

INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM AMBIENTES DE CANGA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS

Claudia M. Jacobi, Fabiana A. Mourão, Yasmine Antonini, Roberth Fagundes & Alice F. Kumagai

O que sabemos sobre as interações ecológicas em ambientes de canga?

Talvez devido à grande diversidade vegetal, e ao componente arbóreo pouco representativo, a maioria dos estudos sobre interações ecológicas em ambientes de canga centra-se nas relações entre plantas arbustivas e seus insetos visitantes. Entretanto, diferentemente do conhecimento atual sobre a diversidade florística, as interações ecológicas são ainda mal conhecidas em campos rupestres ferruginosos, como é o caso do Quadrilátero Ferrífero (QF). Esta lacuna constitui um grande problema devido à importância desse ecossistema como mantenedor de grande número de espécies endêmicas e frente à velocidade com que as cangas estão sendo destruídas pela crescente demanda por minério de ferro (Jacobi & Carmo 2008, 2011).

De modo geral, os estudos sobre interações ecológicas no QF são relativamente recentes e têm focalizado informações sobre a relação entre plantas e seus visitantes florais (e.g. Borba & Semir 2001, Antonini *et al.* 2005, Jacobi & Antonini 2008, Loyola *et al.* 2007), insetos herbívoros (de adultos e formas juvenis de vida livre, até minadores e galhadores) e também formigas que defendem as plantas contra estes herbívoros (e.g. Vincent *et al.* 2002, Lanza *et al.* 2005, Dáttilo *et al.* 2014).

Diferentemente dos levantamentos florísticos, com registros amplamente distribuídos nas principais serras do QF, trabalhos focalizando interações foram realizados principalmente no Parque Estadual da Serra do Rola Moça (PESRM) em Belo Horizonte, Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) em Mariana, Serra da Brígida em Ouro Preto, no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto, e em Barão de Cocais. Estes estudos foram desenvolvidos principalmente nos campos ferruginosos sobre canga, seja do tipo nodular (mais intemperizada) ou couraçada (predominância de afloramentos rochosos).

A compilação de resultados dos quase 40 estudos que contemplaram diferentes aspectos das interações ecológicas em cangas do QF foi sintetizada na forma de rede bipartida (Fig. 1). As linhas indicam o vínculo entre local de estudo e tipo de interação, e sua espessura, a quantidade relativa de estudos para esse par. O PESRM aparece como o principal local de estudos sobre interações no QF, por isso ele se encontra no topo do gráfico. Este parque é uma das raras Unidades de Conservação de Proteção Integral que atualmente tem como prioridade proteger os ecossistemas de campos ferruginosos. O mutualismo (principalmente polinização) e o parasitismo são as principais interações abordadas, mas apenas o mutualismo foi investigado em todos os locais.

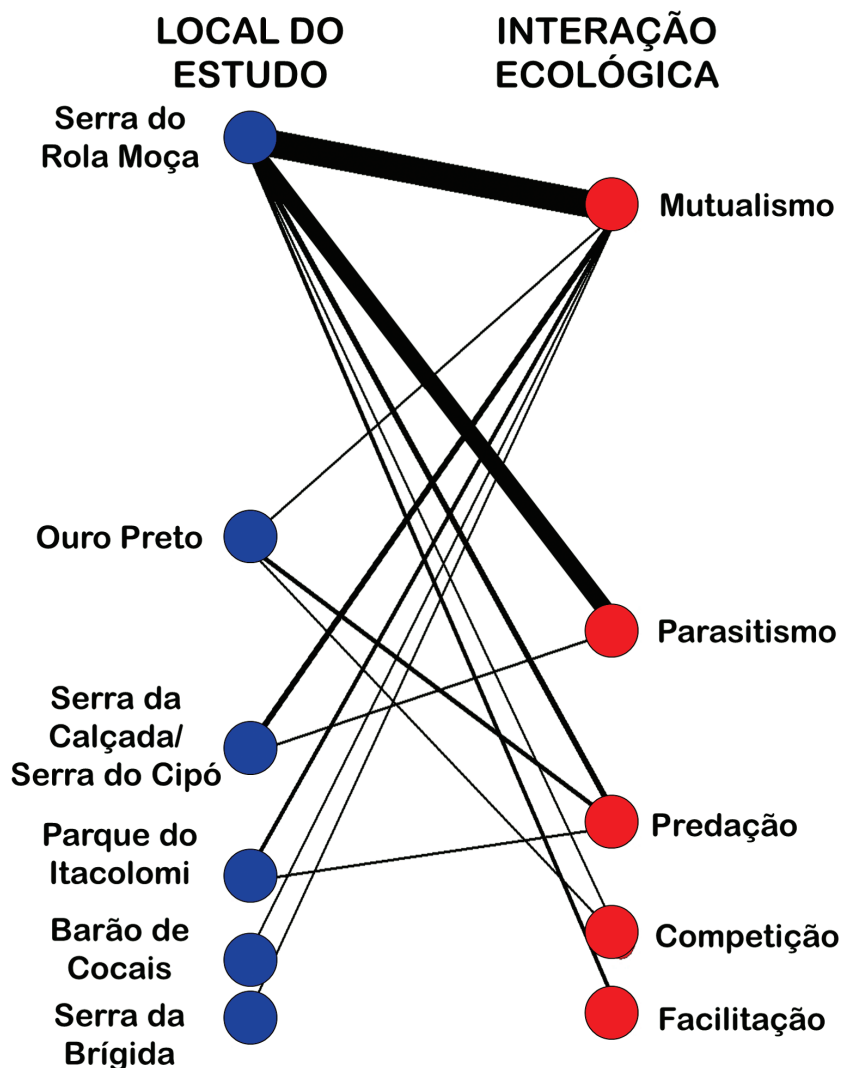


Figura 1 – Diagrama da distribuição dos estudos sobre interações ecológicas (círculos vermelhos) realizados em diferentes áreas de canga ferruginosa do Quadrilátero Ferrífero (círculos azuis). As linhas indicam o vínculo entre a área estudada e o tipo de interação, enquanto que a espessura da linha indica a quantidade relativa de estudos feitos em cada área.

Algumas espécies de plantas são particularmente importantes nos campos rupestres sobre canga por representarem componentes integradores da rede de interações tróficas, ou seja, interagem com diversas espécies de muitos níveis tróficos. Entre essas plantas destaca-se o arbusto *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae). Pela abundância de indivíduos e flores, e pela florada prolongada (Jacobi & Antonini 2003), é uma importante fonte de recursos para beija-flores e insetos nectarívoros (Antonini & Jacobi 1999, Jacobi & Antonini 2000), mas suas folhas e inflorescências também são alvo de diversos insetos herbívoros (Diniz 2003). De fato, analisando os diversos estudos publicados sobre *S. glabra*, verificamos que mais de 100 espécies animais dependem em

maior ou menor grau dessa planta. Essas espécies usam a planta diretamente (como herbívoros e mutualistas) ou indiretamente (como predadores). Outra planta bastante estudada (e.g. Mourão *et al.* 2006, 2009) é a hemiparasita *Struthanthus flexicaulis* (Loranthaceae), considerada uma parasita generalista, pois ataca muitas espécies de plantas nos campos ferruginosos. Por depender de aves que comem seus frutos para dispersar suas sementes, plantas desta família são conhecidas como ervas-de-passarinho. Na Figura 2, observa-se que a maioria dos estudos das interações (círculos vermelhos) concentrou-se somente nestas duas plantas (círculos verdes). O mutualismo, representado basicamente pela relação planta-polinizador, foi a interação pesquisada mais frequentemente no resto das plantas.

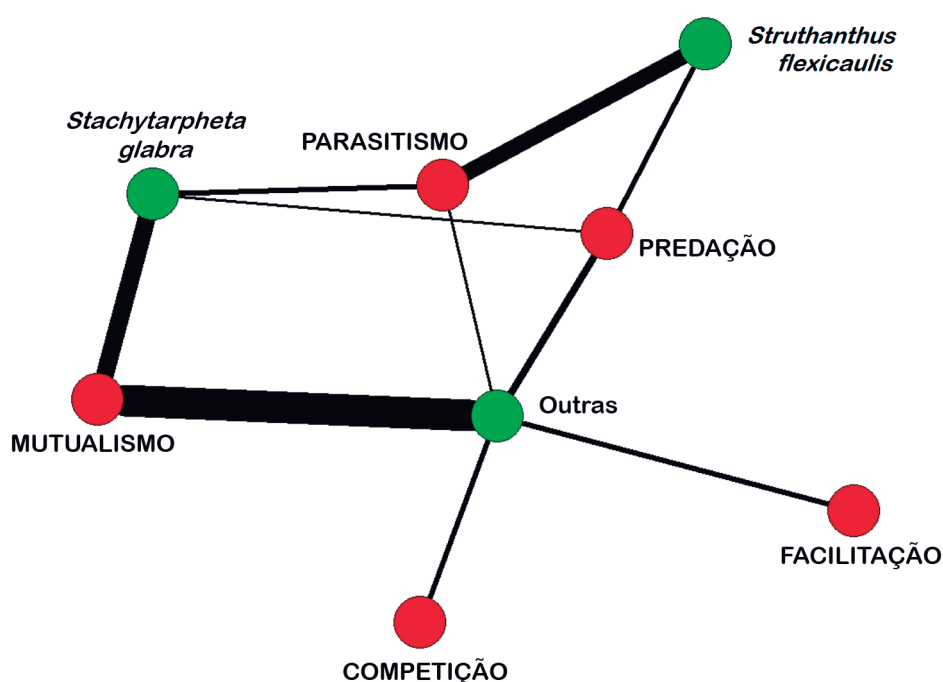


Figura 2 – Diagrama comparativo da quantidade de estudos sobre os principais tipos de interações ecológicas (círculos verdes) entre as duas espécies de planta comumente estudadas: *Stachytarpheta glabra* e *Struthanthus flexicaulis*. As linhas indicam o vínculo entre as espécies e o tipo de interação estudada, e sua espessura, a quantidade relativa de estudos publicados.

As flores de *Stachytarpheta glabra* são visitadas por beija-flores, mais de 50 espécies de abelhas, mariposas diurnas e diversas espécies de borboletas, principalmente Hesperíidae (e.g. *Conga urqua*, *Nyctelius nyctelius*, *Urbanus dorantes*). A lista de polinizadores, no entanto, é bem menor. Ela é polinizada principalmente por duas espécies de beija-flor (*Colibri serrirrostris* e *Chlorostilbon lucidus*), a mariposa-colibri *Aellopus titan* (Sphingidae) e provavelmente por abelhas de língua longa da tribo Euglossina. A fauna de abelhas e lepidópteros que visitam flores de *S. glabra* e o seu comportamento foram estudados de forma muito semelhante por Jacobi & Antonini (2000) no PESRM e por Antonini *et al.* (2005) no Campus da UFOP, em Ouro Preto. Embora

ambos os estudos tenham sido desenvolvidos no mesmo ecossistema de canga, a fauna de visitantes florais mostrou-se bastante distinta, e poucas espécies de borboletas e abelhas foram comuns a ambos os locais (Fig. 3). Estes resultados corroboram que as cangas do QF, além de abrigarem uma variedade de microambientes (Jacobi *et al.* 2007), são regionalmente distintas não somente na sua composição florística. A grande quantidade de montanhas em Minas Gerais cria muitas barreiras de dispersão para a fauna, tornando única cada mancha de vegetação na paisagem.

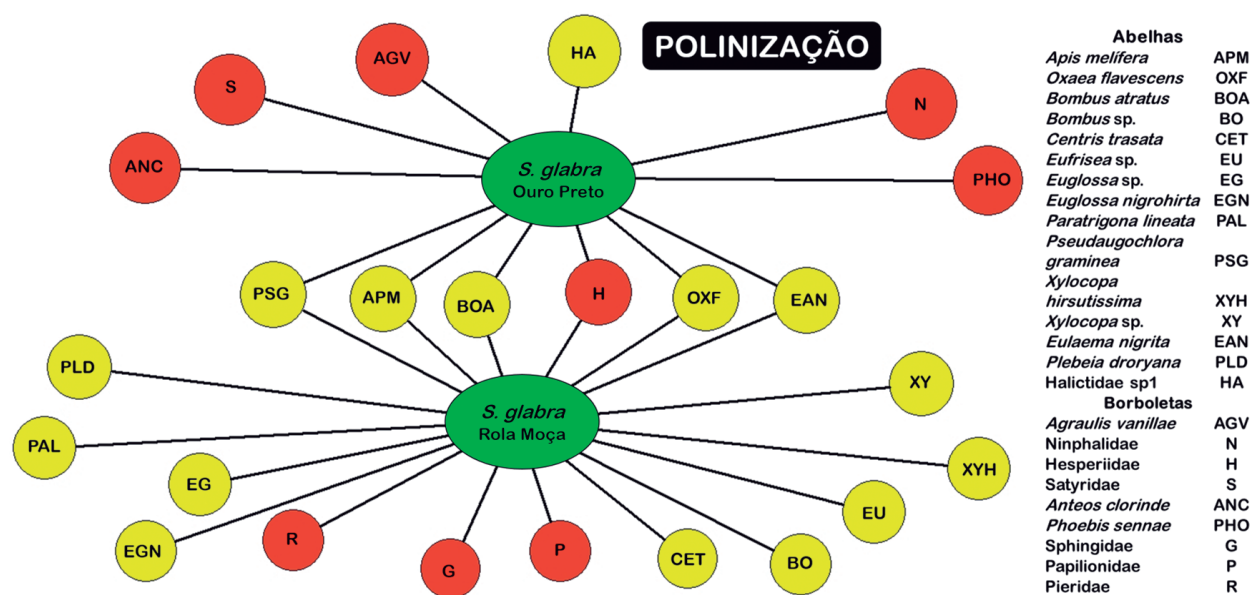


Figura 3 – Comparação entre interações de polinização (linhas) em áreas de canga ferruginosa em Ouro Preto e na Serra do Rola Moça. Estão representadas as abelhas (círculos amarelos) e borboletas (círculos laranja) que polinizam a planta *Stachytarpheta glabra* (círculos verdes). Note, ao centro, as espécies polinizadoras observadas em ambas as populações, e na periferia, as espécies exclusivamente observadas em cada área.

Outra interação mutualística estudada para o sistema baseado em *S. glabra* foi a associação entre esta espécie e formigas. A planta possui a superfície de suas folhas cobertas de nectários extraflorais (Fig. 4). Diferentemente dos nectários florais que atraem polinizadores, esses nectários produzem néctar para atrair formigas. As formigas fornecem proteção à planta contra seus herbívoros, reduzindo a área foliar perdida e permitindo a produção de mais flores, frutos e sementes. Pimentel *et al.* (2012) mostraram que essa interação intensifica-se quando os herbívoros são mais frequentes. Existem pelo menos 15 espécies de formigas que coletam néctar extrafloral de *S. glabra*, e diferentes espécies estão em atividade nos períodos diurno e noturno (Dáttilo *et al.* 2014). Vale citar que as constantes perturbações antrópicas de ambientes de canga em Ouro Preto estão reduzindo o número de formigas defensoras, o que parece ter aumentado a taxa de herbivoria sofrida pela planta (Barbosa *et al.* 2015).

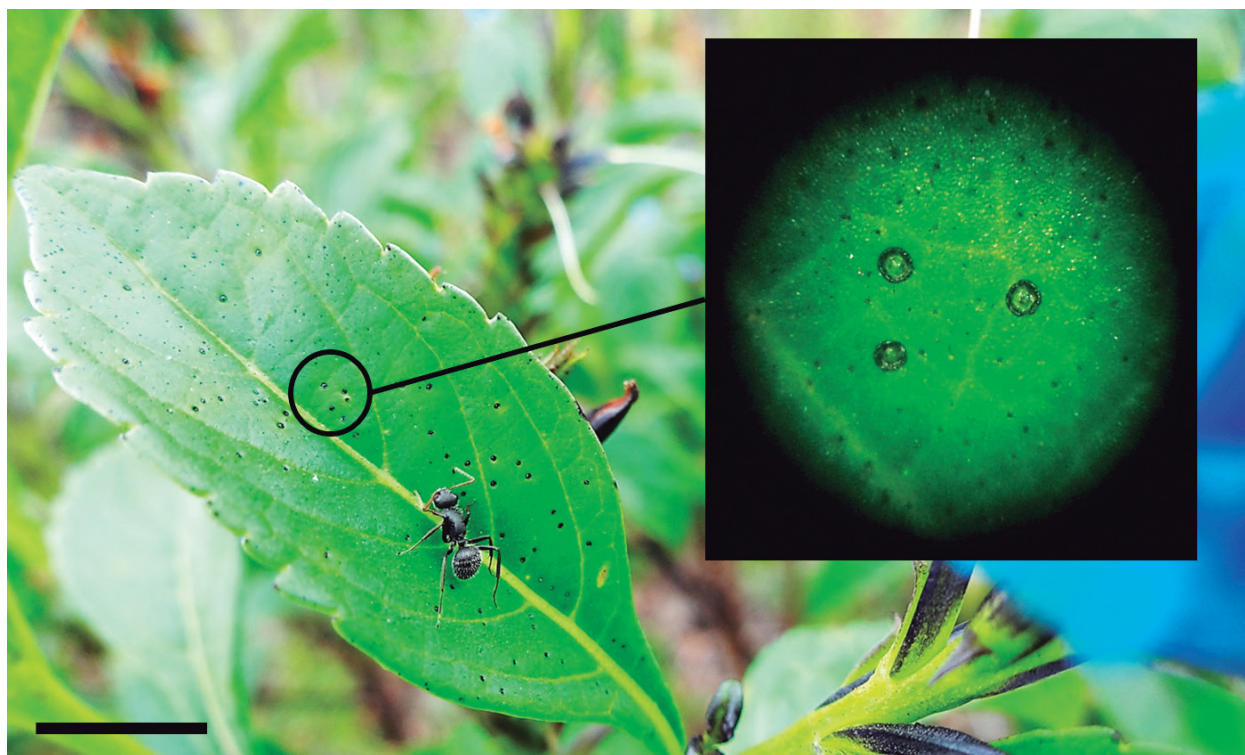


Figura 4 – Exemplo de relação de mutualismo entre a formiga *Camponotus crassus* e a planta portadora de nectários extraflorais (em detalhe à direita) *Stachytarpheta glabra*. A formiga coleta néctar enquanto protege a planta do ataque de insetos herbívoros. Barra de escala: 1cm. Foto: R. Fagundes.

Mutualismos

Dentro das relações mutualísticas, o conhecimento do sistema planta-polinizador é chave para traçar estratégias de manejo de espécies que estão ameaçadas ou vulneráveis, promovendo sua reprodução. Essas informações também podem ser importantes quando do emprego de plantas na recuperação de áreas degradadas, pois algumas espécies exigem polinizadores mais especializados, incompatíveis com ambientes muito degradados. A lista de estudos de polinização em campos ferruginosos do QF é pequena, existindo uma enorme lacuna a respeito da biologia reprodutiva da maioria delas. Das espécies que foram alvo deste tipo de estudo, podemos destacar *Stachytarpheta glabra*, polinizada principalmente por beija-flores e abelhas (ver abaixo). A canela-de-ema *Vellozia compacta* é polinizada por abelhas (Fleury & Jacobi 2005). Orquídeas dos gêneros *Acianthera*, *Bulbophyllum* e *Octomeria* são polinizadas por moscas diminutas, das famílias Chloropidae e Phoridae (Borba & Semir 1998, 1999, 2001, Barbosa *et al.* 2009). *Vriesea minarum* aparenta ser polinizada por beija-flores e morcegos (Lavor *et al.* 2014).

Outros estudos abelha-planta objetivaram conhecer as espécies que oferecem recursos florais (pólen e néctar) para assembleias de abelhas. Foi verificada uma alta riqueza de abelhas, sociais e solitárias, que dependem de uma grande quantidade de plantas (Martins *et al.* 2012, Santos 2013), embora nem todos os esses visitantes possam ser polinizadores (Fig. 5).



Figura 5 – Exemplos de visitantes florais. A) *Apis mellifera* em *Vellozia compacta*; B) *Megaselia* sp., polinizador de *Acianthera teres* (barra de escala = 2mm); C) *Bombus atratus*, pilhador de *Stachytarpheta glabra*; D) hesperídeo em *Vellozia compacta*. Fotos: A-C-D: C.M. Jacobi; B: E.L. Borba.

Um interessante mutualismo é o que ocorre entre formigas e o hemíptero *Calloconophora pugionata* (Fagundes *et al.* 2012, 2013). Esses herbívoros se alimentam da planta *Myrcia obovata* (Myrtaceae), uma árvore comum nas cangas ferruginosas do PEIT. *C. pugionata* vive em agregações de adultos, ninfas e ovos junto aos meristemas apicais da planta hospedeira, sugando a seiva diretamente dos tecidos condutores (Fig. 6A). A seiva é excretada pelo hemíptero como um exsudato (em inglês ‘*honeydew*’) composto de seiva, excrementos e secreções fisiológicas. Esse exsudato é riquíssimo em nutrientes e energia, e muito utilizado pelas formigas como alimento. Para coletar o *honeydew*, as formigas realizam intenso patrulhamento em torno dos hemípteros, com o benefício para estes de ficarem protegidos contra seus inimigos naturais, como vespas parasitoides e aranhas predadoras. Hemípteros protegidos por formigas vivem por mais tempo, e se reproduzem mais do que hemípteros carentes de proteção (Fig. 6B; Fagundes *et al.* 2013).

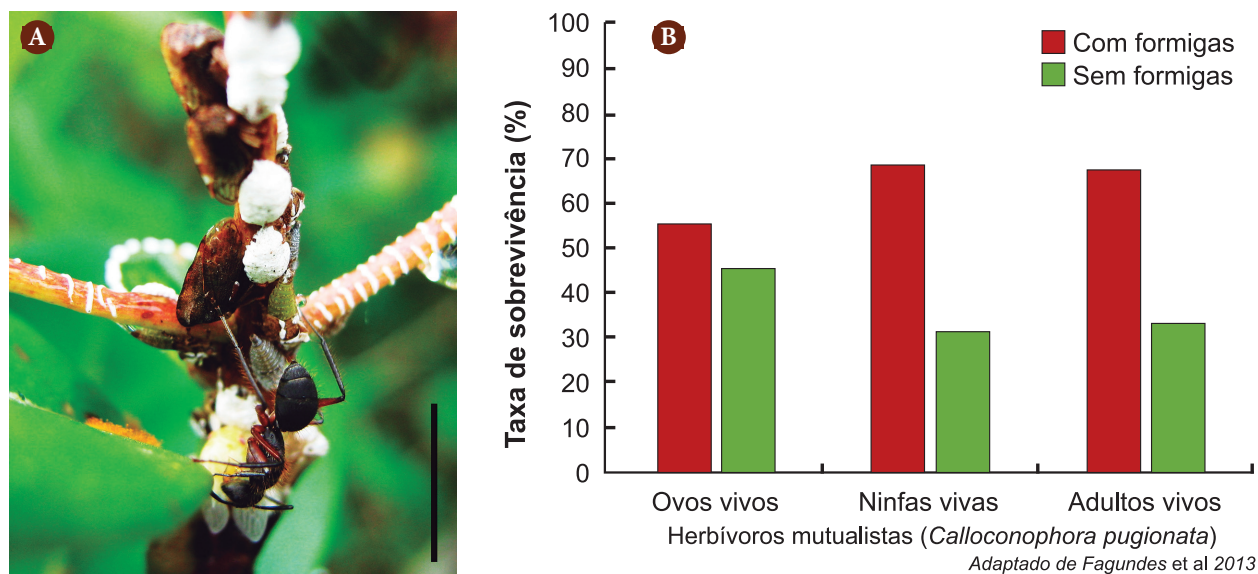


Figura 6 – Mutualismo entre a formiga *Camponotus rufipes* (Formicidae) e o herbívoro sugador de seiva *Calloconophora pugionata* (Hemiptera: Membracidae), associados à planta *Myrcia obovata* (Myrtaceae) em área de canga ferruginosa do Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/Brasil). (A) A formiga *C. rufipes* coleta gotas de secreção açucarada liberada pelo inseto. A formiga protege o herbívoro de seus inimigos naturais, como aranhas predadoras e vespas parasitas. Barra de escala: 1cm. (Foto: Roberth Fagundes 2008); (B) Efeito positivo da presença da formiga mutualista para a sobrevivência de diferentes estágios da vida do hemíptero (Adaptado de Fagundes R. 2013).

Outra espécie de planta que parece se beneficiar da associação com formigas é a leguminosa *Lupinus arenarius*, na qual formigas *Camponotus* sp. removem operárias de cupins colocados experimentalmente (Aoki *et al.* 2007).

Pesquisas sobre dispersão de sementes, um importante mutualismo dispersivo, são incipientes. O trabalho mais completo, de Santos *et al.* (2014), focalizou o papel da frugivoria na dispersão de sementes de *Miconia pepericarpa* (Melastomataceae), que é realizada por 10 espécies de aves.

Parasitismo

O parasitismo foi o segundo tipo de interação mais abordada nos estudos, focalizando o comportamento de plantas parasitas. Estas podem ser generalistas, parasitando um grande número de plantas hospedeiras, ou especialistas, restringindo-se a apenas uma ou poucas espécies (Norton & Carpenter, 1998; Penning & Callaway, 2002). Mesmo que algumas tenham a capacidade de realizar fotossíntese, são incapazes de obter água e sais minerais por meios próprios. Essas plantas prejudicam outras plantas, pois podem reduzir a biomassa e alterar a alocação de recursos de suas hospedeiras.

Apesar deste efeito negativo, as parasitas podem ter relações mutualísticas com determinadas espécies, quando são utilizadas como fonte de recursos por uma variedade de organismos,

entre eles polinizadores e dispersores (Aukema, 2003). Como as aves são as principais dispersoras de suas sementes, as plantas parasitas se tornaram vulgarmente conhecidas como ervas-de-passarinho.

Duas plantas parasitas da família Loranthaceae foram estudadas com detalhes na comunidade vegetal no PESRM. Uma delas é *Struthanthus flexicaulis*, uma espécie generalista que infecta mais de 40 hospedeiras nos campos ferruginosos (Mourão *et al.* 2006) (Fig. 7A). Esta baixa especificidade é uma estratégia conveniente em *habitats* altamente heterogêneos. É possível que esta espécie seja capaz de procurar por hospedeiras ativamente, pois, após a formação de raízes especializadas, os haustórios, seus ramos parecem receber estímulos que modificam o direcionamento de suas trajetórias, provavelmente visando à captura de recursos (Mourão 2012). A outra, *Tripodanthus acutifolius*, pode ser considerada especialista, pois parasita menos de dez espécies, todas lenhosas (Fig. 7B). Ambas retiram água e sais minerais de suas hospedeiras através de haustórios. Entretanto, *S. flexicaulis* possui raízes aéreas do tipo epicortical e seus haustórios são formados somente nos caules das hospedeiras. Já *T. acutifolius* cria conexões haustoriais com o caule e raiz (Der & Nickrent 2008). O haustório primário é formado logo após a germinação na parte aérea da hospedeira, e a plântula estende suas raízes ao longo do caule da hospedeira, atingindo a sua raiz.

A hospedeira mais parasitada por ambas é *Mimosa calodendron* (Fabaceae), uma leguminosa abundante no local de estudo. Indivíduos de *M. calodendron* não parasitados parecem quase insensíveis à combinação de condições ambientais extremas observadas localmente. A mortalidade é baixa e em geral está associada ao tombamento das plantas pelo vento, quando grande parte de suas raízes perde aderência. Suas copas apresentam baixa caducifolia mesmo no auge da estação seca, sendo normalmente frondosas e carregadas de flores e frutos durante a estação chuvosa. Entretanto, quando parasitadas, mostram sinais nítidos de estresse, percebido pela queda de folhas que se acentua ao longo do tempo, culminando com a morte da planta (Fig. 8).

A cobertura foliar e o número de frutos produzidos por indivíduos de *M. calodendron* infectados são bem menores que em não parasitados. Entretanto, o parasitismo não parece afetar a taxa de germinação (Loureiro *et al.* 2010). Uma consequência destes efeitos negativos é a diminuição do número de *M. calodendron* ao longo do tempo (Mourão *et al.* 2009).

Interações indiretas e negativas também foram observadas em hospedeiras parasitadas. Sementes de *M. calodendron* foram predadas por larvas de besouros da família Curculionidae (Batista *et al.* 2007). Estes insetos são considerados importantes pragas agrícolas e florestais e foram responsáveis por perdas adicionais das sementes de *M. calodendron*. A maior taxa de ataque por larvas desses besouros em mimosas parasitadas sugere a redução no investimento em defesas, tornando os frutos e sementes mais suscetíveis.

Também foi observado comensalismo entre *S. flexicaulis* e a formiga *Camponotus crassus*. Esta formiga retira o visco das sementes depositadas pelas aves nos troncos das hospedeiras (Pinheiro *et al.* no prelo). A Figura 9 ilustra a complexa rede de interações entre a parasita e outros organismos dos campos rupestres.



Figura 7 – Plantas parasitas. Coluna A) *Struthanthus flexicaulis*: botões, flores e frutos (Fotos: F.A. Mourão); Coluna B) *Tripodanthus acutifolius*: botões, flores e frutos (Fotos: C.M. Jacobi).

Os efeitos de plantas parasitas nas suas hospedeiras podem ser menos evidentes do que a redução do número de estruturas reprodutivas. Um destes efeitos é o aumento na taxa de assimetria flutuante. A assimetria flutuante (AF) é tida como uma manifestação de estresse durante o desenvolvimento de caracteres bilaterais, por exemplo a formação de folhas, onde os dois lados têm medidas ou formas diferentes. Cuevas-Reyes *et al.* (2011) investigaram a diferença de padrões de AF em folhas de arbustos (*S. glabra*, *L. pinaster* e *M. calodendron*) parasitados e não



Figura 8 – Indivíduos de *Mimosa calodendron*: a) não parasitado, b) parasitado, c) morto pela ação da erva-de-passarinho. Fotos: F.A. Mourão.

parasitados por *S. flexicaulis* em cangas da Serra do Rola Moça. Comprovaram que a taxa de AF foi maior no grupo parasitados, nas três espécies, e que dentro de cada espécie existe uma relação entre essa taxa e a intensidade da infestação. Os autores argumentam que, comparativamente a parasitas mais especializados, relações generalistas causam menos dano à planta hospedeira (Fig. 10).

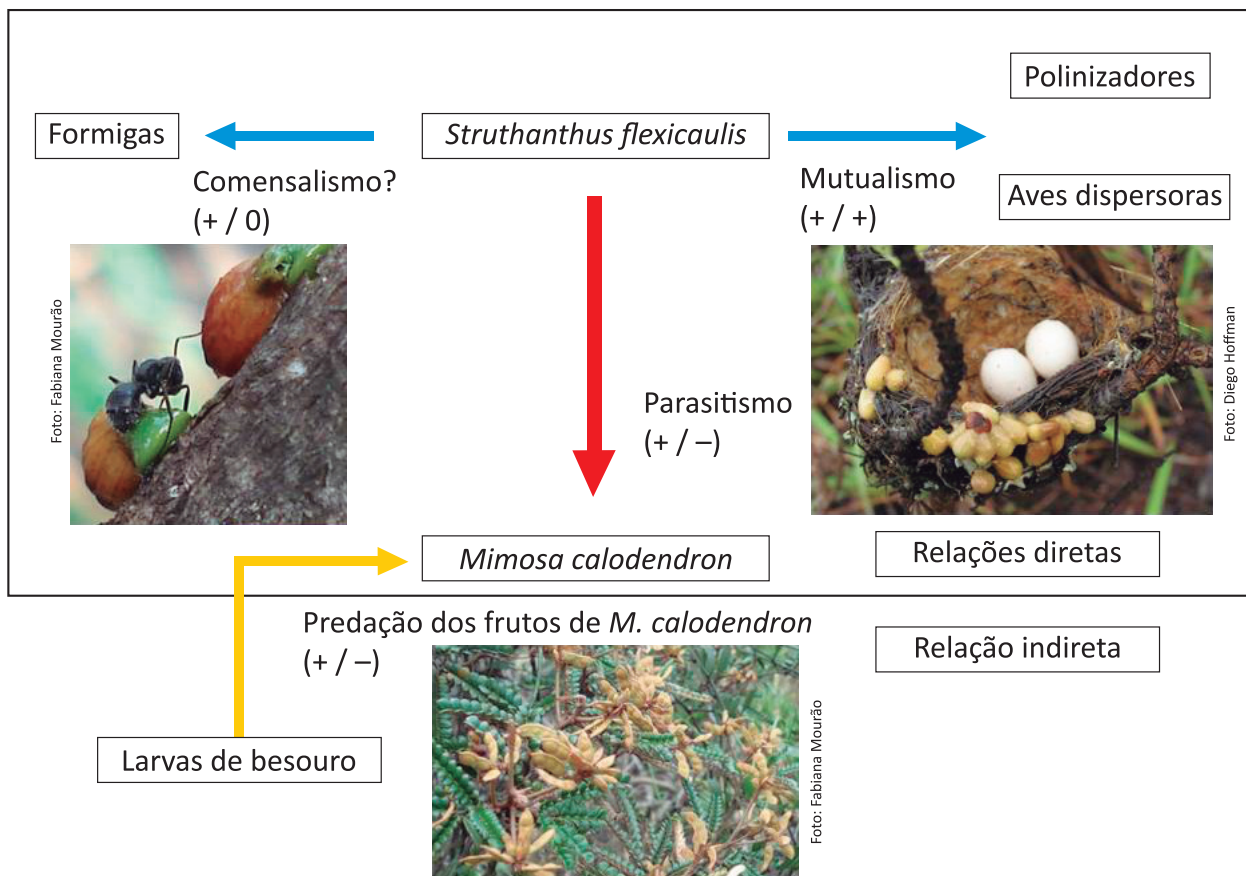


Figura 9 – Interações ecológicas mantidas pela atuação de *Struthanthus flexicaulis*.

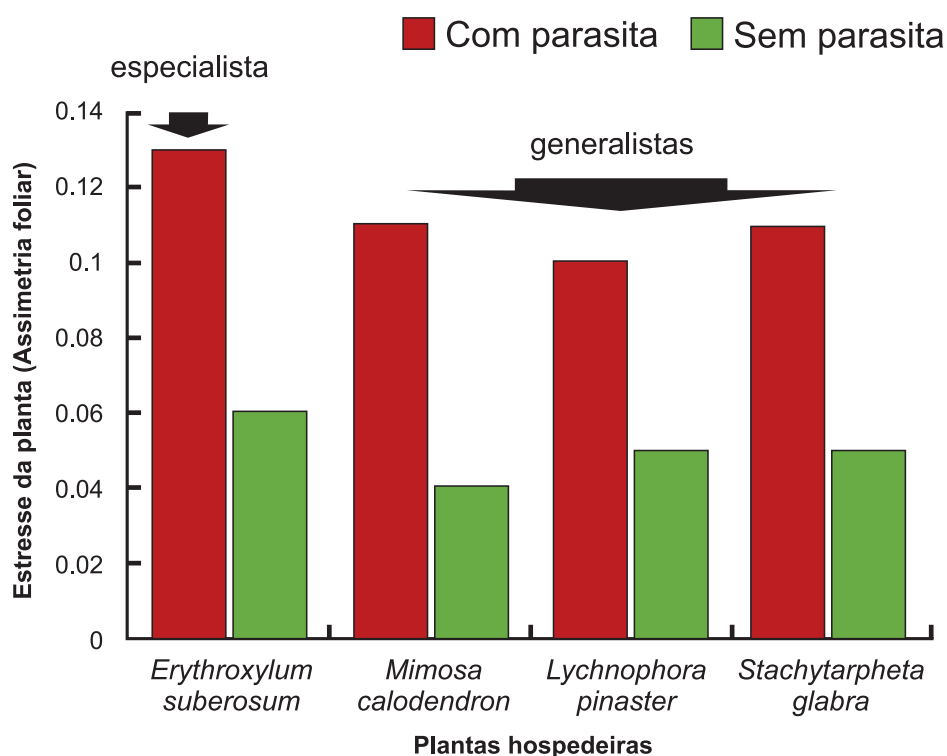


Figura 10 – Efeito negativo de plantas parasitas (ervas-de-passarinho) sobre quatro espécies de plantas hospedeiras em canga ferruginosa da Serra do Cipó e Serra do Rola Moça. Note que a parasita *Phoradendron amplexicaule*, que parasita uma só espécie de planta, causa maior estresse à planta hospedeira do que *Struthanthus flexicaulis*, que têm várias espécies de plantas parasitadas. Figura adaptada de Cuevas-Reyes et al. 2011.

Outras interações negativas

Não existem muitas pesquisas sistemáticas sobre danos causados às plantas de canga. O estudo mais completo é de Drummond *et al.* (2002), que realizaram um levantamento dos insetos herbívoros de *S. glabra* ao longo de um ano. Os herbívoros causam danos de diferentes proporções às plantas, e sua predominância numérica varia ao longo dos meses, diminuindo na estação seca, junto com a redução de biomassa vegetal. Entre as formas adultas, predominaram gafanhotos (Acrididae) e esperanças (Tettigoniidae), mas os maiores danos a esta planta foram causados por formas jovens, principalmente de Lepidoptera. Lagartas de grande porte, como as das mariposas olho-de-pavão (*Automeris memusae*) e o bicho-da-seda brasileiro (*Rothschildia jacobaeae*), ambas da família Saturniidae, são conhecidas pela sua voracidade, destituindo os indivíduos atacados de grande parte da sua folhagem (Fig. 11), afetando sua capacidade fotossintética e a produção de flores e frutos. Essas larvas costumam ser parasitadas pelo microhimenóptero *Conura* sp. (Chalcididae).

Danos menos expressivos foram causados por larvas de outros lepidópteros, das famílias Arctiidae e Lycaenidae (Fig. 12), além de microlepidópteros, que atacam preferencialmente as inflorescências, onde ficam camuflados.

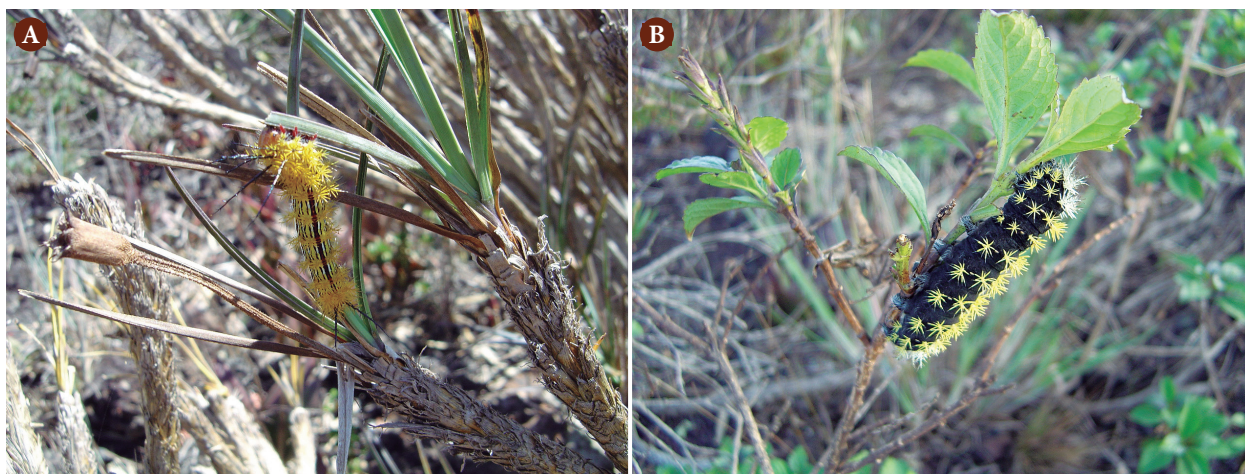


Figura 11 – Larvas de mariposas (A) Saturniidae sp. em *Vellozia compacta* e (B) *Rothschildia jacobaeae* em *Stachytarpheta glabra*. Fotos: C.M. Jacobi.

Outro grupo muito comum de herbívoros imaturos é o dos endófagos, representados por minadores de folhas e por galhadores de inflorescências (Fig. 13). Galhadores foram raros na população de *S. glabra* se comparados com os minadores. Estes últimos são assim chamados, pois as larvas, milimétricas, eclodem no mesófilo das folhas e vão-se alimentando deste, cavando caminhos (ou túneis) intrincados dentro da folha à medida que se desenvolvem, até o estágio de pupa. Os túneis são facilmente localizados por fêmeas de vespas parasitas, que introduzem um ovo na larva da mosca minadora, passando a se alimentar desta até provocar sua morte e completar seu desenvolvimento dentro da folha. Nesta planta em particular, dois tipos de minas podem ser encontrados nas folhas: os túneis e as bolsas. Estas últimas são causadas por larvas de microlepidópteros e são pouco frequentes se comparadas com os túneis.

Os principais minadores de túnel são larvas de moscas da família Agromyzidae (Diniz *et al.* 2003). Um estudo dos seus parasitoides em áreas de canga do PESRM, ao longo de três anos (Lanza *et al.* 2002, 2003, 2005), mostrou que as moscas minadoras são parasitadas por seis espécies



Figura 12 – Lycaenidae: larva, pupa e adulto. Fotos: C.M. Jacobi.

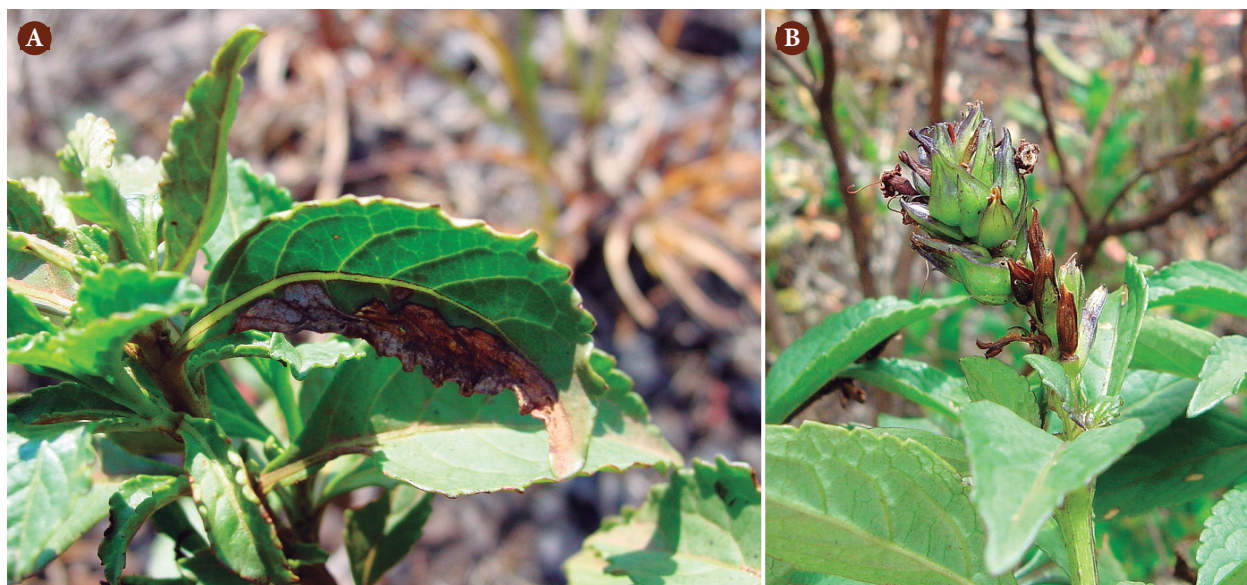


Figura 13 – Endófagos de *Stachytarpheta glabra*. A) Mina foliar do tipo bolsa (microlepidóptero); B) galha na inflorescência, provavelmente de mosca Cecidomyiidae. Fotos: C.M. Jacobi.

diferentes de micro-himenópteros (Chalcidoidea): duas da família Pteromalidae e quatro de Eulophidae, que foi a família mais abundante, representada principalmente pelos gêneros *Proacrias* sp., *Baryscapus* sp. e *Diglyphus* sp. (Fig. 14).

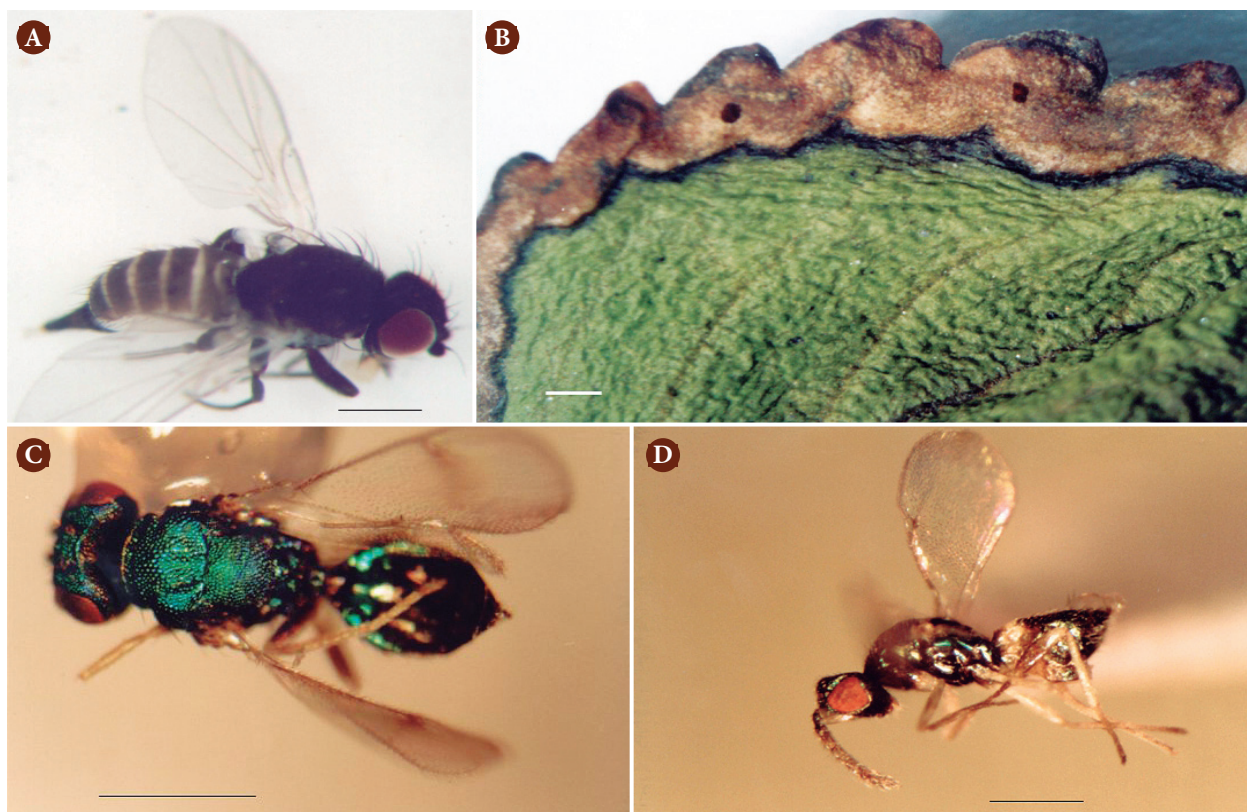


Figura 14 – Mosca-minadora (Agromyzidae) e parasitoides. A) mosca adulta, B) mina parasitada, C) *Proacrias* sp., D) *Baryscapus* sp. Barra de escala: 1 mm. Fotos: R.A. Lanza.

Além das pesquisas com *S. glabra*, Beirão *et al.* (2005) compararam os florívoros desta planta com a asterácea *Lychnophora pinaster*. Os Orthoptera foram pouco abundantes em ambas as espécies. Os danos causados por coleópteros, principalmente Chrysomelidae, e por Hemiptera também foram pouco significativos. Carmo & Jacobi (2005) investigaram as perdas em sementes e plântulas de duas populações de *Lupinus laevigatus*, uma leguminosa ameaçada, endêmica do QF. Os principais danos pós-dispersão foram causados por formigas-cortadeiras (*Acromyrmex* sp.), seguido de curculionídeos e microlepidópteros.

Considerações finais

A riqueza de interações em campos rupestres sobre canga é mal conhecida, e as pesquisas concentram-se na porção sul do QF. Este quadro é preocupante diante da necessidade de aprofundar o entendimento de interações como a polinização e dispersão de sementes, considerando seu papel na manutenção da variabilidade genética e de populações viáveis, mas também em programas de restauração da paisagem. Nas comunidades sobre canga, os atores mais importantes nestas funções são os insetos como polinizadores e, em menor grau, as aves como dispersoras de sementes. Vertebrados de grande porte, provavelmente pela localização elevada das cangas e a escassa representatividade do componente arbóreo, parecem ser protagonistas menores, com algumas exceções. Entretanto, ainda é cedo para afirmar isto. Somente um punhado de espécies de plantas tem sido pesquisado exaustivamente, e em cada caso a rede de interações desvendada foi muito complexa.

Agradecimentos

Somos gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de diversos auxílios financeiros para nossas pesquisas. CMJ e YA são bolsistas de produtividade do CNPq. Agradecemos ao Instituto Estadual de Florestas (IEF/MG) e especialmente aos funcionários do Parque Estadual da Serra do Rola Moça pelo apoio logístico.

Referências

- Antonini, Y. & Jacobi, C.M. 1999. Utilização de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae) por herbívoros e nectarívoros em uma região de canga, MG. In: 50º Congresso Nacional de Botânica. Blumenau-SC. *Anais do 50º Congresso Nacional de Botânica*.
- Antonini, Y.; Souza, H.G.; Jacobi, C.M. & Mury, F.B. 2005. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology* 34: 555-564.
- Aoki, A.; Carmo, F.F.; Mendes de Sá, C. E. & Jacobi, C. M. 2007. Defesa de indivíduos de *Lupinus arenarius* Gardner (Fabaceae) por formigas (*Camponotus* sp.) em campos rupestres, Minas Gerais, Brasil. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu. *Anais* v. 1.
- Arruda, R.; Lunardelli, C.; Kitagawa, C.; Caires, C.S.; Teodoro, G.S. & Mourão, F.A. 2013. Two mistletoes are too many? Interspecific occurrence of mistletoes on the same host tree. *Acta Botanica Brasílica* 27: 226-230.
- Aukema, J. E. 2003. Vectors, viscin and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. *Frontiers in Ecology and Environment* 1: 212-219.
- Azevedo, C.O. & Santos, H.S. 2000. Perfil da fauna de himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) em uma área da Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 11/12: 117-126.
- Barbosa, A. R.; Melo, M.C. & Borba, E.L. 2009. Self-incompatibility and myophily in *Octomeria* (Orchidaceae, Pleurothallidinae) species. *Plant Systematics and Evolution*, v. 283, p. 1-8.
- Barbosa, B.C.; Fagundes, R; Silva, L.F.; Tofoli, J.F.V.; Santos, A.M.; Imai, B.P.; Gomes, G.G.; Hermiforff, M.M. & Ribeiro, S.P. 2015. Evidences that human disturbance simplify the fauna and their ecological functions compromising the benefits of ant-plant mutualisms. *Brazilian Journal of Biology* (online) (no prelo).
- Batista, E.K.L.; Mourão, F.A.; Jacobi, C.M. & Figueira, J.E.C. 2007. *Mimosa calodendron* (Leguminosae): Influência do parasitismo por *Struthanthus flexicaulis* (Loranthaceae) na produção e predação de suas sementes. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu, MG.
- Beirão, M.V.; Pacheco, B.G. & Jacobi, C.M. 2005. Pre-dispersal reproductive losses in *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) and *Lychnophora ericoides* (Asteraceae) in altitudinal metaliferous fields, Minas Gerais, SE Brazil. In: *Frontiers in Tropical Biology and Conservation - ATBC 2005*, 2005, Uberlândia. *Abstracts*. v. 1. p. 148-148.
- Borba, E.L. & Semir, J. 2001. Pollinator specificity and convergence in fly-pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species: a multiple population approach. *Annals of Botany*, Grã-Bretanha, v. 88, n.1, p. 75-88.
- Borba, E.L. & Semir, J. 1999. Temporal variation in pollinarium size after its removal in species of *Bulbophyllum*: a different mechanism preventing self-pollination in Orchidaceae. *Plant Systematics and Evolution*, Alemanha, v. 217, p. 197-204.

Borba, E.L. & Semir, J. 1998. Wind-assisted fly pollination in three *Bulbophyllum* (Orchidaceae) species occurring in the Brazilian campos rupestres. *Lindleyana*, Estados Unidos, v. 13, n.3, p. 203-218.

Calder, M. & Bernardt, P. (eds.). 1983. The biology of mistletoes. Academic Press, Sydney, 333 pp.

Carmo, F.F. & Jacobi, C.M. 2005. Perdas pré e pós-dispersão de sementes de *Lupinus laevigatus* (Fabaceae), espécie ameaçada em campos ferruginosos de altitude, MG. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil.

Cuevas-Reyes, P.; Fernandes, G.W.; González-Rodríguez, A. & Pimenta, M. 2011. Effects of generalist and specialist parasitic plants (Loranthaceae) on the fluctuating asymmetry patterns of rupestrian host plants. *Basic and Applied Ecology* 12: 449-455.

Dáttilo, W.; Fagundes, R.; Gurka, C.A.; Silva, M.S.; Vieira, M.C.; Izzo, T.J. & Rico-Gray, V. 2014. Individual-based ant-plant networks: diurnal-nocturnal structure and species-area relationship. *PLoS One*, 9(6), e99838. doi:10.1371/journal.pone.0099838.

Der, J.P. & Nickrent, D.L. 2008. A molecular phylogeny of Santalaceae (Santalales). *Systematic Botany* 33:107-116.

Diniz, I.M.; Jacobi, C.M.; Antonini, Y.; Lanza, R.A. & Cardinali, B.F. 2003. Minadores de *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) em campos ferruginosos de altitude, Minas Gerais. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza. *Anais de Trabalhos Completos* 3: 536-537.

Fagundes, R.; Del-Claro, K. & Ribeiro, S. P. 2012. Effects of the trophobiont herbivore *Calloconophora pugionata* (Hemiptera) on ant fauna associated with *Myrcia obovata* (Myrtaceae) in a montane tropical forest. *Psyche*, vol. 2012, Article ID 783945, 8 pages, 2012. doi:10.1155/2012/783945

Fagundes, R.; Ribeiro, S. P. & Del-Claro, K. 2013. Tending-ants increase survivorship and reproductive success of *Calloconophora pugionata* Drietch (Hemiptera, Membracidae), a trophobiont herbivore of *Myrcia obovata* O. Berg (Myrtales, Myrtaceae). *Sociobiology* 60: 11-19.

Fleury, L.C. & Jacobi, C.M. 2005. Biologia reprodutiva e visitantes florais de *Vellozia compacta* (Velloziaceae) em solo de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambu. *Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil*, 2005. v. 1. p. 1-1.

Goulet, H. & Huber, J.T. (eds.) 1993. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Agriculture Canada Publication, Ottawa. 668p.

Jacobi, C.M. & Antonini, Y. 2000. Use of *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae) by herbivorous and nectarivorous insects in a metaliferous altitudinal region, Minas Gerais, Brazil. In: Proceedings of the XXI International Congress of Entomology, Foz do Iguaçu.

Jacobi, C.M. & Antonini, Y. 2003. Fenologia e oferta de recursos florais de *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) em área de canga couraçada, MG. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza. *Anais de Trabalhos Completos*, v. 1. p. 417-419.

Jacobi, C.M. & Antonini, Y. 2008. Pollinators and defense of *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) nectar resources by the hummingbird *Colibri serrirostris* (Trochilidae) on ironstone outcrops in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 24: 301-308.

- Jacobi, C.M. & Carmo, F.F. 2008. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape. *Ambio* 37: 324-326.
- Jacobi, C.M. & Carmo, F.F. 2011. Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 25: 395-412.
- Lanza, R.A.; Jacobi, C.M.; Antonini, Y. & Diniz, I.M. 2002. Interação minador-parasitoide em folhas de *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) do Parque Estadual da Serra do Rola Moça (MG). In: XI Semana de Iniciação Científica da UFMG, 2002, Belo Horizonte. *Resumos 2002*. v. 1. p. 270.
- Lanza, R.A.; Jacobi, C.M.; Kumagai, A.F; Antonini, Y.; Diniz, I.M. & Cardinali, B.F. 2003. Parasitoides de Agromyzidae minadores de *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) em campos ferruginosos de altitude, Minas Gerais. IN: *Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza, pp. 572-573.
- Lanza, R.A.; Jacobi, C.M.; Kumagai, A.F. & Antonini, Y. 2005. Parasitoid diversity of *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) leafminers from altitudinal metaliferous fields, Minas Gerais, SE Brazil. In: *Frontiers in Tropical Biology and Conservation - ATBC 2005*, Uberlândia. *Abstracts, 2005*. v. 1. p. 131-131.
- Lavor, P.; Berg, C.V.D.; Jacobi, C.M.; Carmo, F.F. & Versieux, L. 2014. Population genetics of the endemic and endangered *Vriesea minarum* (Bromeliaceae) in the Iron Quadrangle, Espinhaço Range, Brazil. *American Journal of Botany* 101: 1167-1175.
- Loyola, R.D.; Antonini, Y.; Jacobi, C.M. & Martins, R.P. 2007. Disponibilidad de recursos florales en campos metalíferos: riqueza de especies, frecuencia de visitación y comportamiento de abejas. *Bioikos* 21: 41-50.
- Martins, C.; Silveira, R.A.; Nascimento, N.O. & Antonini, Y. 2012. Fauna de abelhas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. MG. *Biota* 5: 34-37.
- Mourão, F.A. 2012. Dinâmica do forrageamento da hemiparasita *Struthanthus flexicaulis* Mart. (Loranthaceae) e sua influência na estrutura da comunidade vegetal de campos rupestres ferruginosos – MG. Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 104 pp.
- Mourão, F. A.; Jacobi, C.M.; Figueira, J.E.C. & Batista, E.K.L. 2009. Efeitos do parasitismo de *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) (Loranthaceae) na aptidão de *Mimosa calodendron* Mart. (Fabaceae), um arbusto endêmico dos campos rupestres sobre canga, em Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 23: 820-825.
- Mourão, F.A.; Carmo, F.F.; Ratton, P. & Jacobi, C.M. 2006. Hospedeiras da hemiparasita *Struthanthus flexicaulis* Mart. (Loranthaceae) em campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Lundiana* 7: 103-109.
- Mourão, F.A.; Pinheiro, R.B.P; Loureiro, M.G.; Figueira, J.E.C. & Jacobi, C.M. 2011. Aves dispersoras de sementes da parasita *Struthanthus flexicaulis* (Loranthaceae) apresentam preferência por poleiros? In: IX Congresso de Ornitologia Neotropical, 2011, Cuzco. *Resúmenes del IX Congreso de Ornitologia Neotropical*, 2011. p. 1-1.
- Norton, D.A. & Carpenter, M.A. 1998. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 101-105.

- Pennings, S.C. & Callaway, R.M. 2002. Parasitic plants: parallels and contrasts with herbivores. *Oecologia*, 131: 479-489.
- Pimentel, A.L.D.; Fagundes, R. & Antonini, Y. 2012. Defesa biótica induzida por herbivoria na planta mirmecófila *Stachtarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae). Monografia de Bacharelado. UFOP.
- Pinheiro, R.B.P.; Mourão, F.A. & Jacobi, C.M. Sobrevivência de sementes e plântulas da erva-de-passarinho *Struthanthus flexicaulis* Mart. (Loranthaceae). *MG Biota* (no prelo).
- Salvo, A. & Valladares, G. 1998. Taxonomic composition of hymenopteran parasitoid assemblages from agromyzid leaf-miners sampled in Central Argentina. *Studies in Neotropical Fauna and Environment* 33: 116-123.
- Santos, A.M.; Jacobi, C.M. & Silveira, F.A.O. 2014. Dispersores das sementes de *Miconia pepericarpa* (Melastomataceae) em campo rupestre ferruginoso, Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Internacional de Ornitologia, Chile.
- Santos, R.C. 2013. Efeitos do fogo sobre a estrutura de comunidades de abelhas e sobre redes de interações abelha-planta em áreas de canga no Parque Estadual da Serra do Rola Moça. Dissertação de Mestrado. UFMG.
- Strong, D.R.; Lawton, J.H. & Southwood, R. 1984. *Insect on plants Community Patterns and Mechanisms*. Harvard University Press, Cambridge. 312pp.
- Vincent, R.C.; Jacobi, C.M. & Antonini, Y 2002. Diversidade na adversidade: a vida nos campos ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. *Ciência Hoje* 31: 64-67.
- Watson, D.M. 2001. Mistletoe - A keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 219-249.