos encontrados dentro de galhos e ramos secos espalhados na serapilheira é relativamente pequeno, pois o espaço é limitado (Hölldobler e Wilson 1990). O presente trabalho encontrou colônias com números reduzidos de operárias, com exceção para as colônias de *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2. Formigas do gênero *Solenopsis* realmente são conhecidas por apresentarem colônias numerosas (Tschinkel, 1993). O tamanho reduzido das operárias dessas duas espécies também pode justificar o fato de que o espaço interno disponível nas plantas não tenha sido um fator limitador do tamanho das colônias.

Os ninhos de *Camponotus alboannulatus* variaram bastante em número de indivíduos, tendo o menor deles apresentado 14 operárias e o maior 113. As médias de operárias e estágios imaturos (52,00 e 45,83, respectivamente) foram próximas às encontradas por Moraes (1980) para a espécie *C. pallescens*, que também constrói seus ninhos em galhos secos em vegetação de cerrado. Foi encontrada uma rainha em cada um dos ninhos, não evidenciando a ocorrência de ninhos poligínicos ou polidômicos, diferente do encontrado por Tschinkel (2005) para *C. socius*. O polimorfismo das operárias é uma característica bastante comum para o gênero *Camponotus* (Busher et al., 1985; Fowler, 1987; Hölldobler e Wilson 1990; Fraser et al., 2000). No presente estudo, as operárias de *C. alboannulatus* apresentaram-se polimórficas, com operárias menores possuindo uma média de tamanho corpóreo de 6,01 mm e as maiores uma média de 8,53 mm (Figura 4). As rainhas apresentaram um corpo um pouco maior, com 9,62 mm em média.



Figura 4. Operária maior, operária menor, larva e pupa de *Camponotus alboannulatus*.

Alguns trabalhos encontraram colônias bastante populosas de espécies de *Myrmelachista*. Ketterl et al. (2003), estudando formigas em *Araucaria angustifolia*, registraram colônias de uma espécie não identificada de *Myrmelachista* contendo mais de 1000 operárias. Nakano et al. (2012), em seu trabalho com a assembléia de *Myrmelachista* em galhos caídos na serapilheira, encontraram colônias formadas por 6 a 519 operárias, em *M. ruskii*; 13 a 1218 operárias, em *M. catharinae*; e 3 a 107 operárias, em *M. nodigera*. No presente trabalho, o número de operárias dos ninhos de *M. gallicola* variou de 27 a 114.

Algumas espécies do gênero *Myrmelachista* podem ser polidômicas, onde as rainhas nem sempre são encontradas (Lanan et al., 2011). Polidomia é relativamente comum entre as formigas, ocorrendo em mais de 150 espécies (Debout et al., 2007). Muitas formigas de vegetação constroem ninhos satélites contendo operárias e imaturos (Carvalho e Vasconcelos, 2002; Nakano et al., 2012). A existência desses ninhos aumenta as chances de defesa de território e a sobrevivência da colônia como um todo (Hölldobler e Wilson 1990; Santos e Del-Claro, 2009). Esse não parece ser o caso de *M. gallicola*, uma vez que todos os ninhos apresentaram pelo menos uma rainha e, alguns deles, até mais de uma, indicando tratar-se de uma espécie com colônias poligínicas. A poliginia já foi registrada para outras espécies desse mesmo gênero (Frederickson, 2005; Longino, 2006; Frederickson e Gordon, 2007). Os ninhos de *M. gallicola* apresentaram operárias com um tamanho médio

de 2,32 mm e rainhas com um tamanho de 4,27 mm de comprimento (Figura 5).



Figura 5. Larva, pupa, rainha e operária de *Myrmelachista gallicola*.

Colônias de *Pseudomyrmex* são normalmente formadas por poucos indivíduos (Moya et al., 2007). Nesse trabalho, *P. flavidulus* e *P. gracilis* apresentaram as menores colônias dentre todas as espécies de formigas, com uma média de 24 e 23 operárias, respectivamente. *P. gracilis* (Figura 6) possui uma distribuição contínua que vai da Argentina e Uruguai, ao sul (34,9° S), até o Texas, ao norte (31,3° N) (Wetterer, 2010). Essa espécie nidifica oportunisticamente em acácias, promovendo pequena ou nenhuma defesa para a planta, mas também comumente nidifica em troncos e galhos ocos, além de construir suas próprias cavidades (Whitcomb et al., 1972; Ward, 1993; Klotz et al., 1995).



Figura 6. Pupa, larva e operária de *Pseudomyrmex gracilis*.

A média do volume do eixo central das plantas de *A. polyanthus*, utilizadas para a nidificação de *P. gracilis*, foi de $16,36 \text{ cm}^3$. O número de operárias das colônias variou de 8 a 44 ($\bar{x} = 23,17$) e o número de imaturos de 11 a 67 ($\bar{x} = 36,67$). Resultado semelhante foi encontrado por Moraes (1980), analisando *P. gracilis* que nidificavam em galhos ocos em vegetação de Cerrado, tendo observado colônias contendo 18,36 operárias em média. Araújo et al. (1995), estudando a utilização de galhas em *Dyospyros hispida* por formigas, encontraram colônias de *P. gracilis* contendo em média 11,5 operárias e 14,8 imaturos, em galhas com volumes de $8,3 \text{ cm}^3$ em média. Um número estimado de 80 operárias foi encontrado por King e Porter (2007), para colônias maduras de *P. gracilis* em ecossistemas da Flórida.

Para *P. flavidulus* (Figura 7) foram registrados ninhos contendo de 12 a 41 operárias, sendo que a média (24,40) ficou abaixo da registrada por Moraes (1980), para as colônias de *P. flavidulus* no Cerrado ($\bar{x} = 38,90$ operárias por galho). O menor tamanho corporal das operárias de *P. flavidulus* em relação às de *P. gracilis* ($\bar{x} = 3,74 \text{ mm}$ e $\bar{x} = 7,87 \text{ mm}$, respectivamente), permite a ocupação de todos os espaços internos ocos da planta, o que pode influenciar no tamanho das colônias.



Figura 7. Operária, pupa e larva de *Pseudomyrmex flavidulus*.

Solenopsis sp. 1 e *Solenopsis* sp. 2 (Figuras 8A e 8B, respectivamente) apresentaram as colônias mais populosas, somando adultos e imaturos ($\bar{x} = 594,40$ e $\bar{x} = 1001,00$, respectivamente). Esse gênero é conhecido por dominar a comunidade de formigas em diversas regiões, o que pode ser atribuído aos seus hábitos generalistas, suas grandes colônias e um comportamento agressivo na hora do forrageio e defesa (Longino e Nadkarni, 1990; Tschinkel, 1993; Pizo e Oliveira, 2000). Gianuca e Costa (2004), analisando a nidificação de *Solenopsis* sp. em hastes de *Spartina alterniflora* em uma área de marisma do Rio Grande do Sul, também encontraram colônias relativamente grandes, atingindo um máximo de 1353 indivíduos em uma haste.

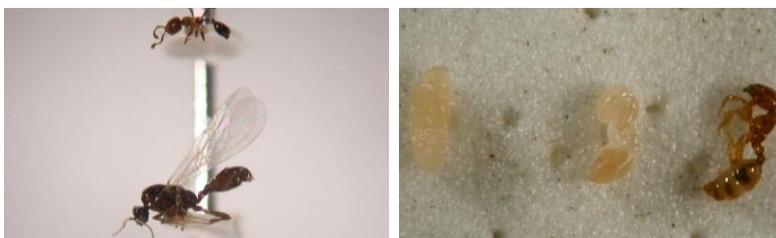


Figura 8. A. Operária e macho de *Solenopsis* sp.1. B. Larva, pupa e operária de *Solenopsis* sp.2.

O fato de não encontrarmos rainhas em todos os ninhos de *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2 (apenas uma rainha encontrada de cada espécie) sugere tratarem-se de espécies polidômicas. Outra evidência para a polidomia foi a observação frequente de plantas próximas umas às outras, sendo ocupadas por *Solenopsis* sp.1, o que pode ser favorecido pela distribuição agregada de *A. polyanthus*. Além disso, parece não haver conflito entre operárias de *Solenopsis* sp. 1 ocupantes de plantas próximas umas das outras (observação pessoal). Entretanto, esse fato precisa ser analisado em estudos futuros. Em outro estudo semelhante, Gianuca e Costa (2004) comentaram a possibilidade de *Solenopsis* sp. ser uma espécie com ninhos polidômicos, uma vez que não foram encontradas rainhas na maioria das hastes de *Spartina alterniflora*.

A esperada correlação entre o espaço disponível para a nidificação e o tamanho da colônia somente foi encontrada para as espécies *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. De fato, essas são as duas espécies que possuem operárias com um tamanho de corpo maior, não permitindo a ocupação de todas as cavidades da planta. As demais espécies de formigas foram encontradas em todos os diferentes espaços disponíveis nas plantas. Essa necessidade de espaços maiores para a nidificação e a correlação do volume disponível e o tamanho das colônias de *Camponotus* spp. já foram descritas em outros estudos (Schonberg et al., 2004; Tschinkel, 2005). Se considerarmos apenas o volume do eixo central das plantas secas de *A. polyanthus*, as duas maiores médias, dentre as cinco espécies de formigas analisadas, foram encontradas para *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. Esse resultado indica que o tamanho e o diâmetro do eixo central são importantes no momento

da seleção dos locais de nidificação por parte das rainhas dessas duas espécies.

O espaço interno dos indivíduos secos de *A. polyanthus* não influenciou no tamanho das colônias de *Solenopsis* sp.1, *Solenopsis* sp.2, *P. flavidulus* e *M. gallicola*. Nenhuma dessas espécies ocupou integralmente todos os espaços internos disponíveis nas plantas, nem mesmo aquelas com colônias grandes. Apesar de colônias pequenas poderem ser uma adaptação para pequenas cavidades de nidificação, existe uma possibilidade distinta de que pequenas colônias são uma consequência de especialização por alimento (Carrol e Janzen, 1973). Uma vez que as plantas secas de *A. polyanthus* não fornecem alimento para as formigas e, esse ambiente de dunas não possui uma cobertura vegetal muito grande, o principal fator limitante para o crescimento das colônias pode estar na baixa disponibilidade de recursos alimentares e não nos espaços disponíveis para nidificação.

Outro fator que pode ter influenciado não termos encontrado ninhos ocupando todos os espaços das plantas e, conseqüentemente, colônias maiores, pode estar no tempo de vida dessas colônias. Para essa região de estudo, a floração de *A. polyanthus* ocorre de julho a janeiro, com o seu pico no mês de novembro (d'Eça-Neves e Castellani, 1994). Somente após esse período as plantas começam a secar e tornam-se disponíveis para a nidificação das formigas. Como as coletas aconteceram no mês de maio, essas colônias talvez não tenham tido o tempo necessário para atingirem tamanhos maiores. Entretanto, para podermos confirmar essa situação, outras coletas em diferentes épocas do ano teriam que ser feitas, para compararmos as colônias em seus diferentes estágios. Também não analisamos o fato de que essas colônias já poderiam existir no ano anterior, tendo apenas se deslocado para uma planta em melhores condições de nidificação. O fato de *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp. 2 serem, provavelmente, espécies polidômicas, e as colônias ocuparem mais de uma planta, se torna uma outra possível explicação para o volume das plantas não estar diretamente relacionado ao tamanho das colônias dessas espécies.

3.8. CONCLUSÕES

Os indivíduos de *A. polyanthus* variam bastante em tamanho e espaço interno disponível para ocupação por formigas. Apesar do espaço disponível para a nidificação ser um fator limitante do crescimento das colônias bastante conhecido, para formigas que nidificam em recursos efêmeros, nossos resultados mostram que isso parece ser verdadeiro apenas para o desenvolvimento das colônias de espécies de formigas com um tamanho de corpo maior, como *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. Por não terem a capacidade de ocupar todos os espaços internos disponíveis, essas duas espécies procuram plantas com um eixo central mais espaçoso.

Para *M. gallicola*, *P. flavidulus*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2, o volume da planta não esteve correlacionado ao tamanho das colônias, sendo que as plantas nunca encontraram-se totalmente ocupadas. Nessa região de dunas, o fator limitante para o aumento do número de indivíduos de um ninho pode ser a baixa disponibilidade de recursos alimentares. Outra explicação está no fato de que os ninhos observados podem ser formados por colônias jovens e que ainda não atingiram seus números máximos de indivíduos. Existe ainda a hipótese da polidomia, ou seja, as espécies *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2 podem ocupar mais de uma planta para construir suas colônias. Entretanto, essas hipóteses precisam ser analisadas em outros estudos.

3.9. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. M.; LARA, A. C. F.; FERNANDES, G. W. 1995. Utilization of *Apion* sp. (Coleoptera Apionidae) galls by ant community in southeastern Brazil. **Tropical Zoology**, Firenze, v. 8, p. 319-324, 1995.
- BOURKE, A. F. Colony size, social complexity and reproductive conflict in social insects. **Journal of Evolutionary Biology**, Exeter, v. 12, p. 245-257, 1999.
- BUSCHINGER, A.; KLEIN, R. W.; MASCHWITZ, U. Colony structure of a bamboo-dwelling *Tetraponera* sp. (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae) from Malaysia. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 41, n. 1, p. 29-41, 1994.
- BUSHER, C. E.; CALABI, P.; TRANIELO, J. F. A. Polymorphism and division of labor in the Neotropical ant *Camponotus sericeiventris* Guerin (Hymenoptera: Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Washington, v. 78, n. 2, p. 221-228, 1985.
- BYRNE, M. M. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. **Biotropica**, Maiden, v. 26, p. 61-72, 1994.
- CARROL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 4, p. 231-257, 1973.
- CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 115-121., 2002.
- CASTELLANI, T. T.; VIEIRA, S.; SCHERER, K. Z. Contribuição ao conhecimento da distribuição espacial de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) em áreas de baixada úmida de dunas. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 10, n. 1, p. 25-36, 1996.

- CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. DE S. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 123-134, 2001.
- CECCA (CENTRO DE ESTUDOS CULTURA E CIDADANIA) 1997. **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Editora Insular, 1997. 158 p.
- CERETO, C. E.; SCHMIDT, G. O.; MARTINS, A. G.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Nesting of ants (Hymenoptera, Formicidae) in dead post-reproductive plants of *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae), a herb of coastal dunes in southern Brazil. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 58, n. 4, p. 469-471, 2011.
- d'EÇA-NEVES, F. F.; CASTELLANI, T. T. Fenologia e aspectos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) em baixada úmida entre dunas na Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. **Insula**, Florianópolis, v. 23, p. 121-149, 1994.
- DAVIDSON, D. W.; ARIAS, J. A.; MANN, J. An experimental study of bamboo ants in western Amazonia. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 53, p. 108-114, 2006.
- DEBOUT, G.; SCHATZ, B.; ELIAS, M.; MCKEY, D. Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 90, p. 319-348, 2007.
- FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 28, p. 1-30, 1999.
- FRASER, V. S.; KAUFMANN, B.; OLDROYD, B. P.; CROZIER, R. H. Genetic influence on cast in the ant *Camponotus consobrinus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Göttingen, v. 47, p. 188-194, 2000.

- FREDERICKSON, M. E. Ant species confer different partner benefits on two neotropical myrmecophytes. **Oecologia**, Heidelberg, v. 143, p. 387-395, 2005.
- FREDERICKSON, M. E.; GORDON, D. M. The devil to pay: a cost of mutualism with *Myrmelachista schumanni* ants in “devil’s gardens” is increased herbivory on *Duroia hirsuta* trees. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v. 274, p. 1117–1123, 2007.
- FOWLER, H. G. Worker polymorphisms in field colonies of carpenter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Camponotus*): Stochastic selection? **Insectes Sociaux**, Basel, v. 34, n. 3, p. 204-210, 1987.
- GIANUCA, D.; COSTA, C. S. B. 2004. Ocorrência de colônias da formiga *Solenopsis* sp. associadas a hastes da grama de marisma *Spartina alterniflora*. In: VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 2004, São José dos Campos. **Resumos...** São José dos Campos, versão eletrônica.
- HELLER, N. E. Colony structure in introduced and native populations of the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 51, n. 4, p. 378-386, 2004.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.
- KASPARI M. Litter ant patchiness at the 1-m² scale: disturbance dynamics in three Neotropical forests. **Oecologia**, Heidelberg, v. 107, p. 265-273, 1996.
- KETTERL, J.; VERHAAGH, M.; BIHN, J. H.; BRANDÃO, C. R. F.; ENGELS, W. 2003. Spectrum of ants associated with *Araucaria angustifolia* trees and their relations to hemipteran trophobionts. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, Tübingen, v. 38, n. 3, p. 199-206, 2003.

- KING, J. R.; PORTER, S. D. Body size, colony size, abundance, and ecological impact of exotic ants in Florida's upland ecosystems. **Evolutionary Ecology Research**, Tucson, v. 9, p. 757-774, 2007.
- KLOTZ, J. H.; MANGOLD, J. R.; VAIL, K. M.; DAVIS JR., L. R.; PATTERSON, R. S. A survey of the urban pest ants (Hymenoptera: Formicidae) of peninsular Florida. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 78, p. 109-118, 1995.
- LANAN, M. C.; DORHAUS, A.; BRONSTEIN, J. L. The function of polydomy: the ant *Crematogaster torosa* preferentially forms new nests near food sources and fortifies outstations. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Göttingen, v. 65, p. 959-968, 2011.
- LONGINO, J. T. A taxonomic review of the genus *Myrmelachista* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica. **Zootaxa**, Auckland, v. 1141, p. 1-54, 2006.
- LONGINO, J. T.; NADKARNI, N. M. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a Neotropical Montane Forest. **Psyche**, New York, v. 97, p. 81-93, 1990.
- MORAIS, H. C. **Estrutura de uma comunidade de formigas arborícolas em vegetação de campo cerrado**. 1980. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas. 1980.
- MOYA, J.; MANCINI, K.; LINO-NETO, J.; DELABIE, J.; DOLDER, H. Sperm ultrastructure of five species of the Neotropical ant genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Zoologica**, Stockholm, v. 88, p. 181-187, 2007.
- NAKANO, M. A.; FEITOSA, R. M.; MORAES, C. O.; ADRIANO, L. D. C.; HENGLES, E. P.; LONGUI, E. L.; MORINI, M. S. C. Assembly of *Myrmelachista* Roger (Formicidae: Formicinae) in twigs fallen on the leaf litter of Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Natural History**, London, DOI:10.1080/00222933.2012.707247, 2012.

- PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of southeast Brazil. **Biotropica**, Maiden, v. 32, n. 4b, p. 851-861, 2000.
- SANTOS, J. C.; DEL-CLARO, K. Ecology and behaviour of the weaver ant *Camponotus (Myrmobrachys) senex*. **Journal of Natural History**, London, v. 43, p. 1423-1435, 2009.
- SCHONBERG, L. A.; LONGINO, J. T.; NADKARNI, N. M.; YANOVIK, S. P. Arboreal ant species richness in primary forest, secondary forest, and pasture habitats of a tropical montane landscape. **Biotropica**, Maiden, v. 36, n. 3, p. 402-409, 2004.
- SILVA, F. R.; BEGNINI, R. M.; KLIER, V. A.; SCHERER, K. Z.; LOPES, B. C.; CASTELLANI, T. T. Utilização de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) por formigas em floresta secundária no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 38, n. 6, p. 873-875, 2009.
- STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system). Version 8.0. www.statsoft.com, 2007.
- TSCHINKEL, W. R. Insect sociometry, a field in search of data. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 38, p. 77-82, 1991.
- TSCHINKEL, W. R. Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *Solenopsis invicta* during one annual cycle. **Ecological Monographs**, Ithaca, v. 63, n. 4, p. 425-457, 1993.
- TSCHINKEL, W. R. The nest architecture of the ant, *Camponotus socius*. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 5, n. 9, 18 p., 2005.
- WARD, P. S. Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). **Journal of Hymenoptera Research**, Madison, v. 2, p. 117-168, 1993.
- WETTERER, J. K. Worldwide spread of the graceful twig ant, *Pseudomyrmex gracilis* (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 93, n. 4, p. 535-540, 2010.

WHITCOMB, W.H.; DENMARK, H.A.; BURREN, W.F.; CARROL, J.F. Habitats and present distribution in Florida of the exotic ant, *Pseudomyrmex mexicanus* (Hymenoptera: Formicidae). **The Florida Entomologist**, Lutz, v. 55, n. 1, p. 31-33, 1972.

WILSON E. O. Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests. **Ecology**, New York, v. 40, p. 437-447, 1959.

CONCLUSÕES GERAIS

A alta taxa de ocupação demonstrou que indivíduos secos de *A. polyanthus* são recursos importantes para a nidificação de sete espécies de formigas encontradas na região. Essa riqueza de espécies e a proporção das plantas ocupadas foram influenciadas pela cobertura vegetal do local. Uma maior vegetação no entorno altera o microclima e facilita a locomoção das formigas, proporcionando mais recursos alimentares, bem como atraindo artrópodes que possam servir de presas para essas formigas.

Para essa área de estudo, não há especificidade em relação à nidificação de formigas em indivíduos secos de *A. polyanthus*, uma vez que as espécies aqui encontradas também são encontradas em locais onde essa planta não ocorre. *Solenopsis* sp.1 foi a espécie mais frequente, demonstrando tratar-se de uma espécie que consegue explorar os recursos da região de uma maneira eficiente.

Os indivíduos de *A. polyanthus* variam bastante em tamanho e espaço interno disponível para ocupação por formigas. Apesar do espaço disponível para a nidificação ser um fator limitante do crescimento das colônias bastante conhecido, para formigas que nidificam em recursos efêmeros, nossos resultados mostram que isso parece ser verdadeiro apenas para o desenvolvimento das colônias de espécies de formigas com um tamanho de corpo maior, como *C. alboannulatus* e *P. gracilis*. Por não terem a capacidade de ocupar todos os espaços internos disponíveis, essas duas espécies procuram plantas com um eixo central mais espaçoso.

Para *M. gallicola*, *P. flavidulus*, *Solenopsis* sp.1 e *Solenopsis* sp.2, os tamanhos das colônias não estiveram correlacionados aos volumes das plantas, sendo que as plantas nunca encontraram-se totalmente ocupadas. Nessa região de dunas, o fator limitante para o aumento do número de indivíduos de um ninho pode ser a baixa disponibilidade de recursos alimentares. Outra explicação está no fato de que os ninhos observados podem ser formados por colônias jovens e que ainda não atingiram seus números máximos de indivíduos.

Nossos resultados apontam que a maioria dos indivíduos secos de *A. polyanthus* não resiste por mais de um ano na natureza. Sendo assim, as colônias devem migrar para outros indivíduos dessa mesma espécie que acabaram de secar ou procurar outro local para nidificação.

Entretanto, para afirmarmos realmente o que ocorre e em que momento ocorre é necessário um estudo específico sobre esse tópico.

APÊNDICE - Gêneros analisados

Camponotus Mayr, 1861 é um dos maiores gêneros de formiga existentes, com mais de 1000 espécies descritas e distribuição mundial (Bolton, 1995). São formigas de tamanho variável, desde pequenas até grandes e com variação de tamanho até mesmo dentro de uma colônia. Apesar de, em geral, serem consideradas onívoras (Fernández, 2003), são também consideradas importantes componentes ecológicos de muitos ambientes florestais, atuando como predadoras (Chen et al., 2002). Suas espécies são generalistas quanto à construção dos ninhos, podendo nidificar no solo, cavidades, base ou copa das árvores (Fernández, 2003), além de invadirem construções humanas.

Myrmelachista Roger, 1863 é um gênero exclusivamente Neotropical e amplamente distribuído, apresentando 56 espécies descritas (Antbase, 2012). São formigas com hábitos crípticos e sempre associadas à vegetação, onde constroem seus ninhos geralmente nas cavidades de plantas vivas ou mortas (Kusnezov, 1951; Longino, 2006).

Pseudomyrmex Lund, 1831 é um gênero predominantemente Neotropical, formado por formigas tipicamente arborícolas, e, apesar de poderem exibir preferências por habitats, são generalistas quanto aos locais de nidificação, geralmente construindo seus ninhos dentro de galhos secos e ocos (Ward, 1991; 1999). Seus representantes possuem movimentos rápidos, olhos grandes e são conhecidos por sua habilidade em perfurar ou penetrar em troncos e galhos, para construir cavidades e galerias (Hölldobler e Wilson, 1990; Ward, 1990). São formigas consideradas predadoras, mas também podem ser encontradas visitando nectários extraflorais (Silvestre et al., 2003; Buffa et al., 2007). Carrol (1979) sugere que as pseudomirmecíneas que nidificam em galhos restringem seus ninhos a galhos com galerias de pequeno diâmetro. Algumas espécies possuem associações bastante conhecidas com plantas mirmecófitas (Janzen, 1966; Ward, 2003).

Solenopsis Westwood, 1840 é um gênero com distribuição mundial. Cerca de 100 espécies já foram descritas para a região Neotropical (Fernández e Sendoya, 2004), porém esse número deve ser muito maior, por se tratar de um gênero com uma taxonomia bastante complicada (Creighton, 1930; Trager, 1991). Na América do Sul, onde a riqueza do gênero é alta, distinguir as espécies é extremamente difícil, devido à escassez de caracteres diagnóstico confiáveis (Pitts et al.,

2005). As espécies de *Solenopsis* gênero possuem os mais variados hábitos alimentares, sendo classificadas como generalistas. Além disso, existem algumas que nidificam no solo e outras na vegetação (Hölldobler e Wilson, 1990).

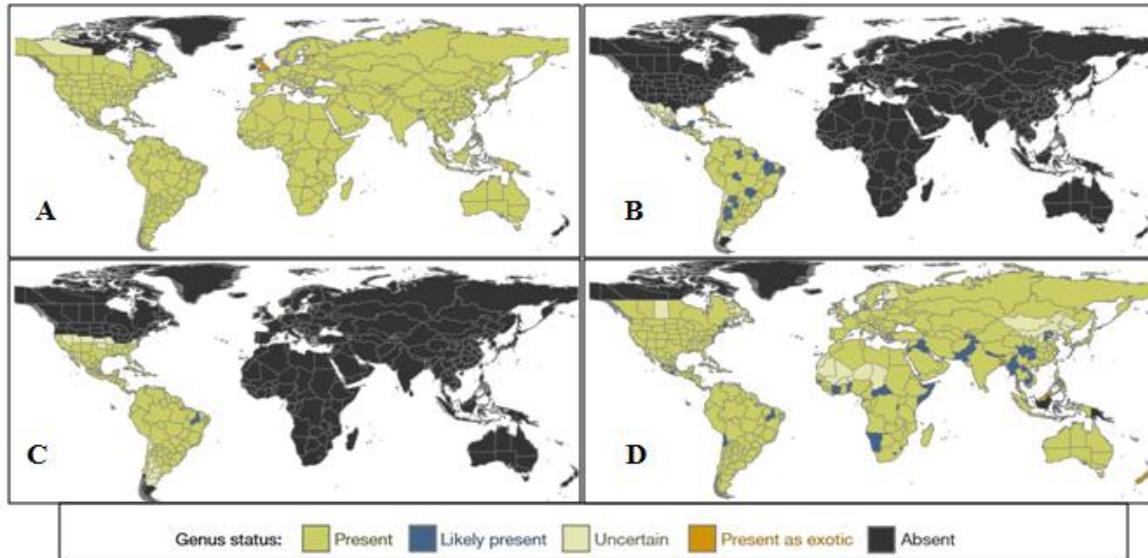


Figura 7. Distribuição geográfica dos gêneros de formigas analisados no capítulo 2. **A.** *Camponotus*. **B.** *Myrmelachista*. **C.** *Pseudomyrmex*. **D.** *Solenopsis*

REFERÊNCIAS

- ANTBASE. **Antbase**. World Wide Web electronic publication. Disponível em: www.antbase.org. Acesso em: 29 agosto 2012.
- BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, London, v. 29, p. 1039-1056, 1995.
- BUFFA, L. M.; JAUREGUIBERRY, P.; DELFINO, M. A. Exudate-gathering ants (Hymenoptera: Formicidae) at three different liquid food rewards. **Acta Zoológica Mexicana**, Ciudad de México, v. 25, n. 3, p. 515-526, 2009.
- CARROL, C. R. A comparative study of two ant faunas: the stem-nesting ant communities of Liberia, West Africa and Costa Rica, Central America. **The American Naturalist**, Chicago, v. 113, p. 551-561, 1979.
- CHEN, Y.; HANSEN, L. D.; BROWN, J. J. Nesting sites of the carpenter ant, *Camponotus vicinus* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) in Northern Idaho. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 31, n. 6, p. 1037-1042, 2002.
- CREIGHTON, W. S. The new world species of the genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae). **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, Boston, v. 66, p. 39-151, 1930.
- FERNÁNDEZ, F. Subfamilia Formicinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.), **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 299-306.
- FERNÁNDEZ, F.; SENDOYA, S. List of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, Bogotá, v. 5, n. 1, p. 3-93, 2004.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.

- JANZEN, D. H. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution**, New York, v. 20, n. 3, p. 249-275, 1966.
- KUSNEZOV, N. *Myrmelachista* en la Patagonia (Hymenoptera, Formicidae). **Acta Zoologica Lilloana**, Tucumán, v. 11, p. 353-365, 1951.
- LONGINO, J. T. A taxonomic review of the genus *Myrmelachista* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica. **Zootaxa**, Auckland, v. 1141, p. 1-54, 2006.
- PITTS, J. P.; MCHUGH, J. V.; ROSS, K. G. Cladistic analysis of the fire ants of the *Solenopsis saevissima* species-group (Hymenoptera: Formicidae). **Zoologica Scripta**, Maiden, v. 34, n. 5, p. 493-505, 2005.
- SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los grêmios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.), **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 113-148.
- TRAGER, J. C. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). **Journal of the New York Entomological Society**, New York, v. 99, p. 141-198, 1991.
- WARD, P. S. The ant subfamily Pseudomyrmecinae (Hymenoptera: Formicidae): generic revision and relationship to other formicids. **Systematic Entomology**, New York, v. 15, p. 449-589, 1990.
- WARD, P. S. Phylogenetic analysis of pseudomyrmecine ants associated with domatia-bearing plants. In: HUXLEY, C. R.; CUTLER, D. F. (Eds.). **Ant-plant interactions**. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 335-352.
- WARD, P. S. Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group (Hymenoptera: Formicidae), *Triplaris*- and *Tachigali*-inhabiting ants.

Zoological Journal of the Linnaean Society, London, v. 126, p. 451-540, 1999.

WARD, P. S. 2003 Subfamilia Pseudomyrmecinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003. p. 331-336.