



Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Biologia

Gabriel Martin Alves

**RIQUEZA E IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS EM CULTIVO ORGÂNICO
DE TOMATE EM ÁREA URBANA**

Uberlândia

2020

Gabriel Martin Alves

**RIQUESA E IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS EM CULTIVO ORGÂNICO
DE TOMATE EM ÁREA URBANA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção de grau de licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora

Profa. Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira

Coorientadora

Ma. Bárbara Matos da Cunha Guimarães

Uberlândia

2020

VERSO DA FOLHA DE ROSTO

Gabriel Martin Alves

**RIQUEZA E IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS EM CULTIVO ORGÂNICO
DE TOMATE EM ÁREA URBANA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado para
obtenção do grau de licenciado em Ciências
Biológicas na Universidade Federal de
Uberlândia (MG) pela banca examinadora
formada pelos membros:

Uberlândia, 09 de Dezembro de 2020.

Prof^a. Dr^a. Fernanda Helena Nogueira Ferreira

Prof. Dr. Bruno Ferreira Bartelli

Prof. Dr. Alan Nilo da Costa

Uberlândia

2020

AGRADECIMENTOS

Redijo aqui a minha gratidão a tudo e todos os que me ajudaram ao longo do processo de aprendizado e criação do trabalho. Meus agradecimentos especiais:

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais e avós, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e estiveram presentes no que fosse preciso para que eu alcançasse meus objetivos.

À minha namorada Bárbara Calegari, pelo carinho, dedicação e participação efetiva durante todas as etapas do trabalho, desde o trabalho no campo até a finalização da escrita. Um sincero agradecimento pela sua amizade e por estar ao meu lado no dia a dia ao longo desses quatro anos.

À minha querida amiga Jhennyfer de Oliveira, uma pessoa incrível, que esteve sempre disposta a me ajudar em qualquer coisa que eu precisasse, pela companhia e amizade no decorrer de toda minha caminhada acadêmica.

A todas as minhas amigas e amigos de turma que convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e agregaram de alguma forma à minha formação acadêmica.

À minha querida orientadora e amiga, a professora Dra. Fernanda Helena Nogueira, pela dedicação, paciência, apoio, acompanhamento em campo e todos os ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

À minha coorientadora Ma. Bárbara Matos, pela prontidão e esforço em me ajudar nas questões práticas e teóricas no decorrer do projeto. Obrigado pela máxima atenção tanto nas correções como nos ensinamentos.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

Ao Luiz Gustavo França, que disponibilizou o seu cultivo de tomate para que fosse possível a realização do trabalho e por toda hospitalidade de sua família durante o período de campo.

RESUMO

As abelhas possuem papel fundamental na polinização e reprodução de diversas plantas, porém, a presença de agrotóxicos diminui cada vez mais suas visitas às flores de culturas agrícolas. O tomate, *Solanum lycopersicum*, é um produto agrícola que ocupa lugar de destaque na dieta humana e o sistema orgânico de cultivo se torna cada vez mais usual entre os agricultores. O objetivo deste estudo foi conhecer a riqueza de abelhas visitantes florais em um cultivo orgânico de tomate e analisar a importância delas na produção dos frutos. Foi verificado o comportamento de coleta de pólen pelas abelhas, o efeito da polinização anemófila e entomófila e o incremento de abelhas nativas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata*) no cultivo. O trabalho foi conduzido em uma casa de vegetação semiaberta localizada em uma propriedade particular de cultivo urbano no município de Uberlândia-MG. A qualidade dos frutos foi avaliada por meio de atributos como massa, comprimento, diâmetro e número de sementes. Foram observadas cinco espécies de abelhas pertencentes à família Apidae e uma espécie da família Halictidae. A introdução das colônias de *M. quadrifasciata* não mostrou resultados favoráveis à frutificação, já que as operárias não foram vistas visitando as flores dos tomateiros. *Exomalopsis* sp. e *Augochlora* sp. foram as únicas espécies de abelhas identificadas como polinizadores no cultivo, utilizando o *Buzz pollination* como forma de coleta de pólen. Os frutos polinizados por essas abelhas apresentaram 26,5% mais sementes do que o teste de livre visitação e 21,6% mais do que frutos resultantes da polinização pelo vento. Estes resultados sugerem que é possível obter frutos de boa qualidade podendo utilizar de agentes polinizadores para incremento da produção de sementes.

Palavras-chave: Polinização. Abelhas nativas. *Solanum lycopersicum*. Agricultura urbana. Sistemas orgânicos.

ABSTRACT

Bees have a fundamental role in pollinating and reproducing many plants, but the increasingly presence of pesticides reduces their visits to crops. Tomato, *Solanum lycopersicum*, is an agricultural product that occupies a prominent place in the human diet and the organic cultivation system is becoming even more common among farmers. The aim of this study was to know the diversity of flower visiting bees in an organic tomato crop and to analyze their importance in fruit production. Pollen collection behavior, the effect of anemophilous and entomophilous pollination and the increase of native stingless bees (*Melipona quadrifasciata*) in cultivation were analyzed. The research was conducted in a semi-open greenhouse located on a private property of urban agriculture in the city of Uberlândia-MG. Fruit quality was assessed using attributes such as mass, length, diameter and number of seeds. Five bee species from the Apidae family and one species from the Halictidae family were observed. The colonies of *Melipona quadrifasciata* did not have favorable results for fruiting, because worker bees were not seen visiting tomato flowers. *Exomalopsis* sp. and *Augochlora* sp. were the only bee species identified as pollinators in the crop, using buzz pollination to collect pollen. Fruits pollinated by these bees presented 26.5% more seeds than the control and 21.6% more seeds than fruits resulted from wind pollination. These results suggest that it is possible to obtain good quality fruits, being able to use pollinating agents to increase the seeds production.

Keywords: Pollination. Native bees. *Solanum lycopersicum*. Urban agriculture. Organic farming systems.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1	Área de estudo	11
3.2	Observação e identificação das abelhas no cultivo	12
3.3	Desenvolvimento e organização do plantio de tomate cereja	13
3.4	Introdução dos ninhos de <i>Melipona quadrifasciata</i>	15
3.5	Delineamento experimental e testes de polinização	16
3.6	Avaliação dos frutos formados	19
3.7	Análises estatísticas	19
4	RESULTADOS	19
4.1	Observação e identificação das abelhas no cultivo	19
4.2	Testes de polinização	21
4.3	Comportamento e desenvolvimento dos ninhos de <i>M. quadrifasciata</i>	24
5	DISCUSSÃO	25
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico básico, fundamental para a rede de interações entre animais e plantas (YAMAMOTO, 2009) e a diversidade desses agentes é de extrema importância para a produção de alimentos e para o bem estar econômico (BREZEE et al. 2011; ÁVILA-GÓMES et al., 2019). Quase 90% das espécies de flores no planeta são dependentes da polinização biótica para reprodução e manutenção da variabilidade genética (MENZ, 2011), sendo as abelhas os maiores polinizadores de plantas nativas e cultivadas no mundo, pois se alimentam de recursos florais durante todo o seu desenvolvimento (RASMUSSEN et al. 2010).

O tomate, *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), é um produto agrícola que ocupa lugar de destaque na dieta humana, sendo uma cultura altamente versátil e muito utilizada. O fruto é consumido *in natura* e utilizado na preparação de diversos produtos (BORGUINI, 2006). Por ser uma hortaliça susceptível a pragas e doenças, o tomate é cultivado normalmente pelo sistema convencional, utilizando-se inseticidas de diferentes princípios ativos, pulverizados uma vez por semana no inverno e até três no verão (LUZ et al., 2007). Nos estudos realizados por Ferreira et al. (2010) e Nascimento et al. (2013), foram observados frutos com tendência à maior massa e volume nos sistemas convencionais, quando comparados aos orgânicos.

O tomateiro é uma planta autofértil, não produz néctar e possui flores deiscidas com anteras poricidas. Por esse motivo, é necessário um movimento de vibração para liberarem seu pólen através de seus poros apicais (MCGREGOR, 1976; BUCHMANN, 1983). Em áreas abertas, normalmente, a ação do vento é suficiente para desencadear esse processo, promovendo a autofecundação (FREE, 1993). Na ausência de vento, no entanto, como é o caso de estufas de vegetação, a introdução de colônias de abelhas que apresentem o potencial de vibrar as anteras para a coleta de pólen é usual e favorável à produção (BARTELLI & NOGUEIRA-FERREIRA, 2014)

Em cultivos fechados de tomate, as abelhas sem ferrão da espécie *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, destacam-se por aumentar a produção dos frutos (DEL SARTO et al. 2005; BISPO DOS SANTOS et al., 2009), principalmente por apresentarem o comportamento de *buzz pollination*, onde elas contraem a musculatura torácica, transmitindo vibrações para as anteras através do tórax e pernas (BUCHMANN & HURLEY, 1978), fazendo com que o pólen seja mobilizado e liberado. Caso a polinização seja bem conduzida, ocorre aumento da qualidade e do número de frutos viáveis do tomateiro (SILVA NETO et al, 2013; BARTELLI & NOGUEIRA-FERREIRA, 2014; FRANCESCHINELLI et al., 2015).

A utilização de sistemas orgânicos de cultivo no Brasil torna-se cada vez mais usual entre os produtores. Do total da área de florestas com certificação (ISO 14000) no país, 49% é de participação da agricultura orgânica (CAMARGO FILHO et al., 2004). De acordo com a Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, e a Lei 659-A de 2000, a agricultura orgânica é definida como um sistema de produção integrado que destaca agrossistemas saudáveis, ao priorizar a biodiversidade local, ciclos biológicos e atividade biológica do solo. Para isso, deve-se eliminar o emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos nos cultivos, utilizado em sistemas convencionais de cultivo.

Em vista da preocupação com a saúde dos consumidores devido à possibilidade de resíduos de pesticidas e defensivos agrícolas nos frutos, a procura por tomates produzidos em sistemas orgânicos é cada vez maior (LUZ et al., 2007), sendo o segundo alimento orgânico mais consumido no Brasil (ORGANIS & MARKET ANALYSIS, 2017). Borguini (2006) apontou que, nas amostras de cultivos convencionais, são encontrados teores de resíduos de pesticida acima do limite máximo de resíduo (LMR) regulamentado conforme a Portaria nº 3 de 16 de janeiro de 1992 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), enquanto que nas amostras de tomates produzidos em sistemas orgânicos não é encontrado nenhum tipo de resíduo.

A tomaticultura, de acordo com Bettioli et al. (2004), representa um ótimo exemplo de comparação entre sistemas orgânicos e convencionais pelo intenso uso de insumos artificiais tóxicos. A prática tradicional de cultivo ainda é muito usual e predominante sobre outros sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis, sendo que somente 1,4% da área agricultável do mundo são destinadas aos cultivos orgânicos (WILLER & LERNOUD, 2019), e no Brasil, 0,3% dos estabelecimentos agropecuários são de propriedades orgânicas (EMBRAPA, 2019).

A introdução do sistema orgânico como uma “prática amigável aos polinizadores” na agricultura pode oferecer instrumento tecnológico adequado para seu desenvolvimento em áreas urbanas (AQUINO & ASSIS, 2007), além de diminuir os insumos artificiais tóxicos, os quais são utilizados nas plantações convencionais e afetam a abundância de espécies de polinizadores nos arredores das plantações (JOSHI et al., 2020). Contudo, a presença de pragas, doenças e plantas invasoras, dificulta a inserção deste sistema nesta área (OLIVEIRA, 2016). A poluição urbana também é considerada uma ameaça à biodiversidade e a produtividade dos vegetais, visto que é responsável por alterar características reprodutivas de algumas plantas, o que provoca a diminuição das taxas de visitação floral por agentes polinizadores (MCFREDERICK et al., 2008; BRITO, 2018).

A taxa de crescimento da urbanização brasileira de 1940 até o presente momento é alta comparada a outros países, como os Estados Unidos e China. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), em 1940, a taxa de urbanização brasileira era de 31,24% e, em 2010, chegou a 84,36%. Por consequência, a agricultura urbana também ganha destaque, ao ser uma atividade que dispõe e aproveita de espaços domésticos e públicos para a produção de alimentos, plantas medicinais, ornamentais e criação de pequenos animais (MACHADO & MACHADO, 2002). Esta prática tornou-se uma importante ferramenta para suprir o sistema de alimentação urbano, ao estabelecer maior segurança alimentar, desenvolvimento da biodiversidade local, diminuição do acúmulo de lixo em terrenos baldios, reciclagem do lixo inorgânico, como o plástico, e o melhor aproveitamento dos espaços sociais, contribuindo, dessa forma, para o uso adequado dos recursos do solo e da água (DIAS, 2000; MOUGEOT, 2000).

De acordo com o estudo de De Sá Torezani et al. (2016), a abundância total de abelhas é significativamente maior em sistemas orgânicos em cultivo urbano em relação aos convencionais. Devido ao maior número de polinizadores próximos a fragmentos florestais, a produção urbana de cultivares próximos a ambientes naturais (como parques, áreas de preservação e demais áreas verdes) pode ser beneficiada, inclusive os cultivos de tomate (DEPRÁ et al., 2011; DE SÁ TOREZANI et al., 2016).

Atualmente, muitos fatores relacionados à ação humana estão contribuindo para o crescente desaparecimento das abelhas. A constante mudança climática e o uso de agrotóxicos são as principais ameaças à diversidade de polinizadores e à produção agrícola no Brasil, o uso inadequado de defensivos agrícolas nas produções convencionais possui impactos altamente negativos sobre os polinizadores, tanto na sua diversidade quanto na sua abundância e eficiência de polinização (FLETCHER & BARNETT, 2003; FREITAS & PINHEIRO, 2010). A previsão é de que haverá uma redução de 13% na ocorrência de polinizadores até 2050 e, dentre as atividades agrícolas, o tomate será afetado até 25% (GIANNINI et al., 2017).

A fim de amenizar os efeitos negativos já citados, o contraste entre os tipos de cultivo (convencional e orgânico) ainda é motivo de discussão na observação de efeitos relacionados tanto aos visitantes florais e aos polinizadores, quanto à produtividade do tomateiro. Em vista da troca de benefícios e recursos entre as abelhas e os cultivares, estudos para o manejo adequado de polinizadores são de grande importância, tanto para a produção de alimentos, quanto para a proteção de espécies nativas.

Em vista do local urbano de estudo e do desaparecimento crescente de abelhas, as hipóteses do trabalho giraram em torno das seguintes perguntas: Quais e quantas espécies de abelhas seriam encontradas visitando o cultivo em local urbano? A polinização dos tomateiros orgânicos por ação das abelhas teria influência sobre a qualidade dos frutos em relação aos outros tipos de polinização? A introdução de ninhos de *M. quadrifasciata* em cultivo semiaberto e urbano aumentaria a qualidade dos frutos?

Portanto, o estudo aqui apresentado propôs avaliar a riqueza e o comportamento das espécies de abelhas que visitam as flores de tomate em cultivo orgânico urbano. A partir disso, foi possível analisar a importância desses insetos para a polinização do tomateiro e contribuir para o conhecimento da diversidade de abelhas na cidade e em cultivos com estufa semiaberta, os quais ainda não possuem muitas informações.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral conhecer a riqueza de abelhas visitantes florais em um cultivo orgânico de tomate em área urbana e analisar a importância delas na produção de frutos.

Com este enfoque, o estudo teve como objetivos específicos:

- a. Analisar o comportamento de coleta de pólen de abelhas visitantes florais e identificá-las;
- b. Analisar o efeito de diferentes testes de polinização em relação à qualidade dos frutos formados;
- c. Analisar o incremento de *Melipona quadrifasciata* no cultivo orgânico semiaberto de tomate.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Uberlândia é uma cidade do interior de Minas Gerais, na região sudeste do país, local onde o estudo foi conduzido. Segundo estimativas do IBGE, sua população em junho de 2020 era de 699.097 habitantes, assim sendo o município mais populoso da região do Triângulo Mineiro. Sua extensão territorial abrange uma área de 4.115,206 km² e possui 3,89 km²

(TOLEDO et al., 2009) de área verde total, considerando seus sete parques municipais e 189 praças.

O experimento foi realizado no período de junho a dezembro de 2019, em uma propriedade particular urbana (18°56'46" S e 48°13'55" O) muito próxima ao Parque Municipal Santa Luzia (Figura 1), o qual possui uma área de 26,8 hectares e situa-se no setor sul da cidade de Uberlândia (MG). O parque é composto por um fragmento de mata de galeria associado à vereda, apresentando solos hidromórficos e espécies típicas do Cerrado, destacando-se a palmeira buriti. Apresenta uma fauna rica, não só com animais urbanos, mas também endêmicos do bioma, aves como “soldadinho” (*Antilophia galeata* Lichtenstein, 1823), “gralha-do-campo” (*Cyanocorax cristatellus* Temminck, 1823) e “fura-barreira” (*Hylocryptus rectirostris* Wied, 1831) são exemplos dessas espécies (VALADÃO et al., 2006). Além disso, o parque possui um papel ecológico importante, protege as nascentes, fornece água, alimento e abrigo para a fauna silvestre, sendo necessário que, de fato, seja preservado.



Figura 1. Mapa da cidade de Uberlândia-MG. Ampliação: destaca a distância entre a entrada do Parque Municipal de Santa Luzia e a propriedade particular contendo o cultivo de tomate.

3.2. Observação e identificação das abelhas no cultivo

A identificação das abelhas foi feita por observações diretas no local de cultivo, incluindo fotografias e vídeos para auxiliar as análises e identificação das espécies, quando possível. As observações foram realizadas de Junho a Outubro de 2019 no período das 8h00min às 12h00min, num esforço total de 22 horas de observação. O comportamento de

coleta de pólen das abelhas visitantes florais foi anotado e cronometrado, da chegada da abelha à flor até sua saída.

3.3. Desenvolvimento e organização do plantio de tomate cereja

Os tomates utilizados no estudo eram da variedade cereja gourmet (Figura 2A). Para o seu plantio, foram utilizados vasos de oito litros para cada planta. O sistema de irrigação estabelecido era por gotejamento, sendo irrigadas duas vezes ao dia (manhã e tarde) até cada um dos vasos receberem dois litros de água no total/dia (Figura 2B). A adubação utilizada consistiu em uma solução biológica fértil e foliar, pulverizada duas vezes por semana. Não foi utilizado nenhum composto de origem química para pragas ou doenças no cultivar em estudo.

O cultivo era caracterizado pelo sistema orgânico, parcialmente fechado e estava instalado no interior da propriedade. A casa de vegetação (40 m²; 4,5 m de altura) era coberta em sua parte superior por um filme plástico de 150 micras, com as laterais livres. Os tomateiros foram dispostos em cinco fileiras paralelas de vasos, com 10 mudas em cada uma delas, totalizando 50 plantas (Figura 3).

As mudas de tomate levaram por volta de quatro semanas desde seu plantio até que florescessem. Após esse período, os botões florais foram marcados e a colheita dos frutos foi realizada em média 48 dias depois. Durante o desenvolvimento das mudas, não houve complicações severas, porém duas plantas foram retiradas, pois ficaram doentes.



Figura 2. A) Frutos do tomateiro da variedade cereja gourmet. B) Sistema de irrigação por gotejamento sobre eles.



Figura 3. Estrutura e organização dos tomateiros na casa de vegetação semiaberta na propriedade particular.

3.4. Introdução dos ninhos de *Melipona quadrifasciata*

Com intuito de realizar os experimentos com abelhas sem ferrão, foram introduzidos dois ninhos acondicionados em caixas de madeira de *M. quadrifasciata*, espécie que possui eficiência comprovada em áreas de cultivo de tomate (BARTELLI & NOGUEIRA-FERREIRA, 2014). Os ninhos foram obtidos do meliponário da Fazenda Experimental do Glória/UFU em Uberlândia-MG, A fim de adotar uma distribuição mais homogênea das abelhas na área, os ninhos foram dispostos entre a penúltima e última fileira da borda do cultivo. Utilizou-se telhas de cerâmica e isopor para proteção contra o calor e, a cada 15 dias, houve alimentação suplementar no interior do ninho com xarope composto por água, mel e açúcar (Figura 4).



Figura 4. Ninhos de *Melipona quadrifasciata* introduzidos no cultivo de tomate da propriedade particular no bairro Santa Luzia, em Uberlândia-MG.

No interior da casa de vegetação semiaberta, foram dispostos bebedouros, sendo dois com água e dois com xarope, para que as abelhas pudessem coletar livremente (Figura 5). Com intuito de aumentar a visita das abelhas aos alimentadores e às flores dos tomateiros, foi realizada uma breve etapa de treinamento (FERREIRA, inf. Pessoais), durante três dias, na

qual as operárias eram coletadas quando pousavam na entrada dos ninhos e, com um pequeno ramo com xarope de água e mel em sua ponta, as abelhas eram levadas e deixadas nos bebedouros e também nas flores das plantas.



Figura 5. Alimentadores com solução de água, mel e açúcar distribuídos próximos aos ninhos de *M. quadrifasciata*.

Para avaliar a ambientação e estabilidade das abelhas no novo ambiente, tanto para adequar o manejo, os ninhos estiveram sob monitoramento frequente, ou seja, a abertura dos mesmos e as observações da atividade de coleta e voo das operárias foram feitas a cada dois dias durante duas semanas.

O incremento na qualidade de frutos pela introdução dos ninhos de *M. quadrifasciata* foi avaliado a partir do comportamento das operárias no cultivo de tomate, ou seja, em suas visitas ou não às flores das plantas. As observações foram feitas durante as manhãs dos 10 dias mencionados no item 3.2 dos materiais e métodos.

3.5. Delineamento experimental e testes de polinização

Os experimentos ocorreram em duas etapas distintas, cada uma delas com seus grupos amostrais. A primeira etapa foi realizada no período de junho até o final de agosto de 2019 e a segunda etapa ocorreu no início de agosto até o final de outubro de 2019 (Figura 6).

Durante o final da primeira etapa, os tomateiros da etapa 2 já estavam em desenvolvimento. A marcação dos grupos controle e testes ocorreram da mesma forma e com o mesmo número de indivíduos que o experimento anterior (Etapa 1).

Cada etapa contou com 50 tomateiros disponíveis no cultivo. Com intuito de investigar a importância das abelhas na formação de frutos em suas visitas às flores, 45 tomateiros foram selecionados aleatoriamente, sendo distribuídos em três tratamentos: controle (livre visitação), teste de exclusão e o teste de primeira visita ($n= 15$ para cada grupo em cada etapa), descritos a seguir.

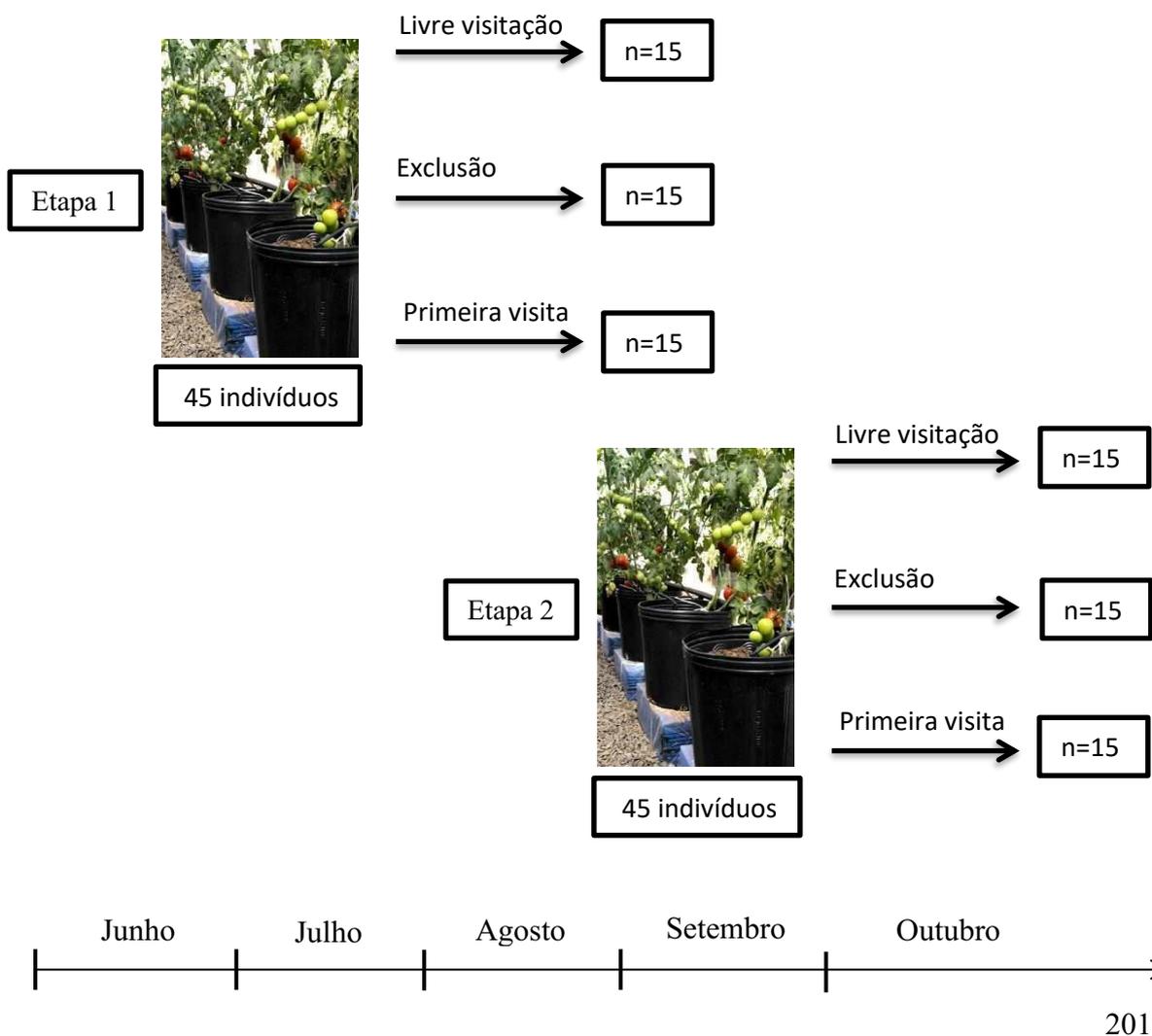


Figura 6. Delineamento experimental das etapas e dos tratamentos durante o período do estudo.

A marcação das plantas foi feita por meio de fitas coloridas e para diminuir a influência de fatores fisiológicos particulares de cada tomateiro, foi identificado apenas uma flor de cada indivíduo. A identificação de todos os botões florais ocorreu num mesmo dia e os tratamentos foram dispostos da seguinte forma:

a. Grupo controle ou livre visitação: flores marcadas e não ensacadas, ou seja, a polinização se torna livre pelo fato das flores poderem ser visitadas por diversos insetos, ou por ação do vento, permitindo verificar a formação natural de frutos e relacioná-la com a diversidade de polinizadores e com a introdução de ninhos, na área urbana.

b. Teste de exclusão: botões florais marcados e ensacados com sacos de organza. Desta maneira, foi excluída a possibilidade de qualquer visitante floral ter acesso à flor durante o seu desenvolvimento, permitindo a análise da formação dos frutos apenas pela autopolinização (deposição de pólen realizada pelo vento, na mesma flor).

c. Teste de primeira visita: nesse tratamento, os botões florais foram ensacados e desensacados apenas quando a flor se abriu. A visita de uma abelha em cada planta deste tratamento foi observada e cronometrada. Após o visitante deixar o tomateiro, a flor foi ensacada novamente, ficando assim até a formação do fruto. Desse modo, foi possível analisar a qualidade do fruto a partir de uma flor visitada por uma única abelha. O processo de marcação e ensacamento é ilustrado na Figura 7.



Figura 7. Ramos e botões florais de tomate marcados com fios coloridos e ensacados com sacos de organza.

3.6. Avaliação dos frutos formados

Por volta de 48 dias após a abertura das flores dos tomateiros, os frutos maduros e saudáveis que estavam identificados foram coletados e levados para o Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Os frutos resultantes dos testes de polinização foram analisados pelos seguintes parâmetros:

- Mensuração da massa através de uma balança digital;
- Valores do comprimento e diâmetro, ambos medidos com o uso de um paquímetro digital;
- Contagem direta do número de sementes produzidas em cada fruto.

3.7. Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o software SYSTAT 12. A verificação da normalidade dos dados foi realizada graficamente. Foram realizadas análises de variância (ANOVAs) para determinar se cada um dos parâmetros associados à qualidade dos frutos de tomate foi afetado por algum dos tratamentos de polinização. Também foi utilizado ANOVA para aferir se o número de sementes teve diferença significativa quando comparamos o teste de primeira visita ao teste de exclusão. A correlação de Pearson foi usada para verificar a relação entre os parâmetros massa, comprimento e diâmetro com o número de sementes dos frutos.

4. RESULTADOS

4.1. Observação e identificação das abelhas no cultivo

Foi observado um total de seis espécies de abelhas no cultivo orgânico de tomate na área urbana do município de Uberlândia-MG, cinco delas pertencentes à família Apidae e uma à família Halictidae, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Abelhas observadas na plantação orgânica de tomate da variedade cereja *gourmet*, na área urbana do município de Uberlândia-MG.

Abelhas observadas	Família	Local de observação
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1761	Apidae	Na folha
<i>Augochlora</i> sp.	Halictidae	Na flor
<i>Exomalopsis</i> sp.	Apidae	Na flor
<i>Plebeia</i> sp.	Apidae	Na folha
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	Apidae	Voando próximo ao tomateiro
<i>Xylocopa</i> sp.	Apidae	Voando próximo ao tomateiro

As únicas espécies observadas visitando as flores de tomate na casa de vegetação durante o período de estudo foram *Exomalopsis* sp. e *Augochlora* sp. (Figura 8), no horário entre 10h00min e 11h00min.



Figura 8. Abelhas coletando pólen nas flores do cultivo de tomate em área urbana de Uberlândia-MG. **A)** *Exomalopsis* sp.; **B)** *Augochlora* sp.

No teste de primeira visita, foi observada a presença de *Exomalopsis* sp. em um total de 12 flores, enquanto que *Augochlora* sp. apenas em duas flores. As abelhas de ambas as espécies pousavam inicialmente em volta do cone de anteras das flores de tomate, agarravam-se no cone com as mandíbulas e movimentavam os músculos alares para que pudessem realizar o *buzz polination*. Ao vibrarem com movimentos circulares no cone de anteras, ocorria à mobilização dos grãos de pólen, os quais ficavam aderidos ao abdômen e outras partes do corpo das abelhas. Após repetirem o processo em outras flores próximas e acumularem grande quantidade de pólen, paravam a vibração e começavam a realizar movimentos repetidos de contato entre suas pernas e abdômen, retirando o pólen do corpo e transferindo-o para as escopas.

4.2. Testes de polinização

Os frutos formados e analisados resultantes do teste de primeira visita por *Exomalopsis* sp. (n = 6) obtiveram em média 4,6 g, 19,8 mm de comprimento, 20,7 mm de diâmetro e 73,7 sementes, enquanto o fruto polinizado por *Augochlora* sp. (n = 1) teve 6,0 g, 20,1 mm de comprimento, 21,5 mm de diâmetro e 99 sementes. (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de massa (g), comprimento (mm), diâmetro (mm) e número de sementes dos frutos resultantes do teste de primeira visita, polinizados por *Exomalopsis* sp. e *Augochlora* sp.

Polinizador	Parâmetros analisados nos frutos produzidos (n=7)			
	Massa (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Sementes
<i>Exomalopsis</i> sp.	4,6	19,8	20,7	73,7
<i>Augochlora</i> sp.	6,0	20,1	21,5	99

Nos dias de colheita, ao chegar ao local, muitos frutos que estavam marcados haviam caído ou não se desenvolveram. Pode-se observar na Tabela 3 que há uma discrepância entre os frutos marcados e coletados, sendo que o teste de exclusão foi o grupo que gerou maior número de frutos para análise, enquanto a livre visitação e o teste de primeira visita tiveram um número menor de frutos produzidos.

Na etapa 2 de produção de tomates, houve problemas com a frequência e qualidade do manejo relacionada à rega e ao controle de pragas. As plantas apresentaram insuficiência de nutrientes, as quais acabaram não resistindo. Portanto, a etapa 2 não foi concluída e o cultivo se tornou inviável, pois as plantas morreram.

Tabela 3. Quantidade de frutos coletados ao final do estudo em relação ao total de botões florais marcados na etapa 1.

Testes	Botões Marcados	
	Botões Marcados	Frutos Coletados
Teste de exclusão	15	14
Livre visitação	15	6
Teste de primeira visita	15	7

Os frutos originados do teste de primeira visita apresentaram em média (\pm erro padrão da média) maior massa ($5,7 \pm 2,6$ g), diâmetro ($20,8 \pm 5,1$ mm) e número de sementes ($77,3 \pm 11$).

Quando comparamos o total de frutos produzidos nos três grupos de tratamentos (\pm erro padrão da média) $4,9 \pm 2,7$ g, diâmetro de $20,8 \pm 4,2$ mm e $64,1 \pm 13,8$ sementes, observamos que os valores são diferentes e os resultados do teste de primeira visita são maiores. Porém, são valores que não podem ser considerados diferentes estatisticamente.

Ao analisar o incremento das abelhas em relação à massa ($4,4$ g) ($F = 1,380$; $gl = 2$; $P = 0,271$), comprimento ($19,8$ mm) ($F = 0,116$; $gl = 2$; $P = 0,891$) e diâmetro ($19,1$ mm) ($F = 1,339$; $gl = 2$; $P = 0,281$) dos frutos coletados do teste de primeira visita, não foi obtida diferença estatística comparada aos outros tratamentos (teste de exclusão e livre visitação) (Tabela 6).

Ao considerar apenas a média do número de sementes geradas, observa-se um valor significativamente maior no teste de primeira visita quando comparado ao teste de exclusão e ao controle ou livre visitação ($F = 6,284$; $gl = 1$; $P = 0,006$). Entre o controle e o tratamento por exclusão, não houve diferença significativa (Tabela 6; Figura 2). Nota-se que as flores que foram visitadas pelas abelhas (teste de primeira visita) geraram frutos com $21,6\%$ ($F = 8,510$; $gl = 2$; $P = 0,009$) mais sementes do que aqueles tomates que apenas sofreram a ação do vento como agente polinizador (teste de exclusão) (Figura 2).

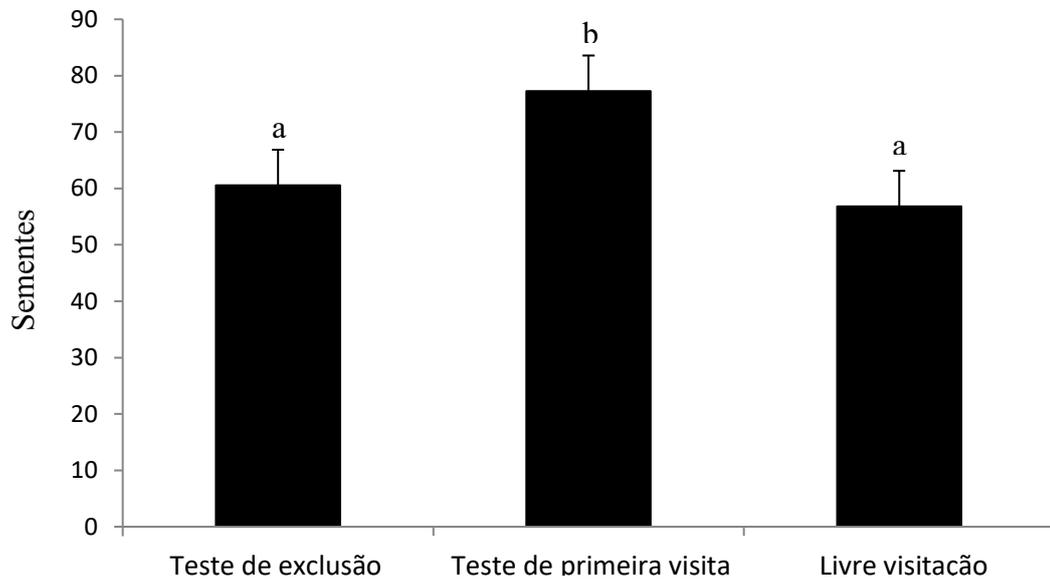


Figura 2. Valores médios (\pm erro padrão) do número de sementes dos frutos de tomateiro da variedade cereja *gourmet* nos diferentes tratamentos (Teste de exclusão; Teste de primeira visita; Livre visitação), em plantação orgânica na área urbana do município de Uberlândia-MG. Letras distintas indicam uma diferença significativa entre os testes ($p < 0,05$).

A correlação de Pearson foi usada para analisar a relação entre os parâmetros massa, comprimento e diâmetro com o número de sementes dos frutos. Foi verificada correlação entre os parâmetros massa e comprimento, massa e diâmetro e comprimento e diâmetro (Figura 3).

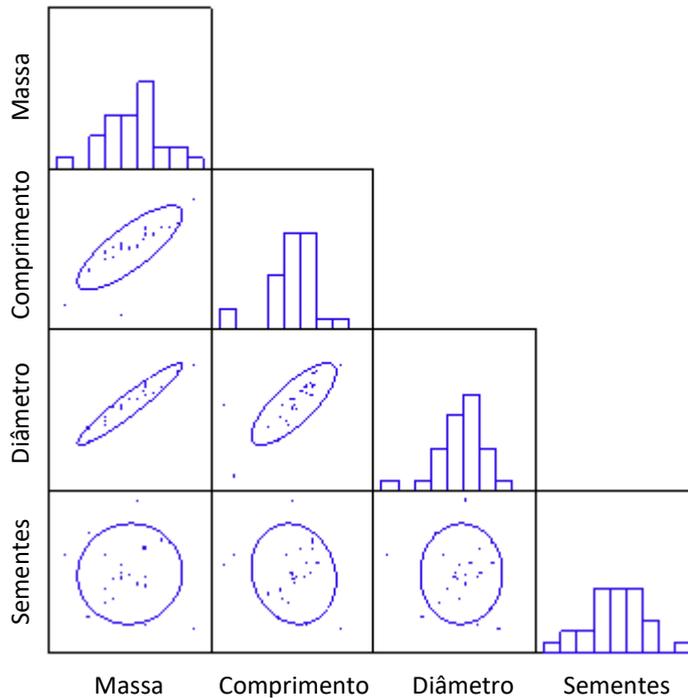


Figura 3. Correlação entre os atributos dos frutos analisados no cultivo orgânico de tomate em área urbana de Uberlândia-MG

4.3. Comportamento e desenvolvimento dos ninhos de *M. quadrifasciata*.

Após abertura das caixas dois dias depois da introdução dos ninhos na casa de vegetação, muitas operárias se chocavam contra a lona usada como cobertura, onde permaneciam e acabavam morrendo.

As operárias eram observadas em atividade de voo às 8h00min, porém, dificilmente eram avistadas próximas às flores dos tomateiros. Mesmo com o treinamento realizado (descrito no item 3.3 - seção Materiais e Métodos), levando-as até as flores do tomateiro, as operárias campeiras continuaram forrageando apenas para fora da área de cultivo. Não foi obtido registro de visita das abelhas da espécie *M. quadrifasciata* no cultivo.

5. DISCUSSÃO

O cultivo de tomate foi visitado por seis espécies de abelhas, a maioria delas pertencente à família Apidae, cuja representatividade é grande, sendo uma das famílias mais diversas e com mais tribos do que qualquer outra (MICHENER, 2007). De acordo com estudos acerca da diversidade de abelhas no Brasil, é possível notar que a maioria das espécies coletadas em cultivares é pertencente a essa família (SANTOS et al., 2014; BORGES et al., 2018). É sabido que as abelhas nativas ocorrem de forma abundante em áreas urbanas. Entretanto, em um estudo realizado em cultivo de tomate na Universidade de São Paulo (USP), no campus de Ribeirão Preto, foram coletadas 17 abelhas da família Halictidae e apenas duas da família Apidae (BISPO DOS SANTOS et al., 2009). Na estufa semiaberta do presente estudo, foi observada apenas uma espécie de abelha da família Halictidae visitando os tomateiros.

Dentre as abelhas observadas no cultivo, notou-se uma maior frequência de visita do gênero *Exomalopsis* (12 visitas). Este resultado é semelhante aos dados em campos abertos de produção de tomate, que frequentemente possuem uma maior abundância de abelhas desse gênero, em especial de *Exomalopsis analis* Spinola, 1853, tanto nos arredores dos cultivos quanto nas flores dos tomateiros (SANTOS & NASCIMENTO, 2011; SILVA-NETO et al., 2013; SANTOS et al., 2014).

Ao analisar a diversidade em fazendas de produção de tomate, são observados resultados como os de Silva-Neto et al. (2013), que relatam a presença de 5 espécies de abelhas visitantes, Santos & Nascimento (2011) com a coleta de 17 espécies diferentes de abelhas e Santos et al. (2014) com uma riqueza de 13 espécies. Comparado a esses números, constata-se que, no ambiente urbano avaliado, ocorreu menor número de abelhas. Este fato pode ser resultante do processo de urbanização, que conta com a retirada de áreas verdes, poluição e introdução de espécies invasoras. Além disso, o fato da área possuir exclusivamente tomate (sem a coexistência de outras espécies de plantas) pode ter influenciado, atraindo uma menor quantidade de abelhas (GHAZOUL, 2006), pois, de acordo com o efeito facilitador de sobreposição ou “efeito magnético”, a sincronia de floração entre diferentes espécies pode ter relação com a quantidade de polinizadores na área (HARDER & JOHNSON 2005; MICKELIUNAS et al. 2006).

Cinco das seis espécies encontradas no presente estudo (exceto *Plebeia* sp.) também foram encontradas nos três estudos citados anteriormente, sendo que quatro delas foram

encontradas por Borges et al. (2018) em área nativa. Desta forma, podemos concluir que a área urbana onde nosso estudo foi realizado apresenta condições que permitem a presença de espécies importantes também em ambientes rurais. Estas condições podem ter conexão com a não utilização de pesticidas no local, como também a proximidade da área de estudo com a área verde do Parque de Santa Luzia, o qual constitui uma das poucas reservas ocupadas por vegetação nativa, que foi transformada em área de Preservação Ecológica pela lei municipal nº 3568 em 1987 (DE SOUZA & DE MELO, 2014). Este parque deve possibilitar a ampliação de ofertas de sítios de nidificação para as abelhas, além de aumentar a disponibilidade de recursos alimentares.

As flores dos tomateiros possuem anteras poricidas e necessitam de vibração para que o pólen seja emerso dos poros apicais (MCGREGOR, 1976; BUCHMANN, 1983). Assim, as visitas de abelhas nativas podem aumentar a transferência de pólen para os estigmas das flores (SILVA-NETO et al., 2013). Em vista disso, podemos destacar a importância da presença de *Exomalopsis* sp. e *Augochlora* sp. nas flores de tomate, sendo que são espécies que realizam o comportamento de *Buzz pollination*. Logo, suas visitas às flores podem ter aumentado a probabilidade à formação dos frutos, como forma adicional à autofertilidade das flores dos tomateiros.

No momento da colheita dos frutos, muitos deles não estavam mais nos ramos ou haviam caído. O tratamento por exclusão foi o único em que quase todos os tomates marcados foram colhidos (14 frutos), diferentemente dos frutos resultantes do teste de livre visita (6 frutos) e do teste de primeira visita (7 frutos). Isso não implica que a perda dos frutos durante o amadurecimento reflète a baixa qualidade, pois não se pode assumir com eficácia a causa de suas perdas.

Ainda que a perda de amostras tenha sido considerável, os valores referentes ao número de sementes variaram estatisticamente. Tanto os tomates do teste de livre visita quanto os do teste de exclusão tiveram um menor número de sementes comparadas ao teste de primeira visita. Este resultado, somado aos valores de massa e diâmetro (que tiveram uma diferença numérica maior, mas não significativa em relação aos outros tratamentos), evidencia o aumento na qualidade de frutos quando submetidos à polinização por abelhas, o que ressalta a importância da existência de polinizadores próximos aos cultivares. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva-Neto et al. (2013), Bartelli & Nogueira-Ferreira (2014), Santos et al. (2014) e Franceschinelli et al. (2015).

Os frutos polinizados por abelhas apresentaram 26,5% mais sementes do que o controle e 21,6% mais sementes do que a polinização pela ação do vento. Segundo Santos et al. (2014), os tomates gerados pela polinização por abelhas em cultivo aberto resultaram 29,46% mais sementes do que o controle, o que corrobora com os resultados do atual estudo.

Diferente dos resultados obtidos em fazendas por Del Sarto et al. (2005), Bispo dos Santos et al. (2009) e Santos et al. (2009), o incremento da espécie *Melipona quadrifasciata* não foi efetivo em cultivo urbano de tomate. Neste estudo, as abelhas adicionadas próximas aos tomateiros não foram observadas visitando as flores em nenhuma etapa do processo, portanto, não se pode afirmar que tiveram alguma influência sobre os atributos dos frutos. Todavia, visto o resultado acerca da qualidade dos frutos produzidos, as espécies *Exomalopsis* sp. e *Augochlora* sp. se mostraram boas polinizadoras e, portanto, podem ser utilizadas como alternativa para o incremento em cultivos semiabertos ou abertos de tomates.

Ambos os gêneros são abelhas solitárias, sendo que espécies de *Augochlora* são facultativamente solitárias, podendo apresentar algumas fases eussociais (DANFORTH & EICKWORT, 1997; DALMAZZO & ROIG-ALCINA, 2015). Já o gênero *Exomalopsis* pode apresentar comportamento comunal ou semisocial (RAW, 1977). A fim de obter formas de manejo adequadas para introdução de ninhos nas produções de tomate, são necessários estudos futuros a respeito da biologia social e de nidificação dessas espécies, os quais são escassos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados permitiram observar espécies nativas presentes em área urbana de cultivo orgânico, além de identificar potenciais polinizadores do tomateiro e contribuir com informações a respeito dos frutos polinizados por duas espécies de abelhas.

A presença de vegetação nativa próxima ao cultivo pode ter contribuído para a ocorrência de polinizadores, pois áreas nativas preservadas podem fornecer recursos essenciais e locais de nidificação, principalmente em centros urbanos, prevenindo, assim, a redução da polinização nessas áreas.

A autofertilidade do tomateiro é capaz de produzir bons frutos para a comercialização sem resíduos de pesticidas, além disso, a polinização adicional por abelhas que fazem o *Buzz polination* possuem a tendência de aumentar a qualidade dos frutos produzidos, desde que tenha um bom planejamento e monitoramento frequente de pragas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultura orgânica no Brasil: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos / Gisele Freitas Vilela... [et al.]. – Campinas: Embrapa Territorial, 2019. 20 p.: il.; (Documentos / Embrapa Territorial, ISSN 0103-7811; 127).

ANVISA. Portaria nº3, de 16.1.1992: ratifica os termos das “diretrizes e orientações referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de agrotóxicos e afins – nº 1 de 09.12.1991”, publicadas no D.O.U. em 13.12.1991. **Diário Oficial da União**, Brasil, 1992.

AQUINO, A. M. & ASSIS, R. L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & sociedade**, v. 10, n. 1, p. 137-150, 2007.

ÁVILA-GÓMEZ, E. S.; MELÉNDEZ-RAMÍREZ, V.; CASTELLANOS, I.; ZURIA, I., & MORENO, C. E. Prickly pear crops as bee diversity reservoirs and the role of bees in *Opuntia* fruit production. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 279, p. 80-88, 2019.

BARTELLI, B. F. & NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L.(Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 510-516, 2014.

SILVA-NETO, C., LIMA, F.G., GONÇALVES, B.B., LIMA, L.B., BERGAMINI, B.A.R., ELIAS, M.A.S. & FRANCESCHINELLI, E.V., Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. *Journal of Pollination Ecology*, vol. 11, no. 6, pp. 41-45, 2013.

BETTIOLL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H. & SILOTO, R.C. Organic and Conventional Tomato Cropping Systems. **Scientia Agrícola**, 61:253-259, 2004.

BISPO DOS SANTOS, S.A.; ROSELINO, A.C.; HRNCIR, M. & BEGO, L.R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, 8: 751-757, 2009.

BORGES, G.; ASSUNÇÃO, R.; SOUZA, L.; SOUSA, A.; SUJII, E. & PIRES, C. Riqueza de abelhas na cultura do tomate e os efeitos das plantas de bordadura como atrativo para estes insetos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

BORGUINI, R. G. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. Tese (Doutorado em) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

BRASIL. Congresso. Senado. Projeto de Lei 659-A de 06 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a agricultura orgânica, altera dispositivos da Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989 e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 007 de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Brasília, DF.

BREEZE, T. D.; BAILEY, A. P.; BALCOMBE, K. G. & POTTS, S. G. Pollination services in the UK: How important are honeybees? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 142, p. 137-143, 2011.

BRITO, L. D. Potenciais impactos de poluentes do ar sobre a biodiversidade urbana: uma abordagem em plantas da família Myrtaceae. Tese (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Instituto de Ciências Ambientais, Universidade do Oeste Paulista, São Paulo, 2018.

BUCHMANN, S. L. & HURLEY, J. P. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**, 72: 639-657. 1978

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiosperms. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York: Scientific and Academic Editions. p. 558, 1983.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P.; CAMARGO, A. M. M. P. & ALVES H.S. Produção em agricultura orgânica: considerações sobre o quadro atual. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, jul. 2004.

DALMAZZO, M. & ROIG-ALSINA, A. Social biology of *Augochlora (Augochlora) phoemonoe* (Hymenoptera, Halictidae) reared in laboratory nests. **Insectes Sociaux**, v. 62, n. 3, p. 315-323, 2015.

DANFORTH, B. N. & EICKWORT, G. C. The evolution of social behavior in the augochlorine sweat bees (Hymenoptera: Halictidae) based on a phylogenetic analysis of the genera. **The evolution of social behavior in insects and arachnids**, p. 270-292, 1997.

DE SÁ TOREZANI, K. R.; PIRES, C. S. S.; LAUMANN, R. A. & SUJII, E. R. Diversidade de abelhas em cultura de aboboreira *Cucurbita pepo* L. no Distrito Federal: influência do sistema de produção e da paisagem. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI R. C. & CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

DEPRÁ, M. S.; DELAQUA, G. C. G. & GAGLIANONE, M. C. 11155-Influência da cobertura florestal sobre a riqueza e frequência de abelhas polinizadoras do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em áreas de plantio no município de São José de Ubá, RJ. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

DE SOUZA, J. R. & DE MELO, C. A. S. M. Os parques urbanos como indicadores de qualidade de vida: análise dos parques urbanos de Uberlândia-MG. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 2, n. 3, 2014.

DIAS, J. A. B. Produção de plantas medicinais e agricultura urbana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 140-143, 2000.

DOS SANTOS, A. B. & DO NASCIMENTO, F. S. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Solanum lycopersicum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 6, n. 3, 2011.

DOS SANTOS TOLEDO, F.; MAZZEI, K. & DOS SANTOS, D. G. Um índice de áreas verdes (IAV) na cidade de Uberlândia/MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 3, p. 86-97, 2009.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. D.; KARKLE, E. N. L.; QUADROS, D. A. D.; TULLIO, L. T., & LIMA, J. J. D. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 224-230, 2010.

FLETCHER, M. & BARNETT, L. Bee poisoning incidents in the United Kingdom. **Bulletin of Insectology**, 56: 141-145, 2003.

FRANCESCHINELLI, E. V.; SILVA NETO, C. M. & ELIAS, M. A. S. Polinização do Tomateiro. Rede Tomate, Projeto "Conservação e Manejo de Polinizadores para uma Agricultura Sustentável, através da abordagem Ecosistêmica", Coordenação: **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e Ministério do Meio Ambiente (MMA)**, 2015.

FREE, J.B. Insect pollination of crops (No. Ed. 2). **Academic press**, 1993.

FREITAS, B.M. & PINHEIRO, J.N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14: 282-298, 2010.

IBGE, Censo demográfico 1940-2010. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; BIESMEIJER, J. & GARIBALDI. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **PLoS One**, v. 12, n. 8, p. e0182274, 2017.

GHAZOUL, J. Floral diversity and the facilitation of pollination. **Journal of ecology**, p. 295-304, 2006.

HARDER, L. D. & JOHNSON, S. D. Adaptive plasticity of floral display size in animal-pollinated plants. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 272, n. 1581, p. 2651-2657, 2005.

JOSHI, N.K.; LESLIE, T.; RAJOTTE, E.G. & BIDDINGER, D.J. Environmental impacts of reduced-risk and conventional pesticide programs differ in commercial apple orchards, but similarly influence pollinator community. **Chemosphere** 240, 124926, 2020.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V. & DA SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, 2007.

MACHADO, A T. & MACHADO, C. T. T. Agricultura urbana. – Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados** (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 48) p. 25, 2002.

MICHENER, C. D. Family apidae. In C. D. Michener (ed.), **The bees of the world**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 2007.

MICKELIUNAS, L.; PANSARIN, E. R. & SAZIMA, M. Biologia floral, melitofilia e influência de besouros Curculionidae no sucesso reprodutivo de *Grobya amherstiae* Lindl.(Orchidaceae: Cyrtopodiinae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 2, p. 251-258, 2006.

MCFREDERICK, Q. S.; KATHILANKAL, J. C. & FUENTES, J. D. Air pollution modifies floral scent trails. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 10, p. 2336-2348, 2008.

MCGREGOR, S.E. Insect pollination of cultivated crop plants. **Agriculture Handbook**. United States Department of Agriculture, Washington DC, 1976

MENZ, M. H. M. et al. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. **Trends in plant science**, v. 16, n. 1, p. 4-12, 2011.

MESQUITA, T. M. S. Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de cerrado. Tese (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

MOUGEOT, L. J. Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. **Cities feeding people series; rept. 31**, 2000.

NASCIMENTO, A. R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P., & de CARVALHO, W. T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 628-635, 2013.

OLIVEIRA, D.; KHATOUNIAN, C. A. & MENDES, F. B. G. Diagnóstico de hortas urbanas do município de Piracicaba, e seus entraves para a conversão para o sistema orgânico de produção. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

ORGANIS & MARKET ANALYSIS. Consumo de produtos orgânicos no Brasil: primeira pesquisa nacional sobre o consumo de orgânicos. 2017. Disponível em: <<http://organis.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Pesquisa-Consumo-de-Produtos-Org%C3%A2nicos-no-Brasil.pdf>> Acesso em: 24/11/2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA – PMU. Banco de dados integrados. Uberlândia: SEPLAMA, 105 p., vol. I 2006. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/documentos/planejamento_urbano_e_meio_amb/BDI_2006_vol_1_RED.pdf>. Acesso em: 05/10/2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA – PMU. Secretaria de meio ambiente e serviços urbanos: Parques municipais. Disponível em:

<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/meio-ambiente/parques-municipais/>. Acesso em: 05/11/2020.

RASMUSSEN, C.; NIEH, J.C.; BIESMEIJER, J.C. Foraging biology of neglected bee pollinators. [Editorial] **Psyche**, p.1-2, 2010.

RAW, A. The biology of two *Exomalopsis* species (Hymenoptera: Anthophoridae) with remarks on sociality in bees. **Revista de Biologia Tropical**, v. 25, n. 1, p. 1-11, 1977.

SANTOS, A. O. R.; BARTELLI, B. F. & NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Potential pollinators of tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality. **Journal of economic entomology**, v. 107, n. 3, p. 987-994, 2014.

SANTOS, S. A. B.; ROSELINO, A. C.; HRNCIR, M. & BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the 113 stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). 114 **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto. v.8, n.2, p. 751-757, 2009.

VALADÃO, R. M.; JUNIOR, O. M. & FRANCHIN, A. G. A avifauna no parque municipal Santa Luzia, zona urbana de Uberlândia, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 2, 2006.

WILLER, H. & LERNOUD, J. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2019. **Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International**, 2019.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA A. A. A. & OLIVEIRA, P. E. A. M. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deneger, Passifloraceae) no Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, frequência de visitas e a conservação de áreas naturais. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia. São Lourenço, 2009.