

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**UTILIZAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS DE *Actinocephalus polyanthus*
(Bong.) Sano (ERIOCAULACEAE) POR FORMIGAS NA PRAIA DA
JOAQUINA, FLORIANÓPOLIS, SC**

Acadêmica: Elise Lara Galitzki
Orientadora: Tânia Tarabini Castellani
Co-orientador: Benedito Cortês Lopes

Florianópolis, junho de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**UTILIZAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS DE *Actinocephalus polyanthus*
(Bong.) Sano (ERIOCAULACEAE) POR FORMIGAS NA PRAIA DA
JOAQUINA, FLORIANÓPOLIS, SC**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade Federal
de Santa Catarina, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas

Acadêmica: Elise Lara Galitzki
Orientadora: Tânia Tarabini Castellani
Co-orientador: Benedito Cortês Lopes

Florianópolis, junho de 2008

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos sou grata aos meus adorados genitores: “mãe Dilma” e “pai Edison”, que amaram e foram corajosos (ou loucos) o bastante para terem filhos. Por me ensinarem a respeitar e a amar a vida. Por todos os piqueniques, passeios, relógios desenhados com caneta no pulso, pelas criações de borboletas, pela paciência, pelas broncas e pelos abraços. Sem vocês este curso não teria sido a minha escolha. Obrigada por esta oportunidade e tudo, tudo o mais.

Às minhas irmãs, com quem aprendi a dividir, quem vi meninas, garotas e, agora, mulheres. Maravilhosas, inteligentes e exuberantes. As quais tanto amo e admiro. E aos meus cunhados, Thiago e Fábio. Obrigada por fazerem dessas mulheres tão valiosas pessoas mais felizes e realizadas.

Ao meu sobrinho Rafael, tão pequeno, mas que me fez contemplar como nunca a magia da vida e a força dos laços.

Aos professores Tânia e Benedito, ou melhor, Tuti e Benê. Um casal especial, que me acompanhou durante grande parte da graduação e, mais do nunca, na despedida dela. Terei sempre como exemplo a dedicação e o bom humor que demonstram.

À Karla, tão organizada e bem disposta a ajudar quem quer que seja com o que quer que for! Minha parceira de campo nas dunas encantadas dos “*Paepalanthus*”. Sem você teria sido muito mais difícil fazer este trabalho.

Ao grupo PET-Biologia, que foi para mim muito mais do que um programa ou uma bolsa. Uma verdadeira escola para vida. Muito aprendi com a rotina e mais ainda com as pessoas. Dele levo alguns tesouros: amizade, paciência e respeito.

Ao meu grande amor Emílio, personagem das minhas crônicas diárias. Pessoa rara, que me contagia com seu otimismo e perseverança. Com um carinho é capaz de tornar o mundo um lugar melhor para se viver. Paciente e esforçado para entender o que não pode se explicar. A você, meu amor, meu amigo, meu parceiro, muito obrigada.

Às meninas do “Quarteto Fantástico”, que compartilharam comigo tantas angústias, felicidades e mudanças. Além claro, dos valiosos cafés, como bem

sabem. Não lembro ao certo quando este quarteto foi fundado, mas meninas, hoje levo nossa amizade guardada bem fundo em minha alma.

À Fernanda, de quem, antes mesmo de saber o nome, sabia querer ser amiga. Menina radiante, intensa e valiosa. Amo-te como a uma irmã. Por favor, não suma neste mundo tão gigante.

À Bárbara e Morgana, por todas as risadas compartilhadas durante estes anos que passamos juntas. Posso não disser isso todos os dias, mas adoro vocês com ou sem bom humor.

A todos os professores que tive durante curso e também funcionários do Centro de Ciências Biológicas que, querendo ou não, me ajudaram a chegar até aqui.

A essa força que vem do universo, da vida e do amor. Que está em todos e em todos os lugares, a quem alguns chamam carinhosamente de Deus.

SUMÁRIO

Resumo.....	6
Introdução.....	7
Objetivos.....	11
Objetivo Geral.....	11
Objetivos Específicos.....	11
Metodologia.....	12
Resultados e Discussão.....	19
Considerações finais.....	32
Referências.....	33

RESUMO

Buscou-se descobrir quais espécies de formigas visitam inflorescências de *Actinocephalus polyanthus* na restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. Para tanto, foram realizadas saídas de campo durante a floração da planta no ano de 2008. Neste período foram levantadas as espécies de formigas visitando as inflorescências desta Eriocaulaceae, considerando-se a visitação nas diferentes fenofases que esta planta apresenta e também de acordo com o número de umbelas presentes em cada planta. Foram encontradas 15 espécies de formigas visitando as inflorescências de *A. polyanthus*, pertencentes a oito gêneros em quatro subfamílias. Todas as espécies foram encontradas visitando inflorescências masculinas, enquanto que apenas nove destas foram encontradas visitando inflorescências femininas. A maioria das espécies registradas pertence a gêneros que, normalmente utilizam néctar como recurso alimentar, sendo que algumas poucas são generalistas alimentares e que poderiam facilmente também buscar o néctar como alimento. Não foi encontrada rela o entre o número de umbelas da planta e a riqueza de formigas visitantes. Não foi possível relacionar a presença de formigas nas inflorescências das plantas com a proximidade entre elas; porém, aparentemente quanto maior o contato das inflorescências com a vegeta o circundante, maior a presença de formigas nestas inflorescências. A presença de aranhas nas plantas, potenciais predadoras das formigas, não foi capaz de interferir negativamente na visita o destas às inflorescências.

INTRODUÇÃO

As relações estabelecidas entre plantas e animais visitantes de suas flores têm atraído o interesse dos naturalistas há bastante tempo (Gómez 2002). Uma grande quantidade de insetos visita flores em busca de alimento, apesar de também poderem utilizá-las como locais de proteção e caça, acasalamento e oviposição (Malerbo-Souza *et al.* 2008). Embora existam teorias de que o pólen tenha sido o alimento original procurado pelos insetos primitivos, atualmente, o néctar é o atrativo mais procurado (Gómez e Zamora 1992; Labandeira 1997). As formigas são um dos grupos de insetos que interagem de forma bastante representativa com diversos táxons vegetais, utilizando-os principalmente como fonte alimentar, seja pela utilização de recursos florais, nectários extra-florais, utilização de elaiossomos e de sementes (Hölldobler e Wilson 1990; Gómez e Zamora 1992). Muitas vezes, as formigas são consideradas como ladras de néctar floral e várias são as adaptações descritas que impedem seu acesso às flores (Malerbo-Souza *et al.* 2008). Outra relação com as plantas ocorre através de herbivoria por parte de formigas cortadeiras para o cultivo de fungos (Lopes 2005).

Em ambientes de restinga na Ilha de Santa Catarina já foram realizadas algumas pesquisas que tratavam da interação entre plantas e formigas, sendo a maioria delas voltada para levantamentos de insetos em plantas ou para a dinâmica de populações vegetais, quando então os insetos eram registrados como possíveis agentes de danos (Arruda *et al.* 2003).

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, porém sem a especificação do tipo de uso (Arruda *et al.* 2003).

Actinocephalus polyanthus (até recentemente alocado no gênero *Paepalanthus*) é uma espécie monóica, ou seja, possui flores masculinas e flores femininas no mesmo indivíduo (Moldenke e Smith 1976). Porém existe uma seqüência predominante para a abertura das flores no capítulo. Assim, a

maturação ocorre em ordem centrípeta e inicia com a abertura de flores masculinas, seguidas de flores femininas e novamente flores masculinas, sendo que estas ocorrem em número aproximadamente três vezes maior que as flores femininas por capítulo (Castellani e d'Eça-Neves 2000). Podem ocorrer também indivíduos funcionalmente dióicos, quando apenas flores de um sexo maturarem nos capítulos das umbelas (d'Eça-Neves e Castellani 1994). Segundo estas autoras, uma hipótese ainda a ser testada é a de autocompatibilidade da planta. Se isto for possível, quando da sincronia na abertura das flores masculinas e femininas entre ou dentro das umbelas de um indivíduo, poderia ocorrer a formação de sementes por geitogamia, ou seja, por auto-polinização. Porém, como isto é pouco freqüente, o padrão mais esperado para a espécie seria a reprodução cruzada.

Outra característica de *A. polyanthus* que sugere uma tendência para reprodução cruzada é a oferta de néctar nas estruturas florais. As flores estaminadas (masculinas) desta espécie apresentam três pistilódios nectaríferos na porção central do receptáculo floral e as flores pistiladas (femininas) possuem estaminódios escamiformes, em número de três, inseridos na região basal do gineceu, também secretores de néctar. Em flores jovens, as porções nectaríferas são mais longas que as estigmáticas, enquanto que em flores adultas esta relação se inverte. Esta característica nos sugere que, em flores maduras, um visitante em busca de néctar provavelmente toca os estames da flor para acessar tal recurso. Assim, se este visitante estiver carregando pólen da mesma espécie, pode vir a transferi-lo aos estames da flor visitada, funcionando assim como potencial polinizador. A presença dessas estruturas secretoras de néctar sugere a entomofilia como síndrome de polinização para *A. polyanthus*, assim como para outras espécies desta família (Rosa e Scatena 2007).

Mesmo estando presentes na maioria das comunidades, sendo visitantes constantes de plantas e coletoras de néctar, existem poucos casos confirmados de polinização por formigas, o que sugere que a seleção natural não favoreceu a polinização por estes insetos (Rico-Gray e Oliveira 2007). Mesmo assim, segundo esses autores, formigas visitam flores e outras partes reprodutivas de plantas em diferentes ecossistemas. A síndrome de polinização por formigas é considerada um sistema de baixa energia onde diversos fatores

são importantes para sua ocorrência, como: um habitat seco e quente; nectários pequenos que não despertem o interesse de grandes visitantes; flores pequenas e expostas com atrativos visuais mínimos; poucas flores em antese ao mesmo tempo; pequena quantidade de pólen pegajoso e poucos óvulos por flor (Hickman 1974).

Em trabalhos anteriores já foi registrada a presença de formigas em estruturas florais de *A. polyanthus* (Arruda *et al.* 2003) e sabe-se que algumas delas visitam esta planta em busca de néctar (E. L. Galitzki, observação pessoal), comportamento este que poderia ser compatível com o transporte de pólen entre as flores visitadas. Algumas características desta planta poderiam favorecer uma síndrome de polinização por formigas, como por exemplo, o padrão de distribuição agrupado que ocorre nesta espécie, que está relacionado com suas características de dispersão e com alguns fatores ambientais (Scherer e Castellani 2004). Porém, esta planta não compartilha de todas as características citadas como pré-requisitos por Hickman (1974) para este tipo de síndrome de polinização, das quais podemos destacar o grande número de flores em antese simultaneamente, desfavorecendo a visita a um número maior de plantas.

A visitação de formigas nas inflorescências desta Eriocaulaceae pode ser influenciada pela presença de predadores. Algumas espécies de aranhas são encontradas nas umbelas de *A. polyanthus* e o hábito de predação de formigas é citado para algumas famílias (Oliveira e Sazima 1985). Entre as aranhas que utilizam as umbelas de *A. polyanthus* como local de caça, podemos observar a presença de uma espécie de Thomisidae (V. L. V. Arruda, comunicação pessoal), família para a qual algumas espécies já tiveram comportamentos relativos à predação de formigas descritos (Oliveira e Sazima 1985).

Embora a quantidade de trabalhos em restingas venha aumentando, a grande maioria deles é realizada na região sudeste do Brasil (Monteiro e Macedo 1990). Poucos são também os estudos que envolvem a interação entre insetos e plantas nas restingas, sendo ainda mais baixo o número de estudos existentes quando a planta em questão é *A. polyanthus* (Castellani *et al.* 1995, Castellani e d'Eça-Neves 2000 e Arruda *et al.* 2003). Assim a relação entre formigas e esta eriocaulácea oferece uma oportunidade interessante para

se verificar princípios ecológicos relacionados com a interação entre estes insetos e plantas, bem como avaliar de que maneira as características das espécies envolvidas podem guiar tal interação, levando-se em conta que o presente estudo é o primeiro com este enfoque para *A. polyanthus*.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a utilização de recursos florais de *Actinocephalus polyanthus* por formigas e observar aspectos desta relação ligados às características das espécies envolvidas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a riqueza de espécies de formigas visitantes das inflorescências de *Actinocephalus polyanthus*;
- Verificar se existe variação no conjunto de formigas visitantes de acordo com a fenofase masculina e feminina;
- Avaliar se há preferência de fenofase por diferentes espécies de formigas;
- Verificar se há relação entre a riqueza de espécies visitantes com a quantidade de umbelas nas plantas;
- Relacionar se a chance de ocorrência de formigas nas plantas com a proximidade entre indivíduos de *A. polyanthus*;
- Verificar se há uma facilitação do acesso das formigas às inflorescências através do contato da vegetação circundante com o indivíduo reprodutivo em questão;
- Avaliar a importância dos polinizadores para a reprodução de *A. polyanthus*, checando a possibilidade de ocorrência de geitogamia como estratégia reprodutiva da planta;
- Observar se a presença de aranhas pode interferir na atividade de forrageio das formigas.

METODOLOGIA

Área de estudo

Este trabalho foi realizado na restinga da Praia da Joaquina localizada no leste da Ilha de Santa Catarina, SC (27°36'40"S e 48°27'10"W). As avaliações foram feitas no setor norte das dunas, mais próximo à Lagoa da Conceição, distante aproximadamente 500 m da Avenida das Rendeiras e cerca de 2 km do mar (Figura 1). Esta área pertence ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, que se estende do sul desta lagoa até a praia do Campeche, tendo cerca de 563 ha (CECCA 1997).

A 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 (Figura 2), sendo que em algumas destas baixadas ocorrem lagos permanentes (Castellani *et al.* 1996, 2001). Nestas baixadas a vegetação é constituída predominantemente por espécies herbáceas, subarbustivas ou também pequenos arbustos. 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).



Figura 1: Foto aérea da Ilha de Santa Catarina, à esquerda, com detalhe para a restinga da Praia da Joaquina, à direita, e a área de estudo, assinalada em amarelo. Avenida das Rendeiras marcada em branco. (Imagem extraída do Google Earth).



Figura 2: Baixada entre dunas na restinga da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Espécie em estudo

Actinocephalus polyanthus (Bong.) Sano é uma Eriocaulaceae que, no estado de Santa Catarina, ocorre nos campos do planalto e nos campos arenosos litorâneos. É uma espécie herbácea que apresenta uma roseta basal com folhas linear-lanceoladas (Moldenke e Smith 1976), considerada monocárpica, pois morre após um único evento reprodutivo durante o período total de sua vida (Castellani *et al.* 2001). Os indivíduos de *A. polyanthus* apresentam um tamanho mínimo da roseta para reprodução, encontrando-se diâmetros entre 19 e 22 cm para a maior parte das plantas reprodutivas. As inflorescências são umbelas capituliformes, sendo maior a frequência de plantas com cerca de oito umbelas, cada uma formada por aproximadamente 205 capítulos florais, que contem em média 15 flores masculinas, 5 femininas e 5 sementes produzidas em cada capítulo (Castellani e d'Eça-Neves 2000). 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).

Na restinga da Praia da Joaquina esta planta possui um padrão de distribuição agrupado, estando as maiores densidades associadas com altitudes intermediárias do microrrelevo e em áreas com alguma cobertura vegetal associada, que colabora para evitar o soterramento das plântulas devido à alta mobilidade do substrato (Castellani *et al.* 1996). Já as menores densidades ocorrem em locais mais secos e altos, ou ainda em bordas de lagos e em baixadas ou depressões alagáveis, já que a espécie em questão possui elevada taxa de mortalidade sob alagamento (Castellani *et al.* 2001).

Procedimentos

Os estudos de campo foram realizados durante o período de floração da planta em 2008, especificamente nos meses de agosto a dezembro. Neste período foram realizadas dez saídas para a coleta de dados, preferencialmente no período da manhã, cada uma com duração aproximada de duas horas, sendo amostrada uma média de 20 plantas por saída, totalizando 194 plantas. As amostragens começaram na parte mais interna da restinga (mais próxima à

lagoa), seguindo para a área externa em direção à praia da Joaquina. As plantas reprodutivas foram escolhidas aleatoriamente. A cada saída de campo, era escolhida uma área de baixada entre dunas que ainda não havia sido amostrada, sendo definida uma direção a ser percorrida. Era sorteado um número entre um e quinze, o que equivaleria ao número de passos a serem dados por um dos pesquisadores em tal direção. Em seguida, sorteava-se entre a primeira e a quinta planta em floração para ser amostrada, estando essa à frente ou ao lado do pesquisador. Em cada planta verificou-se: 1) o número de umbelas e a fenofase em que se encontravam, 2) a presença e número de formigas em cada umbela, 3) a porcentagem de contato das umbelas e respectivos pedúnculos com a vegetação circundante e 4) a presença de aranha nas umbelas.

A fim de avaliar a variação no conjunto de formigas visitantes de acordo com a fenofase em que a planta se encontrava, nos meses de setembro a outubro, de cada planta florida escolhida, foram também avaliadas as duas plantas mais próximas, uma em fase de botão e outra em floração. A partir de novembro, nas três últimas saídas realizadas, os dois indivíduos mais próximos amostrados estavam um com frutos já formados e outro em floração. De setembro a dezembro, foram medidas as distâncias entre cada indivíduo sorteado e os dois indivíduos mais próximos. Após a avaliação desses três indivíduos, novo sorteio era realizado, sendo este procedimento repetido de cinco a oito vezes por saída.

A porcentagem de contato da vegetação circundante com a planta foi estimada dividindo-se visualmente a copa formada pelas inflorescências em quatro partes iguais. A ocorrência de contato com a vegetação em cada um desses setores foi estipulada em 25%.

Devido a dificuldades de identificação taxonômica das aranhas associadas à *A. polyanthus* (V. L. V. Arruda, comunicação pessoal), durante as amostragens de campo, as aranhas encontradas nas inflorescências de *A. polyanthus* não eram coletadas, mas apenas observadas quanto à presença em cada planta.

As formigas encontradas visitando as inflorescências foram coletadas manualmente com ajuda de pincel embebido em álcool, acondicionadas em frascos tipo *ependorf* contendo álcool 70% e etiquetadas com dados da

coleta. Em laboratório, as formigas foram montadas a seco, em alfinete entomológico e triângulo de papel. A identificação das formigas foi feita por especialistas do Laboratório de Biologia de Formigas do Departamento de Ecologia e Zoologia, CCB, UFSC, com base na chave de Palacio e Fernández (2003), chaves específicas e comparação com outros materiais da coleção. O material montado encontra-se depositado na coleção deste mesmo Laboratório.

Com a finalidade de obter maiores esclarecimentos sobre a capacidade de auto-fecundação desta espécie e a influência da fauna visitante no processo de polinização, no mês de outubro, 39 indivíduos tiveram uma umbela isolada de potenciais polinizadores através de sacos confeccionados em tecido tipo voal (trama de aproximadamente 0,05 mm) na fase de botão, com todos os capítulos ainda fechados. Estas foram coletadas, juntamente com uma umbela controle (exposta a polinizadores) ao final do ciclo reprodutivo, no momento em que os frutos já estavam formados e antes de se iniciar o processo de dispersão (Figura 3). Em laboratório, para efeitos de comparação, contaram-se as sementes formadas em cinco capítulos das umbelas controle e das umbelas submetidas ao isolamento.



Figura 3: Indivíduo de *Actinocephalus polyanthus* com uma umbela isolada em botão (à esquerda) e outro indivíduo, também com uma umbela isolada, porém com frutos em formação (à direita), Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Análise estatística

Com os dados obtidos foi calculada a frequência de ocorrência das espécies de formigas observadas visitando todas as fenofases da planta e também a frequência de ocorrência das espécies nas fenofases feminina e masculina separadamente. Foram utilizados testes de Qui-quadrado (Brower *et al.* 1998) para avaliar: a) se a ocorrência de alguma espécie de formiga é mais expressiva em uma determinada fenofase; b) se há facilitação para a ocorrência de formigas nas plantas através do contato com a vegetação circundante e c) se a presença de aranhas nas inflorescências interfere na ocorrência de formigas.

Para demonstrar se o número de coletas foi suficiente para amostrar a riqueza de formigas visitantes de inflorescências de *A. polyanthus* foi construída uma curva de acumulação de espécies (curva de rarefação baseada em amostras) com os respectivos intervalos de confiança a 95% de probabilidade, utilizando os dados de riqueza obtidos durante o estudo com auxílio do programa EstimateS (Colwell 2006). Também foram utilizadas estas curvas para comparação da assembléia de espécies visitantes de inflorescências masculinas e femininas, levando-se em conta o diferente número de amostragens para estas fenofases (85 e 38 plantas, respectivamente). O mesmo programa foi utilizado para a obtenção de uma estimativa da riqueza total com o estimador Jackknife 1, que é baseado na observação de frequência daquelas espécies raras que ocorreram em apenas uma das amostras (Krebs 1989).

A análise da similaridade da assembléia de formigas visitantes amostradas em flores masculinas e femininas foi feita com base no índice de similaridade de Sorensen (qualitativo) e no índice de similaridade de Morisita (quantitativo) (Brower *et al.* 1998). Foi também calculado o índice de diversidade de Simpson para as formigas visitantes de plantas masculinas e femininas, sendo estes resultados comparados pelo teste t, conforme sugerido em Brower *et al.* (1998). O parâmetro quantitativo considerado nestes índices

foi o número de ocorrências de cada espécie nas plantas amostradas e não o número total de indivíduos.

Os testes não paramétricos de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis (Zar 1999) foram aplicados através do programa BioEstat 3 (Ayres *et al.* 2003) para a avaliação da hipótese de a distância entre plantas reprodutivas influenciar na presença de formigas, sendo apenas utilizados os dados coletados a partir de setembro, quando essas medições foram padronizadas. Para tanto também foram desconsideradas as plantas com umbelas na fase de botão e de dispersão, devido à baixa frequência de formigas.

Para averiguar se a produção de sementes em umbelas isoladas e não isoladas de *A. polyanthus* foram distintas, o teste de Mann-Whitney foi novamente utilizado.

Já a relação entre a riqueza de espécies visitantes com a quantidade de umbelas em cada planta foi avaliada através da correlação de Spearman (Zar 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 194 plantas amostradas, 42 encontravam-se na fenofase de botão, 85 com flores masculinas abertas, 38 com flores femininas, 11 com flores masculinas e femininas abertas simultaneamente e 18 com frutos já formados. Nestas plantas foram encontradas 15 espécies diferentes de formigas, pertencentes a quatro subfamílias e oito gêneros. Todas as espécies encontradas estavam presentes em inflorescências masculinas, mas apenas nove delas foram registradas em inflorescências femininas (Tabela 1).

No estudo realizado em campo rupestre na Chapada Diamantina com duas espécies de *Syngonathus*, onde foi evidenciada a entomofilia como síndrome de polinização para estas, foram registradas 19 espécies de insetos visitantes, pertencentes a três diferentes ordens, porém sem nenhuma espécie representante da família Formicidae (Ramos *et al.*, 2005). Em outro estudo, realizado na restinga da praia da Joaquina, foi feito o levantamento de insetos associados a quatro espécies de plantas, onde foram encontradas entre 11 e 28 espécies em associação com cada planta, sendo quatro destas espécies representantes de Formicidae (Corbetta, 1987). Deste modo, o número de espécies de formigas associadas com *Actinocephalus polyanthus* é bastante razoável, inclusive quando considera-se a riqueza total de formigas avaliada em alguns estudos em ambientes de restinga. Também na restinga da praia da Joaquina, Bonnet e Lopes (1993) encontraram um total de 33 espécies de formigas enquanto que Cereto (2008), para uma área de restinga alguns quilômetros ao sul, registrou um total de 80 espécies. Já no levantamento feito por Vargas *et al.* (2007) em restinga no estado do Rio de Janeiro, foram encontradas 92 espécies. Nestes estudos, as formigas foram coletadas com iscas de sardinha, por coleta ativa ou com armadilhas tipo *pitfall*, por toda a área de estudo. Assim, o número de 15 espécies encontradas visitando *A. polyanthus* é relativamente alto, já que estas espécies foram coletadas em uma situação bastante específica, associadas a uma única espécie de planta. O número de plantas amostradas na fenofase masculina foi aproximadamente duas vezes maior do que o amostrado para plantas em fenofase feminina o que retrata as características próprias da espécie, onde as flores masculinas

ocorrem em dois ciclos, enquanto que as flores femininas tem apenas um ciclo (Castellani e d'Eça-Neves 2000).

Tabela 1: Frequência de ocorrência (%) de espécies de formigas por fenofase de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Subfamília	Espécies	Flor				Fruto (n=18)
		Botão (n=42)	Masculina (n=85)	Feminina (n=38)	Masculinas e Femininas (n=11)	
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i> sp.	2,4	18,8	13,2	18,2	-
	<i>Linepithema micans</i>	-	9,4	15,8	-	5,6
	<i>Linepithema</i> sp.	-	1,2	5,6	-	-
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	-	20,0	7,9	9,1	-
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	-	2,4	-	9,1	-
	<i>Camponotus fastigatus</i>	-	11,8	34,7	27,3	-
	<i>Camponotus melanoticus</i>	-	1,2	2,6	-	-
	<i>Camponotus rufipes</i>	-	2,4	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp. 1	-	1,2	-	9,1	-
	<i>Camponotus</i> sp. 2	-	1,2	-	-	-
	<i>Myrmelachista</i> sp.	-	2,4	5,3	-	-
	Myrmicinae	<i>Solenopsis</i> sp.	-	1,2	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>		-	4,7	-	9,1	-
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	-	3,5	2,6	-	-
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	-	1,2	5,3	-	-

Os gêneros de formigas encontrados visitando as inflorescências de *A. polyanthus* são, em sua maioria, generalistas quanto ao hábito alimentar (Brown 1973). Assim, mesmo aqueles que não estão necessariamente associados à vegetação, podem ter operárias que visitam as inflorescências desta ericocaulácea para forrageio. Dos gêneros encontrados, *Pseudomyrmex* é representado por formigas bastante associadas a plantas, com espécies de hábitos arborícolas, que nidificam frequentemente no interior de ramos mortos ou de espécies mirmecofíticas e que também visitam nectários extraflorais (Ward 2003). Assim como o gênero anterior, as espécies de *Myrmelachista* são também bastante associadas a plantas (Wheeler 1934).

Silvestre *et al.* (2003) analisando a estrutura da comunidade de formigas no cerrado, propõem diversas guildas funcionais para essa mirmecofauna. Assim, sugerem que espécies de *Solenopsis* e *Camponotus* podem ser consideradas como generalistas alimentares dentro do grupo de “formigas

onívoras dominantes de solo”. Além disso, espécies do gênero *Camponotus* são consideradas representantes do grupo de formigas “oportunistas de solo e de vegetação”, juntamente com espécies do gênero *Brachymyrmex*, também tratadas pelos autores como integrantes de um grupo de “patrulheiras generalistas”. Ainda no mesmo trabalho, uma espécie do gênero *Myrmelachista* e outra de *Brachymyrmex* são classificadas dentro do grupo de formigas “especialistas pequenas de vegetação”.

O gênero *Dorymyrmex* possui espécies que podem ter operárias abundantes na vegetação baixa, algumas se alimentando de *honeydew*¹ produzido por hemípteros ou de secreções de nectários extraflorais (Longino 2007 – acesso em 2009).

As espécies de *Linepithema* e *Wasmannia* são onívoras e nidificam na vegetação, sendo consideradas integrantes do grupo de formigas “arbóreas pequenas de recrutamento massivo” (Silvestre *et al.* 2003). *Wasmannia auropunctata*, representante do gênero encontrada neste trabalho, ocorre naturalmente da Argentina até o México, mas é considerada uma espécie praga em outras regiões. Suas operárias são onívoras detritívoras e predadoras, sendo uma espécie pouco exigente quanto ao tipo de habitat, podendo ser encontrada no folhíço e em vários níveis da vegetação (Longino e Fernández 2007).

Uma das espécies encontradas, *Pseudomyrmex gracilis*, frequentemente utiliza nectários extraflorais, além de preda outros invertebrados, o que inclui outras formigas como, por exemplo, representantes do gênero *Camponotus* (Dansa 1989), que também foram encontrados visitando inflorescências de *A. polyanthus*. Assim, é plausível que indivíduos desta espécie, ao visitarem as inflorescências de *A. polyanthus*, poderiam tanto estar consumindo o néctar quanto estar em busca de outros artrópodes mortos ou vivos.

Em um estudo realizado na costa do México, Díaz-Castelazo *et al.* (2004) sugerem como potenciais forrageadoras de néctar espécies dos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Dorymyrmex*, *Solenopsis*, *Wasmannia* e

¹ Excreção líquida expelida pelo ânus de insetos sugadores de plantas, em diversas famílias de Hemiptera (Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha). Esta secreção é formada por açúcares e uma mistura complexa de nutrientes, incluindo lipídios, aminoácidos livres, diversos minerais e vitamina B. (Fowler *et al.* 1991).

também *Pseudomyrmex*, gêneros estes também registrados no presente trabalho. Desta forma, o comportamento das espécies encontradas visitando as inflorescências de *A. polyanthus* é condizente com o descrito para os gêneros aos quais pertencem, sendo que estes gêneros são comuns na vegetação e, além de possuírem hábitos alimentares generalistas, possuem espécies associadas com o consumo de néctar (Silvestre *et al.* 2003; Cereto 2008).

As espécies com maior frequência de ocorrência para plantas com flores abertas (masculinas e/ou femininas) foram *Camponotus fastigatus* (19,4%), *Dorymyrmex* sp. (17,2%), *Brachymyrmex* sp. 1 (15,7%) e *Linepithema micans* (10,5%), resultado condizente com estudos que relatam estes gêneros como bastante freqüentes em restinga (Vargas *et al.* 2007; Cereto 2008). *Camponotus fastigatus* foi também a espécie mais frequente visitando inflorescências de *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae) na mesma área de estudo (Corbetta 1987). Para este cálculo, as plantas amostradas na fenofase de botão e fruto foram excluídas, pois se considerou que a presença de espécies de formigas visitando-as foi baixa, nos dois casos sendo representada por apenas um indivíduo de *Dorymyrmex* sp. e *Linepithema micans*, respectivamente. A presença destes indivíduos visitando estas fenofases pode ser eventual considerando-se que estes gêneros são onívoros e associados à vegetação (Silvestre *et al.* 2003), podendo ter sido atraídos para a planta por outros recursos que não o néctar.

A curva de acumulação para as espécies observadas visitando plantas em floração tende a se estabilizar, indicando que o esforço amostral foi suficiente para amostrar as espécies visitantes das inflorescências de *A. polyanthus* (Figura 4). No mesmo gráfico, a curva de acumulação de espécies estimadas nos indica um número muito próximo para o intervalo de confiança superior (16,0 espécies).

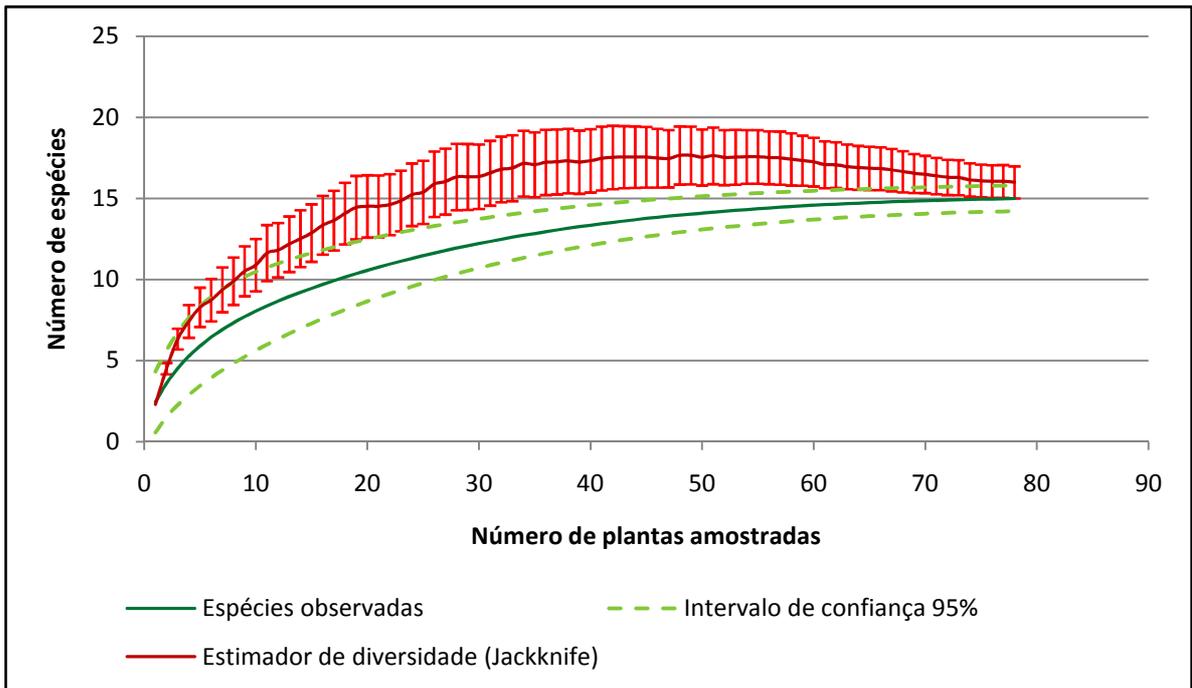


Figura 4: Curva de acumulação de espécies de formigas observadas e estimadas, visitantes de inflorescências de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Não houve diferença significativa na diversidade das assembléias de formigas visitando inflorescências masculinas e femininas ($D_{\text{masc}} = 0,86$ e $D_{\text{fem}} = 0,82$; $t = 0,85$; $p > 0,05$). As curvas de acumulação de espécies para essas duas assembléias mostram os intervalos de confiança de 95% (Figura 5) se sobrepondo, o que indica que a riqueza de espécies visitantes de inflorescências masculinas e femininas não é significativamente diferente, conforme também demonstrado pelo índice de Simpson. No entanto, dada a diferença na amostragem de inflorescências masculinas e femininas, é necessário um maior esforço amostral para estas últimas para que se possa melhor verificar a existência de um padrão de semelhança entre a riqueza de espécies que as visitam.

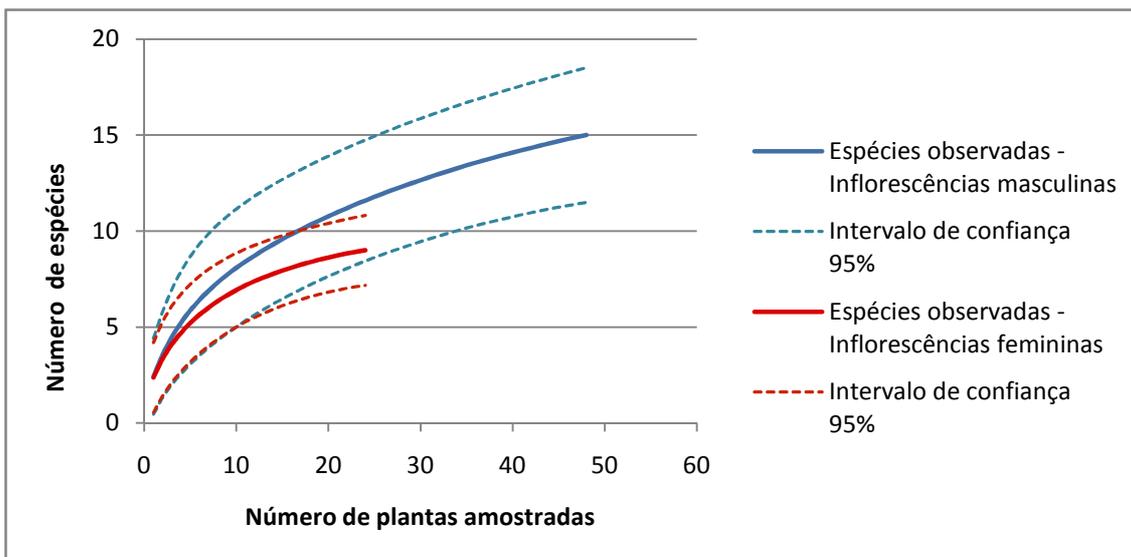


Figura 5: Curvas de acumulação de espécies com intervalos de confiança de 95% baseadas nas amostras para as espécies de formigas visitantes de inflorescências masculinas e femininas de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Neste sentido, para os locais de estudo, o estimador Jackknife sugere a existência de um número um pouco maior do que o de espécies de formigas observadas: 19,9 espécies que visitariam inflorescências masculinas, contra as 15 observadas, e 10,9 espécies que visitariam inflorescências femininas, contra as nove observadas (Figura 6).

O número de espécies visitantes de inflorescências masculinas estimado é maior do que para as inflorescências femininas, pois o cálculo do estimador Jackknife leva em conta o número de espécies únicas (aquelas que aparecem em apenas uma amostra). Em inflorescências masculinas, além de ocorrer um maior número de espécies de formigas, são seis as que aparecem em apenas uma das amostras enquanto que, em inflorescências femininas, este número é apenas dois. Assim, sugere-se que as assembléias estimadas de visitantes de inflorescências masculinas e femininas são mais distintas quanto à riqueza do que as encontradas durante este estudo (Figura 6).

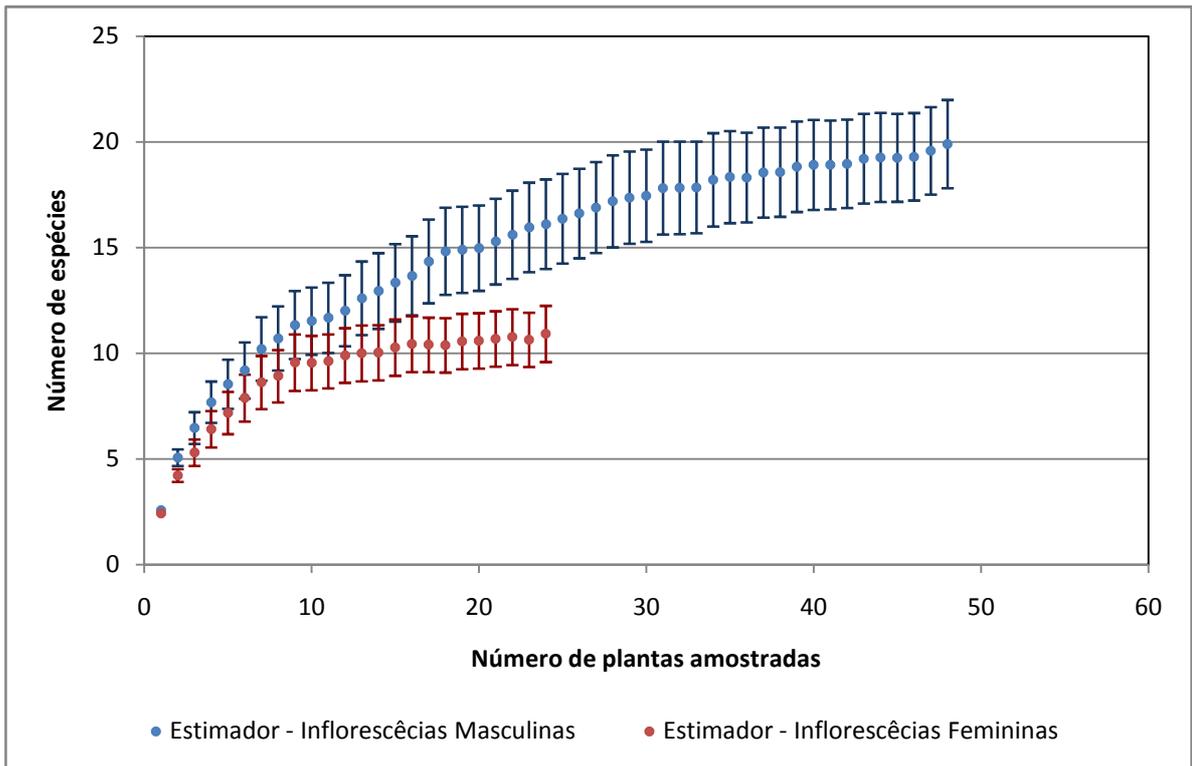


Figura. 6: Valores obtidos pelo estimador Jackknife e respectivos desvios padrões para as assembléias de formigas visitantes de flores masculinas e femininas de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Quanto à similaridade das assembléias de formigas que visitam as inflorescências masculinas e femininas, o índice de similaridade de Sorensen foi alto (75%), assim como o índice de Morisita, que nos diz que o número de ocorrências das espécies nas plantas amostradas foi similar em 82% dos casos.

Em *A. polyanthus* apenas três espécies (*Camponotus rufipes*, *Camponotus sp. 2* e *Solenopsis sp.*) ocorreram exclusivamente em plantas com flores masculinas e somente uma espécie de formiga, *Camponotus fastigatus*, mostrou uma freqüência de visitação significativamente maior para alguma fenofase, sendo mais freqüente na fenofase feminina ($X^2 = 7,41$, $p = 0,007$). Como *Camponotus* é um gênero composto por espécies generalistas, a elucidação das razões para esta suposta preferência pelas inflorescências pistiladas necessita de uma investigação mais detalhada e pode estar ligada a características específicas de *C. fastigatus* e/ou das próprias flores. Ramos *et al.* (2005) estudando inflorescências de *Syngonanthus mucugensis* e *S.*

curralensis em campo rupestre, na Chapada Diamantina, BA, não registraram formigas, mas encontraram 19 e 11 espécies, respectivamente, de insetos visitantes nas inflorescências destas Eriocaulaceae. Os autores apenas constataram uma maior frequência de visitação para as flores estaminadas em *S. mucugensis*, não havendo diferença na frequência de visitação das flores de *S. curralensis*.

O número médio de umbelas produzidas nas plantas amostradas foi 10,4, valor este próximo aos dados obtidos por d'Eça-Neves e Castellani (1994), que registraram maiores frequências de plantas com sete a nove umbelas. Não foi evidenciada nenhuma relação entre o número de umbelas da planta com a quantidade de espécies visitando suas inflorescências ($r_s = 0,02$; $p = 0,74$). A linha de tendência (Figura 7) não indica variação de riqueza com o aumento de inflorescências, por isso conclui-se que a quantidade de recurso disponível (*mais* umbelas representando *mais* néctar) não foi capaz de atrair uma maior riqueza de formigas.

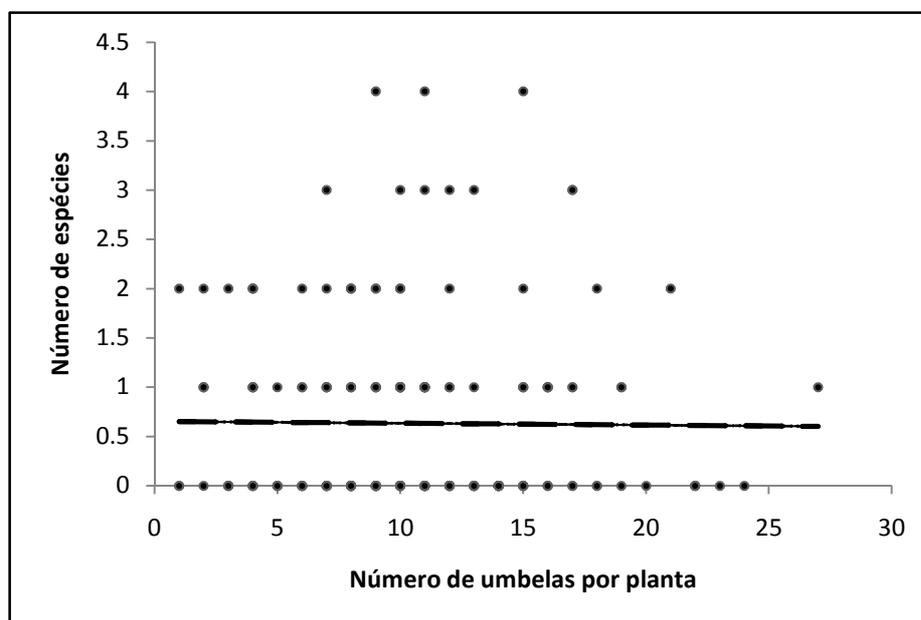


Figura 7: Relação entre o número de umbelas por planta e o número de espécies de formigas visitantes em *Actinocephalus polyanthus*, com a linha de tendência, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Houve relação entre a presença de aranhas nas umbelas com a presença de formigas visitantes ($X^2= 8,39$; $p= 0,0038$). Formigas e aranhas Ocorreram simultaneamente em 28,7% das plantas contra 14,7% de plantas com formigas e sem aranhas.

Tabela 2: Relação de presença e ausência de formigas e aranhas em inflorescências de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Classes	com aranha	sem aranha	Total
com formiga	45 (28,7%)	23 (14,7%)	68
sem formiga	37 (23,6%)	52 (33,1%)	89
Total	82	75	157

Mesmo tendo sido registrada a predação de formigas por aranhas na planta em estudo (Figura 8) e esta relação de predação ser descrita para outras espécies na literatura (Oliveira e Sazima 1985), a maior porcentagem de ocorrência de plantas onde aparecem formigas e aranhas simultaneamente pode sugerir que estas plantas estejam oferecendo recursos mais atrativos tanto para formigas quanto para outros insetos visitantes, que seriam também atrativos para as aranhas. Na região central dos Estados Unidos, a espécie *Misumena vatia* (Thomisidae), aranha com comportamento do tipo “senta-e-espera”, que ocorre comumente em inflorescências de *Asclepias syriaca* (Apocynaceae), escolhe em dois terços das vezes umbelas com maior oferta de néctar para caça. Os insetos preferencialmente predados por esta espécie, em *A. syriaca* e *Rosa carolina* (Rosaceae) são abelhas (*Bombus vagans*, *B. terricola* e *Apis mellifera*) e pequenas moscas sirfídeas (Morse 1984), grupos que possuem representantes comumente visitando *A. polyanthus* (Figura 9) – além de outros insetos - e que podem ser os maiores responsáveis por atrair diferentes espécies de aranhas para as inflorescências desta planta.



Figura 8: Predação de formigas por aranhas em inflorescências de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

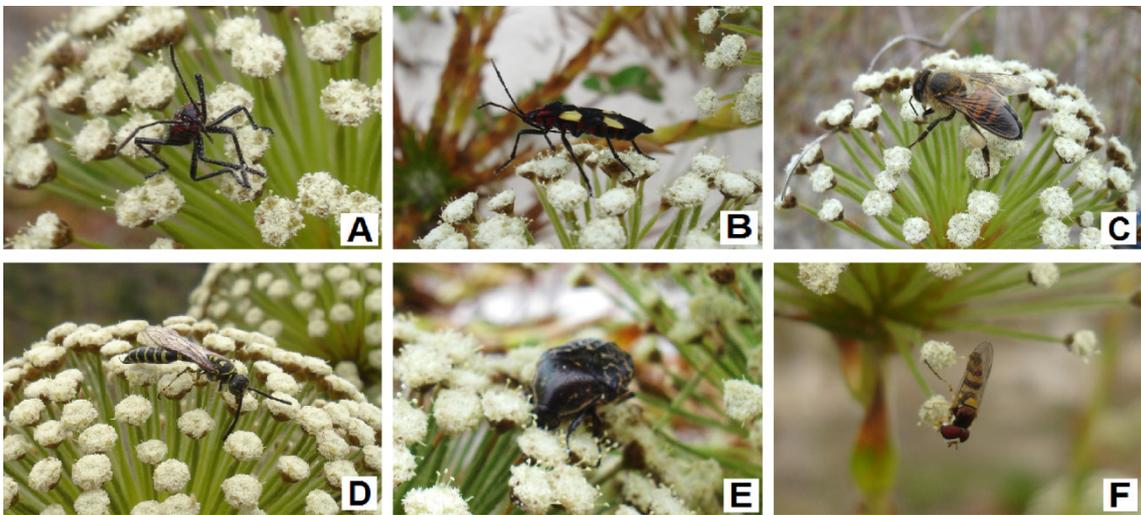


Figura 9: Insetos visitantes de *Actinocephalus polyanthus*, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. A – ninfa de hemíptero, B – adulto de hemíptero, C – abelha, D – vespa, E – besouro e F – mosca.

Estudos similares demonstraram que os insetos visitantes das inflorescências de *A. syriaca* não selecionaram as umbelas de acordo com a presença ou ausência desta espécie de Thomisidae. Isto pode ser explicado pela baixa frequência de ataques deste predador que não exerceria uma pressão seletiva forte o suficiente para o desenvolvimento de mecanismos anti-predatórios nesses visitantes (Morse 1986).

Não foram encontradas diferenças significativas quanto as distâncias entre plantas reprodutivas para aquelas com formigas (mín= 0,03 m, máx= 7,05 m, med= 1,40 m) e sem formigas (mín= 0,24 m, máx= 4,95 m, med= 1,35 m) nas inflorescências (teste de Mann-Whitney; U= 329,5; p= 0,85). Também não

se encontrou diferenças na análise feita através do teste de Kruskal-Wallis ($H=0,21$; $p=0,90$) quando foram consideradas as distâncias entre as plantas quando ambas apresentavam formigas (mín= 0,03 m, máx= 6,80 m, med= 1,34 m); quando ambas não apresentavam formigas (mín= 0,24 m, máx= 4,95 m, med= 1,35 m) e quando apenas uma delas apresentava formigas (mín= 0,25 m, máx= 7,05 m, med= 1,45 m).

Apesar de *A. polyanthus* ser uma espécie com padrão de distribuição agrupado (Castellani *et al.*, 1996), a concentração dessas plantas parece não ter interferido na maior ocorrência de visitação, talvez devido ao hábito generalista das formigas observadas que podem forragear em outras espécies de plantas próximas.

Não foi possível estabelecer uma rela o entre as plantas que tinham algum contato das suas inflorescências com a vegeta o circundante e a presença de formigas ($X^2=2,49$; $p=0,11$). Porém, esta rela o pode ser feita ($X^2=13,81$; $p=0,0079$) ao analisar-se os dados incluindo classes de contato na tabela de contingência (Tabela 3). Com os dados apresentados nesta tabela,   possível perceber que, apesar de existir uma menor quantidade de plantas com 75% e 100% de contato das suas inflorescências com a vegeta o circundante, uma maior parte delas apresentou visita o por formigas. Os gêneros encontrados são em sua maioria generalistas e presentes em vegeta o, podendo forragear ao acaso sobre outras espécies de plantas, utilizando-as como trampolim para acessar as inflorescências de *A. polyanthus*. Deste modo, a vegeta o circundante que faz contato com as inflorescências pode aumentar levemente a probabilidade de visita o por formigas em *A. polyanthus*, já de fácil acesso devido ao seu porte herbáceo (40-50 cm de altura).

Tabela 3: Classes de contato das inflorescências de *Actinocephalus polyanthus* com a vegeta o circundante e a presença ou não de formigas, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. Os valores de % em itálico representam as maiores ocorrências em cada classe.

Classes	0	1 (25%)	2 (50%)	3 (75%)	4 (100%)	Total
Com formiga	19	20	15	8 (66,7%)	9 (75%)	71
Sem formiga	37 (66,1%)	35 (63,6%)	16 (51,6%)	2	3	93
Total	56	55	31	10	12	164

O tecido utilizado para o isolamento das umbelas durante o experimento realizado neste estudo reduzia, mas provavelmente não era capaz de impedir totalmente, a chegada de pólen de outras flores aos capítulos ensacados, pois sua trama era maior do que o tamanho dos grãos de pólen da espécie. Nas umbelas ensacadas foi produzido um número médio de 0,26 sementes por capítulo (mín= 0, máx= 6, Md= 0) enquanto que nas umbelas controle, este número foi igual a 6,43 (mín=0, máx= 17, Md= 5,09), valor próximo ao encontrado por Castellani e d'Eça-Neves (2000).

A ordem Poales, à qual pertence a espécie em estudo, tem um grande número de espécies representantes polinizadas pelo vento (Rudall e Linder 2005). Porém, para algumas espécies, a ocorrência de anemofilia foi descartada, sendo a entomofilia descrita como única síndrome de polinização (Ramos *et al.* 2005). Rosa e Scatena (2007) também sugerem esta síndrome para *A. polyanthus* devido à presença de nectários nas flores masculinas e femininas da espécie. A baixa produção de sementes em umbelas isoladas parece indicar a necessidade de agentes polinizadores em *A. polyanthus*, reforçando a hipótese de entomofilia proposta por estas autoras.

A pequena formação de sementes nas umbelas isoladas não descarta a possibilidade de ocorrência de geitogamia e/ou apomixia. A primeira aconteceria em baixa frequência devido à menor ocorrência de indivíduos funcionalmente hermafroditas (d'Eça-Neves e Castellani 1994), onde as fenofases masculinas e femininas se sobrepõem, favorecendo a auto-fecundação. A outra hipótese, de formação das sementes por apomixia, ou seja, sem que houvesse polinização, pode ter sido responsável pela formação das sementes em umbelas isoladas, considerando-se que foi descrita em baixa frequência para *Syngonanthus mucugensis* (Ramos *et al.* 2005). Estes autores também relatam a geitogamia para essa espécie, porém nos experimentos realizados onde era promovida a auto-fecundação, a frequência de produção de sementes foi muito similar à obtida por fecundação cruzada.

Apesar de serem raras e específicas as ocasiões em que formigas atuam como polinizadoras (Hickman 1974), pode-se destacar o comportamento de algumas espécies de formigas observadas neste trabalho que, ao visitarem as inflorescências, podem tocar as anteras das flores masculinas, provocando a transferência de pequena quantidade de pólen para seus corpos (Figura 10).

Assim, ao visitarem inflorescências femininas, poderiam realizar o transporte deste pólen de uma planta para outra. Contudo, não é possível chegar a nenhuma conclusão sem que estudos mais aprofundados sejam feitos. Consideramos também conveniente chamar atenção para a grande diversidade de insetos visitantes das inflorescências de *Actinocephalus polyanthus* observada durante os estudos de campo (vide Figura 9), alguns deles com maior probabilidade de atuar como reais polinizadores da espécie.



Figura 10: Formigas visitantes de *Actinocephalus polyanthus* com pólen aderido ao corpo, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

Considerações finais

No presente estudo, foi encontrado um total de 15 espécies de formigas visitando as inflorescências de *A. polyanthus*, sendo que todas ocorreram em inflorescências masculinas, mas somente nove delas ocorreram em inflorescências femininas. Não foi possível estabelecer uma relação entre o número de umbelas das plantas com a riqueza de formigas visitantes de suas inflorescências, assim como não foi encontrada relação entre a distância dos indivíduos de *A. polyanthus* com a presença de formigas visitantes em suas inflorescências. Já a presença de formigas visitando as inflorescências desta Eriocaulaceae parece aumentar quando é maior o contato da vegetação circundante com suas inflorescências, presença esta que parece não ser afetada por aranhas nas inflorescências das plantas.

Foi grande o número de espécies de formigas visitantes de inflorescências de *A. polyanthus* encontradas neste estudo quando comparado ao número de espécies de formigas encontradas em ambientes de restinga. Assim, podemos considerar que esta é uma planta com grande potencial para a associação com formigas e muito provavelmente também com outros grupos de insetos, associações estas que merecem maiores estudos em pesquisas futuras para que seja possível compreender quais outros recursos são oferecidos por esta planta e como estes são utilizados por outras espécies de animais.

REFERÊNCIAS

Arruda, V. L. V.; Castellani, T. T.; Lopes, B. C. 2003. Formigas em plantas de restinga: os estudos na Ilha de Santa Catarina. **Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia**, Florianópolis, p. 386-391.

Ayres, M.; Ayres, M. Jr.; Ayres, D. L.; Santos, A. A. S. 2003. BioEstat : Aplicações estatísticas na área das ciências bio-médicas, Versão 3.0.

Bonnet, A.; Lopes, B. C. 1993. Formigas de dunas e restingas na praia da Jooaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). **Biotemas**, 6 (1): 107-114.

Brower, J. E.; Zar, J. H.; Ende, C.N. 1998. **Field and Laboratory methods for general ecology**. Boston, WCB McGraw-Hill, 4 ed., 273p.

Brown, W. L. Jr. 1973. A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas. In: Meggers, B. J., E. S. Ayensu & W. D. Duckwort (eds.). **Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review**. Smithsonian Institute Press, Washington. p.161-185.

Castellani, T. T.; d'Eça-Neves, F. F. 2000. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus*: predispersal hazards and seed production. **Acta Botanica Brasilica**, 14(3): 317-326.

Castellani, T. T.; Scherer, K. Z.; Locatelli, L. M.; Lopes, B. C. 1995. The occurrence of *Junonia evarete* (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Acromyrmex striatus* (Hymenoptera: Formicidae) on *Paepalanthus polyanthus* (Euriocaulaceae). **Journal of the New York Entomological Society**, 103(3): 329-334.

Castellani, T. T.; Scherer, K. Z.; Paula, G. de S. 2001. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, 24(2): 123-134.

Castellani, T. T.; Vieira, S.; Scherer, K.Z. 1996. Contribuição ao conhecimento da distribuição espacial de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) em áreas de baixada úmida de dunas. **Acta Botanica Brasilica**, **10**(1): 25-36.

CECCA (Centro de Estudos Cultura e Cidadania) 1997. **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, Editora Insular, 158p.

Cereto, C. E. 2008. Formigas em restinga na região da Lagoa Pequena, Florianópolis, SC: levantamento taxonômico e aspectos ecológicos. Monografia de conclusão de curso de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 95p.

Colwell, R. K. 2006. EstimateS (Statistical estimates of species richness and shared species samples), version 7.5.2.

Corbeta, R. 1987. Levantamento taxonômico e ecológico da associação entre insetos e quatro espécies de plantas nas dunas da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. Monografia de conclusão de curso de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 29p.

Dansa, C. V. A 1989. Estratégia de forrageamento de *Pseudomyrmex gracilis* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae). Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas, Área de Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 131p.

d'Eça-Neves, F. F.; Castellani, T. T. 1994. 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**, **23**: 121-149.

Díaz-Castelazo, C.; Rico-Gray, V.; Oliveira, P. S.; Cuautle, M. 2004. Extrafloral nectary-mediated ant-plant interactions in the coastal vegetation of Veracruz, Mexico: Richness, occurrence, seasonality, and ant foraging patterns. **Écosciense**, **11**(4): 472-481.

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

Fowler, H. G.; Forti, L. C.; Brandão, C. R. F.; Delabie, J. H. C.; Vasconcelos, H. L. 1991. Ecologia nutricional de formigas. In: Panizzi, A. R. & J. R. P. Parra (eds.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Editora Manole Ltda. & CNPq, São Paulo. p.131-223.

Gómez, J. M. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. **Revista Chilena de História Natural**, **75**: 105-116.

Gómez, J. M.; Zamora, R. 1992. Pollination by ants: consequences of the quantitative effects on a mutualist system. **Oecologia**, **91**: 410-418.

Hickman, J. C. 1974. Pollination by ants: A low-energy system. **Science**, **184**: 1290-1292.

Hölldobler, B.; Wilson, E.O. 1990. **The ants**. Cambridge, Harvard University Press, 732p.

Krebs, C. J. 1989. **Ecological methodology**. New York, Harper & Row, 654p.

Labandeira, C. C. 1997. Permian pollen eating. **Science**, **277**: 1421-1423.

Longino, J. T. Ants of Costa Rica. Disponível em:

<<http://academic.evergreen.edu/projects/ants/AntsofCostaRica.html>>. Acesso em 15 de junho de 2009.

Longino, J. T.; Fernández, F. 2007. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. In: Snelling, R. R., B. L. Fisher & P. S. Ward (eds.). **Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions**. Memoirs of the American Entomological Institute, 80. American Entomological Institute, Gainesville. p.271-289.

Lopes, B. C. 2005. Recursos vegetais usados por *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **22**(2): 372-382.

Malerbo-Souza, D. T.; Toledo, V. A. A.; Pinto, A. S. 2008. **Ecologia da polinização**. Piracicaba, CP 2, 32p.

Moldenke, H. N.; Smith, L. B. 1976. Eriocauláceas. In: Reitz, R. (ed.) **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 94p.

Monteiro, R. F.; Macedo M. V. 1990. Perspectivas do Estudo de Ecologia de Insetos em Restingas. **Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo**. Águas de Lindóia, p. 403-410.

Morse, D. H. 1984. How crab spiders (Araneae, Thomisidae) hunt at flowers. **Journal of Arachnology**, **12**: 307-316.

Morse, D. H. 1986. Predatory risk to insects foraging at flowers. **Oikos**, **46**: 223-228.

Oliveira, P. S.; Sazima, I. 1985. Ant-hunting behaviour in spiders with emphasis on *Strophius nigricans* (Thomisidae). **Bulletin of the British Arachnological Society**, **6**(7): 309-312.

Palacio, E. E.; Fernández, F. 2003. Clave para las subfamilias y gêneros. In Fernández F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.233-260.

Ramos, C. O. C.; Borba, E. L.; Funch, L. S. 2005. Pollination in Brazilian *Syngonanthus* (Eriocaulaceae) species: evidence for entomophily instead of anemophily. **Annals of Botany**, **96**: 387-397.

Rico-Gray, V.; Oliveira, P. S. 2007. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. Chicago, The University of Chicago Press, 331p.

Rosa, M. M.; Scatena, V. L. 2007. Floral anatomy of Paepalanthoideae (Eriocaulaceae, Poales) and their nectariferous structures. **Annals of Botany**, **99**: 131-139.

Rudall, P. H.; Linder, P. J. 2005. Evolutionary history of Poales. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, **36**: 107-124.

Scherer, K. Z.; Castellani, T. T. 2004. Ecologia populacional de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: variação temporal da distribuição espacial. **Biotemas**, **17**(2): 27-45.

Silvestre, R., Brandão; C. R. F. Silva, R. R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In Fernández F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.113-148.

Vargas, A. B.; Mayhé-Nunes, A. J.; Queiroz, J. M.; Souza, G. O.; Ramos, E. F. 2007. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidades de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, **36**(1): 28-37.

Ward, P. S. 2003. Subfamilia Pseudomyrmecinae. In Fernández F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de

Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p. 331-333.

Wheeler, W.M. 1934. Neotropical ants collected by dr. Elizabeth Skwarra and others. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College**, 77:157-240.

Zar, J. H. 1999. **Bioestatical analysis**. New Jersey, Prentice-Hall, 663p.