

Biogeografia de Insetos: a atração de polinizadores aumenta com a oferta de recursos florais?

Biogeografía de Insectos: la atracción de polinizadores aumenta con la oferta de recursos florales?

Biogeographie des Insectes: l'attraction des pollinateurs augmente avec l'offre de ressources fleurs?

Bruno Bastos Gonçalves

Doutor em Aquicultura, UNESP
Centro de Aquicultura, Campus Jaboticabal (SP)
brubruzao@hotmail.com

Paulo Vitor dos Santos Bernardo

Doutor em Ecologia e Evolução, UFG
Instituto de Ciências Biológicas
pauloviti@gmail.com

Valéria Romano de Paula

Doutora em Ecologia e Comportamento Animal
Universidade de Strasbourg - França.
valeria.romano@iphc.cnrs.fr

Vandervilson Alves Carneiro

Doutor em Geografia, UFG – IESA
profvandervilson@yahoo.com.br

Resumo

O Cerrado Goiano apresenta uma diversidade florística elevada, permitindo que os visitantes florais, especialmente os insetos, busquem em suas flores, os recursos para a sua subsistência e a de sua prole. O experimento e a observação dos insetos foram realizados em 02 de outubro de 2011 numa área queimada (campo rupestre) do PESCAN (Parque Estadual da Serra de Caldas Novas) com a herbácea *Cf. Clitoria sp.* (Fabaceae) e também foi aplicado o teste de coeficiente de correlação de Spearman. O objetivo geral foi identificar os visitantes florais e estudar o comportamento de forrageamento dos potenciais polinizadores na herbácea *Cf. Clitoria sp.* (Fabaceae). Concluiu-se que o aumento da oferta floral promove maior visitação e que as plantas pequenas inseridas em manchas da mesma espécie não são mais atrativas que as plantas isoladas.

Palavras-chave: Abelhas. Cerrado. Unidade de Conservação. Caldas Novas / GO.

Resumen

El Cerrado Goiano presenta una diversidad florística elevada, permitiendo que los visitantes florales, especialmente los insectos, busquen en sus flores, los recursos para su subsistencia y la de su prole. El experimento y la observación de los insectos se realizaron el 2 de octubre de 2011 en un área quemada (campo rupestre) del PESCAN (Parque Estatal de la Sierra de Caldas Novas) con la herbácea *Cf. Clitoria sp.* (*Fabaceae*) y también se aplicó la prueba de coeficiente de correlación de Spearman. El objetivo general fue identificar a los visitantes florales y estudiar el comportamiento de forraje de los potenciales polinizadores en la herbácea *Cf. Clitoria sp.* (*Fabaceae*). Se concluyó que el aumento de la oferta floral promueve mayor visitación y que las plantas pequeñas insertadas en manchas de la misma especie no son más atractivas que las plantas aisladas.

Palabras clave: Abejas. Cerrado. Unidad de Conservación. Caldas Novas / GO.

Résumé

Le Cerrado Goiano présente une grande diversité floristique, permettant aux visiteurs floraux, en particulier aux insectes, de rechercher leurs fleurs pour leur subsistance et celle de leur progéniture. L'expérience et l'observation des insectes ont été réalisées le 2 octobre 2011 dans une zone brûlée (campo rupestre) de PESCAN (Parc d'État Serra de Caldas Novas) avec l'herbe *Cf. Clitoria sp.* (*Fabaceae*) et le test du coefficient de corrélation de Spearman a également été appliqué. L'objectif général était d'identifier les visiteurs floraux et d'étudier le comportement alimentaire des pollinisateurs potentiels de l'espèce herbacée *Cf. Clitoria sp.* (*Fabaceae*). Il a été conclu que l'augmentation de l'apport floral favorise une plus grande fréquentation et que les petites plantes insérées dans les taches de la même espèce ne sont pas plus attrayantes que les plantes isolées.

Mots-clés: Abeilles. Cerrado. Unité de conservation. Caldas Novas / GO.

Introdução

“O Cerrado possui uma grande diversidade de insetos, com a ocorrência de espécies raras, o que reafirma a importância de se estudar a entomofauna¹” (INSTITUTO JURUMI, 2017, doc. eletrônico²).

¹ Fauna constituída de insetos.

² Fragmento textual capturado na internet.

A forma como os animais buscam alimentos constitui uma importante característica de seu comportamento. Buscando entender as decisões tomadas no forrageio, a teoria do forrageamento ótimo é baseada na existência de um balanço entre os custos e benefícios destas decisões comportamentais (TOWNSEND *et al.*, 2010). O custo é determinado pelo tempo e energia gastos para obter o alimento, enquanto os benefícios baseiam-se em termos de ganho líquido da energia alimentar (RICKLEFS, 2009). De maneira geral, os indivíduos buscam maximizar a obtenção de alimento ou diminuir o tempo de forrageamento (RICKLEFS, 2009).

Pólen, néctar, óleos e água das flores são importantes recursos para diversos grupos de insetos (PELLMYR, 2002; SCHOONHOVEN *et al.*, 2005). As abelhas, por exemplo, são anatomicamente especializadas para a coleta destes recursos e sua dieta é constituída basicamente destes alimentos. O pólen fornece proteínas, enquanto o néctar fornece o açúcar requerido por essas espécies (SCHOONHOVEN *et al.*, 2005).

As características florais são indicadores de oferta alimentar para os insetos polinizadores. Os principais atrativos para os visitantes florais são a coloração e os odores florais (JOLIVET, 1998; GUREVITCH *et al.*, 2009). Os odores atraem visitantes em longas distâncias enquanto as características visuais das flores são usadas em curta distância para identificação da planta de interesse (GUREVITCH *et al.*, 2009). A memorização destas características vegetais otimiza o tempo de forrageamento dos indivíduos. Abelhas de mel, por exemplo, memorizam as características florais após, em média, seis visitas florais (SCHOONHOVEN *et al.*, 2005).

O aumento na visitação é uma grande vantagem para a reprodução da planta. Flores que recebem um maior número de visitantes têm maiores chances que seu pólen seja carregado para outras flores assegurando um sucesso reprodutivo da planta. Desta forma, plantas também devem investir em atributos que garantam maiores chances de atração de visitantes como recompensas, tais como néctar ou atração visual.

Assim, entende-se que a composição típica da fauna de insetos em cada região parece responder diferencialmente à área, distúrbios e vários fatores micro-ambientais, em parte, devido às diversas espécies comuns ou dominantes e à presença de distintos recursos das plantas (BROWN *et al.*, 2002; BORDIN *et al.*, 2016).

Em corroboração, alicerça-se que os insetos geralmente apresentam elevadas densidades populacionais e diversidade, além de grande variedade de respostas

à qualidade e à quantidade de recursos disponíveis, desempenhando importante papel no funcionamento dos ecossistemas, atuando como predadores, parasitas, detritívoros, polinizadores, entre outros, dentro de complexas redes tróficas (COPATTI *et al.*, 2012; BORDIN *et al.*, 2016).

Cabe salientar que os insetos constituem o maior grupo animal da face da Terra, sendo muitas espécies desta classe consideradas tanto pragas agrícolas como urbanas e outras polinizadoras de várias plantas, podendo atuar como decompositores, herbívoros, dispersores de sementes, predadores, parasitas, engenheiros do ecossistema, bem como presas para uma variedade de vertebrados e outros invertebrados (WHITFORD, 1996; TRINDADE *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Então, o objetivo foi responder as seguintes perguntas sobre a atração de visitantes florais: (1) visitantes florais preferem plantas com maior número de flores? Se visitantes florais são atraídos por plantas com maior oferta de flores, então um incremento é esperado entre o número de visitantes florais e o número de flores; (2) A atração é maior quando as plantas estão em manchas ou isoladas? Se a atratividade de plantas em relação aos visitantes florais é maior quando as plantas estão próximas uma das outras, então plantas inseridas em mancha devem receber mais visitação do que plantas isoladas.

Material e Métodos

Local de estudo

O experimento foi conduzido em uma área de Cerrado recentemente queimado (campo rupestre³) no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (17° 46' e

³ É um tipo de vegetação predominantemente herbáceo-arbustiva, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até dois metros de altura. Abrange um complexo de vegetação que agrupa paisagens em microrrelevos com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Geralmente ocorre em altitudes superiores a 900 metros, ocasionalmente a partir de 700 metros, em áreas onde há ventos constantes e variações extremas de temperatura, com dias quentes e noites frias. Este tipo de vegetação ocorre geralmente em solos ácidos, pobres em nutrientes ou nas frestas dos afloramentos rochosos. Em geral, a disponibilidade de água no solo é restrita, pois as águas pluviais escoam rapidamente para os rios, devido a pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção do solo. A composição da flora em áreas de Campo Rupestre pode variar muito em poucos metros de distância, e a densidade das espécies depende do substrato, da profundidade e fertilidade do solo, da disponibilidade de água, da posição topográfica, etc. Nos afloramentos rochosos, por exemplo, as árvores concentram-se nas fendas das rochas, onde a densidade pode ser muito variável. Há locais em que os arbustos praticamente dominam a paisagem, enquanto em outros a flora herbácea predomina. Também são comuns agrupamentos de uma única espécie, cuja presença é condicionada, entre outros fatores, pela umidade disponível no solo. Algumas espécies podem crescer diretamente sobre as rochas (rupícolas), sem que

17° 50' S a 48° 39' e 48° 44' O), localizado nos municípios de Caldas Novas e Rio Quente, ambos no Estado de Goiás (SEMARH, 2011) (figuras 1, 2 e 3).



Figura 1 - Croqui⁴ de localização dos municípios de Caldas Novas e Rio Quente.

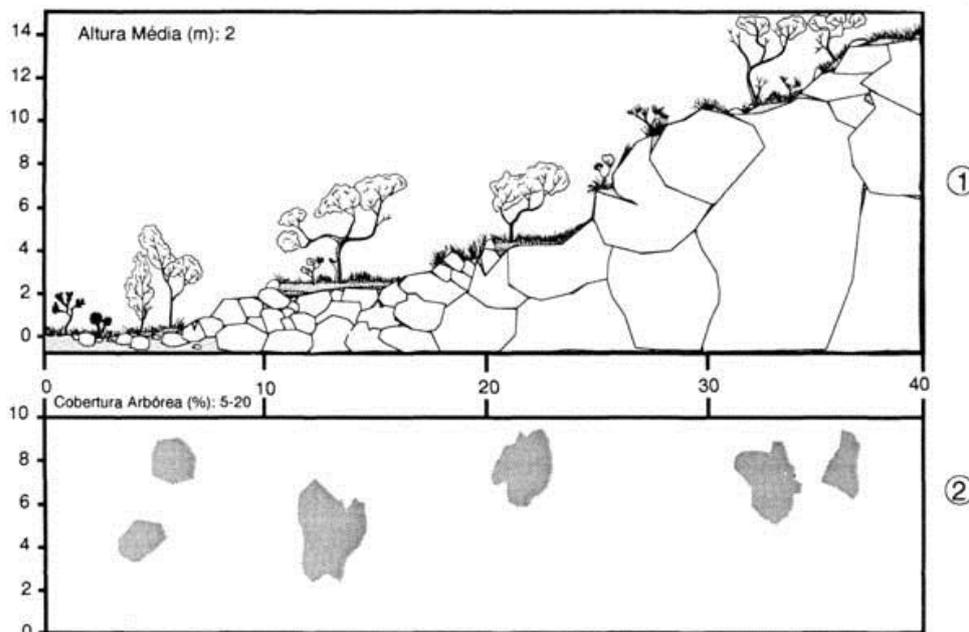
Fonte: <http://voandonodesconto.blogspot.com.br/2011/10/caldas-novas-esse-sim-e-um-parque.html>

haja solo, como ocorre com algumas aráceas e orquídeas. Pela dependência das condições restritivas do solo e do clima peculiar, a flora é típica, contendo muitos endemismos (espécies com ocorrência restrita a determinados locais) e plantas raras. Entre as espécies comuns há inúmeras características xeromórficas (presença de estruturas que diminuem a perda de água), tais como folhas pequenas, espessadas e com textura de couro (coriáceas), além de folhas com disposição opostas cruzadas, determinando uma coluna quadrangular escamosa (RIBEIRO *et al.*, 2017, doc. eletrônico).

⁴ Um croqui não exige grande precisão de cunho cartográfico, pois, trata-se de técnica de elaboração de desenho/figura bem rápido e descompromissado.



Figura 2 – Vista da área do PESCAN (Parque Estadual da Serra de Caldas Novas).
Fonte: Google Maps, 2016. **Organização:** Vandervilson Alves Carneiro (2017).



* Notar a vegetação nascendo entre as rochas.

Figura 3 – Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de um Campo Rupestre representando uma faixa de 40 m de comprimento por 10 m de largura.

Ilustração: Wellington Cavalcante. **In:** RIBEIRO *et al.* (2017, doc. eletrônico).

Coleta de dados

A espécie escolhida para testar nossa hipótese foi a herbácea *Cf. Clitoria sp.* (*Fabaceae*), uma planta abundante na área de estudo. No dia 02 de outubro de 2011, selecionou-se 17 pares de espécimes com número de flores similar, sendo os indivíduos de cada par distanciados por aproximadamente 2 m. Nestes pares, uma planta foi considerada focal e a outra, isolada. Ao redor de cada planta, num raio de um metro, foram retirados quaisquer outros indivíduos da espécie de estudo. Foram transplantados para o redor da planta focal três espécimes de *Cf. Clitoria sp.* com maior número de flores do que o indivíduo focal. Este conjunto de plantas transplantadas foi considerado como vizinhança e cada planta foi disposta a 10 cm da planta focal, formando um quadrado (**figura 4**). Contou-se o número de flores presentes em cada planta isolada, focal e das plantas que compunham a vizinhança. Durante 8 minutos, três observadores contaram simultaneamente as espécies e o número de visitantes que pousavam nas flores da planta focal, individual e da vizinhança.

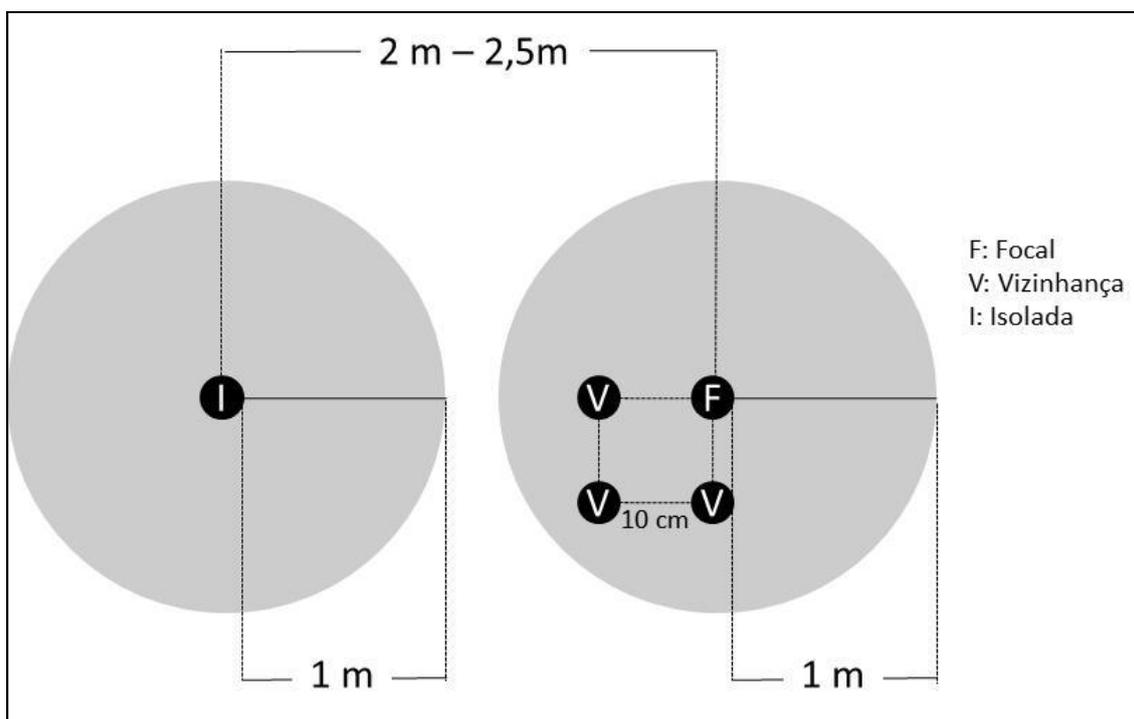


Figura 4 - Delineamento amostral do experimento realizado no PESCAN. A ilustração evidencia a disposição das plantas isoladas e focais com sua respectiva vizinhança.

Fonte: Autores, 2017.

Análise dos dados

Para verificar a relação entre o número de visitas e o número de flores foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman⁵. O número de flores das plantas focais foi somado ao número de flores das três plantas da vizinhança com o intuito de representar manchas com maior número de flores. Para testar possíveis diferenças de polinização entre plantas isoladas e focais, realizou-se dois testes de aleatorização: um teste binário (TB), onde todos os pares foram analisados e verificados o número de vezes onde as visitas florais no indivíduo focal foram superiores ao número de visitas na isolada. Outro teste ponderando os valores pelo número de visitas também foi efetuado. Durante estes testes os dados foram aleatorizados 1.000 vezes dentro de cada sistema de pares.

Resultados e Discussão

Encontrou-se uma relação positiva moderada entre o número de visitantes florais e o aumento do número de flores ($r_s = 0,39$; $p < 0,05$) (**figura 5**). No entanto, o número de visitantes florais nas plantas focais não foi maior que em plantas isoladas (TB: $p = 0,94$; TP: $p = 0,94$).

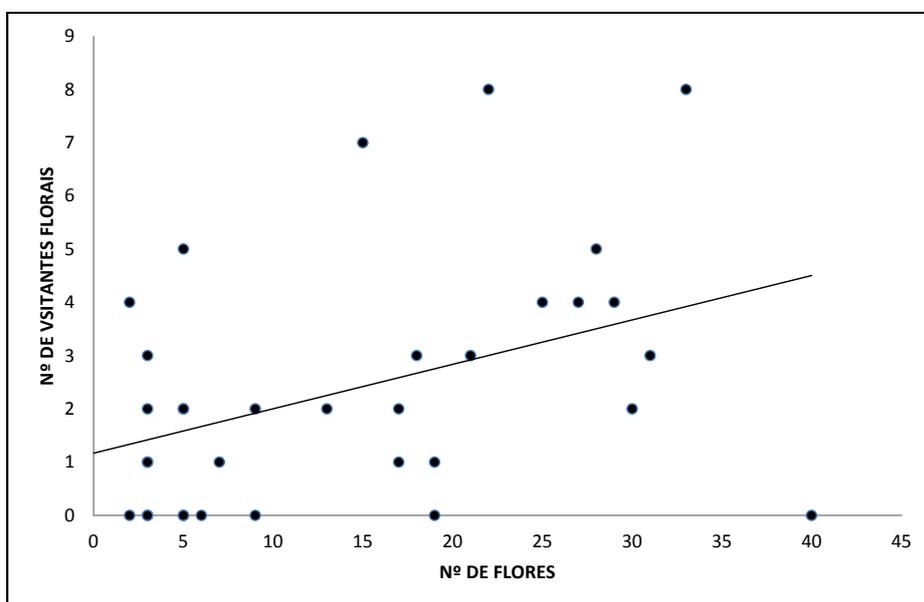


Figura 5 - Correlação entre o número de flores e número de visitantes florais em *Cf. Clitoria sp.* no PESCAN.

Fonte: Autores, 2017.

5 É uma correlação de "postos", e por isso é um teste não-paramétrico, isto é: não exige nenhum pressuposto de distribuição normal e pode ser utilizado para variáveis ordinais.

Acredita-se que os visitantes florais preferiram utilizar plantas que puderam oferecer uma maior quantidade de recursos florais, de forma que o número de visitantes variou positivamente com o incremento de flores. Plantas com muitas flores podem fornecer uma maior quantidade de alimento em um mesmo local, de modo que o visitante floral não precise se locomover por grandes distâncias em busca de atender suas necessidades energéticas. A obtenção de alimento em uma mesma planta permite ao inseto uma economia de tempo e energia, otimizando o seu comportamento de forrageio.

No presente estudo das plantas próximas de manchas não foram mais visitadas do que as plantas isoladas. Isso pode ter ocorrido por que as plantas transplantadas (vizinhas), que em geral possuíam mais flores que a focal, poderiam ter “ofuscado” a planta focal frente aos visitantes florais. Assim, nossos resultados apontaram que uma planta com menos flores não obteve vantagens em uma mancha.

No entanto, apesar da falta de sucesso na visitação floral para a planta focal, é provável que o agrupamento dos indivíduos possa oferecer vantagens em outros aspectos, como proteção contra predação. Assim, as plantas em manchas podem estar sendo favorecidas, e passando por uma seleção de grupo. Neste processo grupos de organismos são selecionados naturalmente sem estarem ligados por associações mutualísticas (ODUM *et al.*, 2007).

Os visitantes florais preferiram manchas, mas não contemplaram as plantas de forma igual. Outros fatores que não foram testados neste trabalho podem influenciar a atração de visitantes florais, como a atratividade das plantas por odores, quantidade de néctar e textura das pétalas (SCHOONHOVEN *et al.*, 2005). Em algumas flores do gênero *Passiflora spp.*, a atração de polinizadores está fortemente associada ao odor e a cor (VARASSIN *et al.*, 2001).

O aumento de visitantes florais está associado ao incremento de flores, mas esta associação pode não ser proporcional quando se trata do aumento de densidade de plantas. Isso explicaria o porquê de plantas inseridas em uma mancha com densidade maior não terem maior visitação. Randis *et al.* (2010) demonstraram um padrão inverso quando observaram um efeito positivo do aumento da densidade de plantas nativas nos visitantes florais inseridos em um sistema agrícola.

Conclusão

O estudo demonstrou que o aumento da oferta floral promove maior visitação. Por outro lado, plantas pequenas inseridas em manchas da mesma espécie não são mais atrativas que plantas isoladas.

Referências

- BLOG VIAJANDO E CONHECENDO. **Localização da região de Caldas Novas e Rio Quente é destino perfeito em qualquer época.** Disponível em: <<http://voandonodesconto.blogspot.com.br/2011/10/caldas-novas-esse-sim-e-um-parque.html>>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- BORDIN, D.; SARTOR, V. DIVERSIDADE e abundância da entomofauna em 3 estações do ano no Campus da Universidade do Contestado - UnC, Distrito de Marcílio Dias, Santa Catarina. **Saúde & Meio Ambiente – Revista Interdisciplinar**, v. 5, n. 1, p. 89-104, jan./jun. 2016.
- BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation**, New York, v. 6, n. 4, p. 217-231, 2002.
- COPATTI, C.E.; GASPARETTO, F.M. Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 18, n. 2, p. 32-40, 2012.
- GUREVITCH, J., SCHEINER, G. A., GORDON, A. Crescimento e reprodução de indivíduos. In: GUREVITCH, J., SCHEINER, G. A., GORDON, A. **Ecologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p.155-184.
- INSTITUTO JURUMI. **Biogeografia de insetos.** Disponível em: <<http://www.institutojurumi.org.br/2014/08/biogeografia-de-insetos.html>>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- JOLIVET, P. Plant-feeding insects and arthropods of the geological past. In: JOLIVET, P. **Interrelationship between insects and plants**. New York: CRC Press, 1998. p. 11-26.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- OLIVEIRA, I. B. R.; MOURA, J. Z.; MOURA, S. G.; BRITO, W. C.; SOUSA, A. A.; SANTANA, J. D. P.; MAGGIONI, K. Diversidade da entomofauna em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus-PI, Brasil. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p.150–155, 2013.

PELLMYR, O. Pollination by animals. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. New Jersey: Blackwell Publishing, 2002, p. 157-184.

RANDS, S. A.; WHITNEY, H. M. Effects of pollinator density-dependent preferences on field margin visitations in the midst of agricultural monocultures: a modeling approach. **Journal Ecological Modelling**, v. 221, p. 1310-1316, 2010.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Campo rupestre**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_39_911200585233.html>. Acesso em: 03 mar. 2017.

RICKLEFS, R. E. Adaptação à vida em ambientes variantes. In: RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. p. 168-184.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. Insects and flowers: mutualism par excellence. In: SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 306-335.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE GOIÁS - SEMARH. **Unidades de conservação estaduais**. Disponível em: <<http://www.semarh.goias.gov.br/sitedocsgapucsestaduais.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2011.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Predação, pastejo e doença. In: TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 248-284.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. *Revista de Biologia e Ciências da Terra, Paraíba*, v.4, n.1, p.1-10, 2004.

VARASSIN, I. G.; TRIGO, J. R.; SAZIMA, M. The role of néctar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-estern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, p. 139-152, 2001.

WHITFORD, W. G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 5, n. 2, p.185-195, 1996.

Recebido para publicação em janeiro de 2017
Aprovado para publicação em fevereiro de 2018