
ECOLOGIA

ISABELA MELISSA DE SOUZA BRAGAIA

**A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA
POLINIZAÇÃO EM CULTURAS DE CAFÉ NO
MANEJO AGROECOLÓGICO BRASILEIRO**

ISABELA MELISSA DE SOUZA BRAGAIA

**A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA POLINIZAÇÃO EM CULTURAS
DE CAFÉ NO MANEJO AGROECOLÓGICO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Ecóloga.

Orientador: Osmar Malaspina

Coorientadora: Paloma Leopoldino dos Anjos Oliveira

Rio Claro - SP
2022

B813i Bragaia, Isabela Melissa de Souza
A importância econômica da polinização em culturas de café no
manejo agroecológico brasileiro. / Isabela Melissa de Souza Bragaia.
-- Rio Claro, 2022
31 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio
Claro
Orientador: Osmar Malaspina
Coorientadora: Paloma Leopoldino dos Anjos Oliveira

1. Ecologia. 2. Ecologia agrícola. 3. Polinizadores. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ISABELA MELISSA DE SOUZA BRAGAIA

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA POLINIZAÇÃO EM CULTURAS DE CAFÉ NO MANEJO AGROECOLÓGICO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Ecóloga.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Osmar Malaspina

Prof. Dra. Paloma dos Anjos Leopoldino Oliveira

Prof. Dra. Maria José de Oliveira Campos

Prof. Dr. Igor Henrique Freitas Azevedo

Aprovado em: 3 de Fevereiro de 2022



Isabela M S Bragaia (2 de February de 2022 19:03 GMT-3)

Assinatura do discente



Assinatura do(a) orientador(a)



Paloma A Leopoldino Oliveira (2 de February de 2022 12:31 GMT-3)

Assinatura do(a) coorientador(a)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a ecologia por ser um curso tão incrível e que me contemplou demais, eu sou completamente apaixonada por essa ciência que me possibilitou ser a pessoa que sou hoje, cheia de sonhos para mim e para o planeta! Então deixo aqui a minha eterna gratidão a todos que fazem com que esse curso resista. E como diria a turma da Unesp Rio Claro “Dedico a ecologia!”.

Quero agradecer também a toda minha família, por todo apoio e por acreditarem em mim, vocês com certeza foram essenciais para essa formação. A Fabiana de Souza e ao Eduardo Zeller por todo o suporte, acolhimento, educação e por terem despertado em mim a essência de desbravar o mundo, amo vocês! A minha eterna avó Eunice Bueno por cuidar de mim lá de cima. Ao meu namorado Gabriel Peniche por ouvir meus desabafos e me apoiar nesse momento da melhor forma possível.

Agradeço por cada momento vivido na cidade de Rio Claro, e por cada pessoa que cruzou a minha vida. A Vivian Scarabelli por ter me recebido de braços abertos no meu primeiro ano e hoje esteve comigo na última palavra escrita deste TCC. A Flávia Ferlin, Anelise Castro, Abdiel Contiero, Lidia Spaziante, Nielly Lima, Giulia Viseli e Alexandre Fuzaro, vocês deixaram tudo melhor e mais leve, obrigada por cada momento bom vivido e por saberem me ouvir e me apoiar quando eu precisei! E aos meus colegas de sala, vocês foram incríveis, tenho orgulho de todos vocês!

Ao Osmar Malaspina e a Paloma Oliveira, muito obrigada pelo suporte para que esse trabalho fosse realizado.

E por fim, quero agradecer a Deus e ao Universo por nunca me deixarem desistir, pela força interior e pela oportunidade de me colocar no melhor caminho para seguir.

“...Pegemos nossa pá, perguntemos à nossa terra o que lhe está faltando e tratemo-la depois convenientemente dentro dos limites que a natureza nos impõe, e a antiga exuberância voltará aos nossos campos e a prosperidade aos nossos lares.” (Ana Primavesi)

RESUMO

A cafeicultura é uma das atividades econômicas mais importantes para a economia brasileira, porém o plantio visando o método convencional de agricultura tem somado grandes problemáticas no sentido sócio ambiental e que consequentemente pode afetar no sentido econômico a longo prazo se considerarmos a perda produtiva do solo, o declínio de polinizadores, as mudanças climáticas, longos períodos de secas, dentre outros problemas irreversíveis que esse tipo de manejo causa sendo considerado insustentável. O presente trabalho busca, através da revisão bibliográfica, trazer uma alternativa mais sustentável e economicamente viável, para uma produção menos agressiva ao meio ambiente, com mais qualidade e produtividade através do auxílio do polinizador que mais visita floradas de café (a *Apis mellifera*) em conjunto com o sistema de manejo agroflorestal. Assim, exemplificando como funcionaria um modelo econômico onde a sustentabilidade possui um papel fundamental e ideal para garantirmos um futuro melhor para o nosso planeta sem desconsiderar os fatores econômicos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, Economia Ecológica; polinização; sistemas agroflorestais.

ABSTRACT

Coffee growing is the most important economic activities for Brazilian economy, however, planting with the conventional method of agriculture has added major environmental problems and which can consequently affect long-term economic especially considering the loss of the soil, pollinator decline, climate change, more frequent period of drought, among other problems that this type of management causes is considered unsustainable. The present work seeks, through bibliographical review, to bring a more sustainable and economically viable alternative, for less environmentally aggressive production, bring better quality and productivity through the help of the pollinator that most visit coffee blossoms (the *Apis mellifera*) in conjunction with the agroforestry management system. So, exemplifying how an economic model would work where sustainability has a fundamental and ideal role to ensure a better future for our planet without disregarding economic factors.

Keywords: *Coffea arabica*, Ecological Economy; pollination; agroforestry systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo geral	10
2.2. Objetivo específico	10
3. METODOLOGIA	11
4. REVISÃO DE LITERATURA/ RESULTADOS	11
4.1. Economia Ecológica	11
4.2. O café (<i>Coffea arabica</i> L.)	12
4.2.1. O café e a sua relevância econômica	14
4.3. A abelha <i>Apis mellifera</i> e a polinização	15
4.3.1. O declínio da <i>Apis mellifera</i>	16
4.4. A relação entre o café e a polinização das abelhas <i>Apis mellifera</i>	17
4.5. Outras espécies de abelhas que visitam as floradas de café	17
4.6. A Ecologia da Paisagem e a influência entre a polinização de abelhas para culturas de café	19
4.7. O manejo agroecológico do café como atividade ideal	21
4.8. A importância econômica da polinização por abelhas em culturas de café.....	22
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Devido ao seu perfil favorável para as atividades agropecuárias (solo fértil, água abundante e boas condições climáticas) o Brasil mantém o agronegócio como uma das principais atividades econômicas (ASSAD *et al.*, 2012). Porém, esse crescimento tem demandado inúmeros conflitos por ter um olhar exclusivo para a produtividade em grande escala, com o uso crescente de maquinários, fertilizantes e agentes químicos (SANTOS *et al.*, 2014). Esse olhar demonstra a produtividade como via mais rápida de se obter aumento econômico sem considerar os fatores ambientais (FELEMA *et al.*, 2013).

O café é uma planta arbustiva, lenhosa e perene, que possui uma grande importância econômica mundialmente, sendo considerado uma das grandes *commodities* agrícolas. Dentro das 6000 espécies espalhadas pelo mundo, o destaque maior vai para o café arábica, o qual é responsável por 60% a 70% da produção mundial (CARVALHO *et al.*, 2018). Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, participando em média de 24% das exportações mundiais (BLISKA *et al.*, 2009). Sendo assim, a cafeicultura possui uma extrema importância para o país, tanto no sentido de gerar renda e empregos (evitando êxodo rural) quanto na geração de lucro para o Brasil devido à exportação (SIQUEIRA *et al.*, 2011). O manejo do café convencional, o mais utilizado no Brasil atualmente, é caracterizado por um cultivo mais artificial, que não leva em consideração o agroecossistema, e, é altamente dependente de maquinários, combustíveis, pesticidas e fertilizantes químicos (LOPES & FERRAZ, 2009). No entanto, esse tipo de manejo causa grandes desequilíbrios que levam a crises ecológicas (LOPES & FERRAZ, 2009). Além disso, manejos convencionais estão expostos a problemas com instabilizações climáticas, como o períodos de geadas, chuvas de granizo e ventos frios, que podem afetar diretamente a produtividade do cafezal. Uma solução para essa questão é o uso de manejos mais sustentáveis como a arborização (PINTO NETO *et al.*, 2014). Por isso, é necessário também, olhar para o ponto de vista ambiental, para que as gerações futuras não sejam prejudicadas, considerando o conceito da sustentabilidade da agricultura, que procura manter os seus valores, tanto social quanto econômico, mas sem deixar de se preocupar com o impacto ambiental que a atividade pode causar (SIQUEIRA *et al.*, 2011).

Em análises de comparação entre os custos envolvidos na produção do café convencional e de produção orgânica (sem o uso de insumos químicos), o convencional é visto como o mais barato (MUNIZ *et al.*, 2017). Porém, esses valores excluem os gastos de

maneira indireta. Nesses gastos estão incluídos: a contaminação ambiental e alimentar (devido ao uso de agrotóxicos), a perda produtiva dos solos, o uso da água de forma inadequada, o desmatamento (causando a perda de biodiversidade), o assoreamento de rios, e outros fatores que causam desequilíbrio do meio natural (MUNIZ *et al.*, 2017). Nesse sentido, é importante valorizar a produção do café orgânico, pelo qual busca manter o agroecossistema em equilíbrio, utilizando os recursos naturais de forma benéfica e sem prejudicar o meio ambiente (OLIVEIRA, 2012).

Tendo em vista a degradação do solo pelo plantio convencional e outros problemas ambientais, a agroecologia, em destaque aos sistemas agroflorestais (SAFs) é vista como o mais adequada em termos de sustentabilidade, por promover um melhor uso do solo e da água, além de conseguir recuperar áreas que foram degradadas pelo sistema convencional (FERREIRA *et al.*, 2021). Mas para que a sustentabilidade da cafeicultura seja mais valorizada, é preciso considerar alguns fatores que são cruciais para os produtores, e que são encarados como desafios, incluindo a redução de custos, diversificação de culturas, aumento de renda, conservação dos solos, maior qualidade de vida, e melhoria de qualidade do grão de café (TRISTÃO *et al.*, 2019).

A polinização possui uma grande importância em serviços ecossistêmicos, pois promove a variabilidade genética, e o aumento da produtividade e da qualidade de culturas agrícolas (GUIMARÃES *et al.*, 2018). Essa atividade nem sempre foi levada a sério, a partir do contexto histórico das atividades agrícolas, o qual levou a problemas reprodutivos e ao baixo rendimento (CARVALHO NETO, 2010). Esse contexto se deu pela Revolução Verde, que aconteceu entre as décadas de 1960 e 1970, onde a produção agrícola, teve um foco tecnológico para uma maior produção de alimento, no qual, contribuiu para a prática da mecanização e de insumos químicos em plantações, que trouxeram consequências tanto ambientais quanto para saúde humana, dentre as problemáticas já citadas, vale destacar, também, os impactos negativos para os polinizadores (LOPES *et al.*, 2020). Por apresentar um papel importante em serviços ecossistêmicos, a redução da população de polinizadores, além de ser um fator negativo para a biodiversidade, pode resultar em perda econômica através do déficit de polinização (HIPÓLITO *et al.*, 2016), o que por sua vez pode acarretar na diminuição da qualidade do fruto, e, em lucros extras, como no caso da *A. mellifera* que produz mel (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Apesar do café ser considerado autofértil, onde a polinização cruzada (quando a polinização é feita entre flores diferentes através de mecanismos bióticos e abióticos (RAVEN *et al.*, 2007)) não é obrigatória (TEIXEIRA, 2019), estudos mostram que há um aumento de tamanho e qualidade do grão quando são visitados por polinizadores (PERUZZOLO, *et al.*, 2019). Além disso, o valor econômico do serviço de polinizadores em culturas de café no Brasil se mostra grande, com um total de US\$1,899,000,909 (GIANNINI *et al.*, 2015).

Buscando uma maneira de minimizar os impactos negativos do agronegócio, esse trabalho pretende, através da revisão de literatura, mostrar como funciona a economia ecológica através do exemplo de culturas do café agroecológico e analisar a importância da polinização natural para essa atividade, com enfoque para a abelha *A. mellifera*, buscando compreender a sua importância para a economia brasileira e como a polinização das abelhas interfere na qualidade e produção abundante do café, trazendo uma maior visibilidade para esse conhecimento, e mostrando que além da biodiversidade a polinização pode gerar um maior ganho, tanto para a produtividade agrícola de forma mais sustentável, quanto para a valorização das propriedades.

Para que os valores econômicos do café agroflorestal sobressaiam os valores do café convencional, deve ocorrer um aperfeiçoamento técnico, visando melhorar a sua qualidade e reduzir os custos. Esperamos que o uso da polinização natural em culturas de café agroecológicos possa agregar valor através de suas benfeitorias, sendo uma alternativa mais viável de superar os desafios de uma produção mais sustentável.

2. OBJETIVOS

2.1 objetivo geral

Identificar os benefícios gerais de um manejo agroecológico para culturas de grande porte e que traz bastante retorno financeiro para o país como a cafeicultura. Procurando uma solução que cumpra com os valores de uma economia mais limpa e menos destrutiva ao meio ambiente.

2.2 objetivo específico

Mostrar o que tem sido discutido pelos autores levantados nesse trabalho sobre a importância do uso de polinizadores, especialmente a *A. mellifera*, em uma das mais importantes commodities do Brasil, o café, com uma abordagem voltada para a economia ecológica, mostrando que práticas ecossistêmicas não somente são importantes para a biodiversidade e sim economicamente, promovendo uma economia mais sustentável.

3. METODOLOGIA

Para esse trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa com o objetivo de identificar, coletar dados e analisar as publicações que falam sobre todos os pontos levantados nos objetivos. Para tanto foram pesquisadas as seguintes fontes de dados: Scielo, Google Acadêmico, Google Books, Biblioteca da Embrapa, ABIC (Associação Brasileira da Indústria do Café), SBICafé (biblioteca do café), ICO (International Coffee Organization), Web of Science, Science Direct e Periódico Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Foram analisados artigos, papers, exemplares e revistas científicas dos últimos 20 anos, a partir de 2001.

4. REVISÃO DE LITERATURA/ RESULTADOS

4.1 Economia Ecológica

A economia ecológica é um campo disciplinar, relativamente recente (quando comparamos com outras disciplinas relacionadas à economia) e que possui como prioridade a sustentabilidade (ANDRADE, 2008). Esse ramo da economia surgiu durante uma conferência que houve em Barcelona no ano de 1987, em resposta a preocupação com os problemas ambientais e da necessidade de um olhar integrado a outras perspectivas (não dependendo apenas da ecologia ou da economia, e sim de uma relação interdependente entre os dois), porém foi formalmente estruturado com a fundação da ISEE (*International Society for Ecological Economics*) e do periódico *Ecological Economics*, no ano de 1989 (ANDRADE, 2008). A proposta dessa área de conhecimento é a re-interpretação da relação entre o homem, como sistema econômico, e a natureza, representando o meio-ambiente (FERNANDEZ, 2011). Para Barkin et al (2016) a economia ecológica pode ser definida em três perspectivas diferentes: o conservadorismo, onde a natureza é um sistema maior e considera a economia

como um subsistema; o segundo é sobre a crítica da economia convencional a qual se mostra insustentável e deve ser adaptável; e por fim, a visão radical onde o discurso de racionalidade econômica neoclássica (onde apenas se visa o crescimento econômico) precisa acabar.

A agroecologia, por sua vez, é um grande exemplo prático de economia ecológica, justamente por ser uma ciência onde ocorre a interdisciplinaridade, por abranger diversas áreas de conhecimento que se complementam levando em consideração a sustentabilidade e seus pilares (a economia, e as questões sociais e ambientais) como base (CAPORAL *et al.*, 2005).

4.2 O café (*Coffea arabica* L.)

O café é uma angiosperma pertencente à família Rubiaceae. O café-arábica (nome popular) é uma espécie de origem africana, do gênero *Coffea*, no qual é o único que possui valor comercial, dentre 25 espécies importantes, as mais comercializadas são: a *Coffea arabica* L. e a *Coffea canephora* (MACHADO, 2020). A *C. arabica* L. é de característica arbustiva, com uma boa adaptabilidade a diferentes condições climáticas, o seu ciclo de vida pode ser classificado em três períodos diferentes: a fase de crescimento (que se inicia com a germinação a maturidade sexual), a sua produção, e, por fim a decadência fisiológica, levando a morte do arbusto (ARAUJO, 2014). Suas flores são brancas, hermafroditas, e aromáticas, que geralmente se abrem no período da manhã e permanecem abertas durante dois a três dias (SATURNI, 2015). O cafeeiro (*Coffea sp.*) é autofértil, porém a sua polinização pode ser cruzada e isso ocorre em torno de 5% a 15%, na maioria das vezes por insetos, e também, através da ação dos ventos (MATIELLO *et al.*, 2002).

A Figura 1 apresenta a esquematização das fases fenológicas (estudo de cada fase de desenvolvimento de uma planta) do café-arábica, adaptadas para as condições climáticas brasileiras (clima tropical):

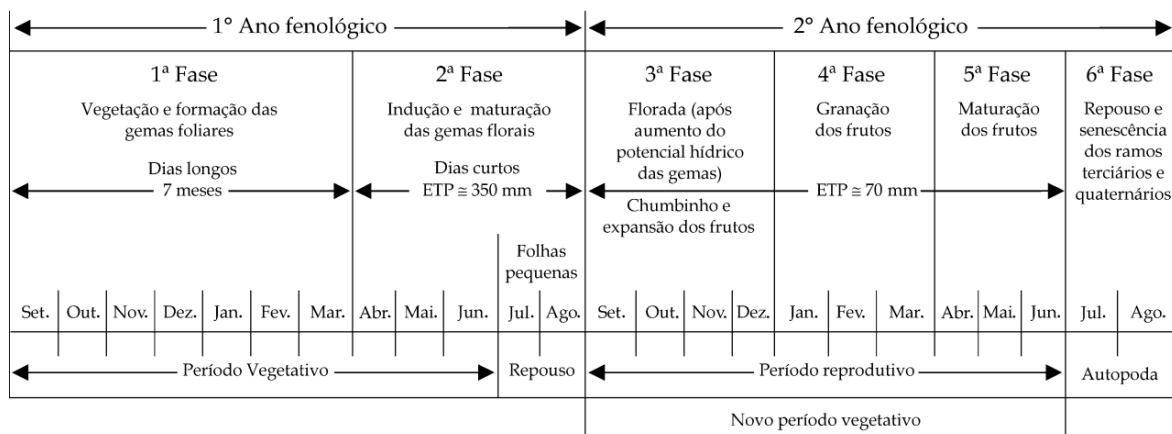


Figura 1. Esquematização das seis fases fenológicas do café-arábica, durante 24 meses, nas condições climáticas tropicais do Brasil. **Fonte:** Camargo & Camargo, 2001.

A esquematização das fases fenológicas do café-arábica, é bastante importante para entendermos a sua complexidade, ela pode ser usada para auxiliar com as pesquisas e observações, permitindo também que identifique as fases pelo qual exigirá água, mantendo um melhor controle e condicionamento para a florada, além de ajudar com outras questões de manejo e operações agrícolas (CAMARGO & CAMARGO, 2001).

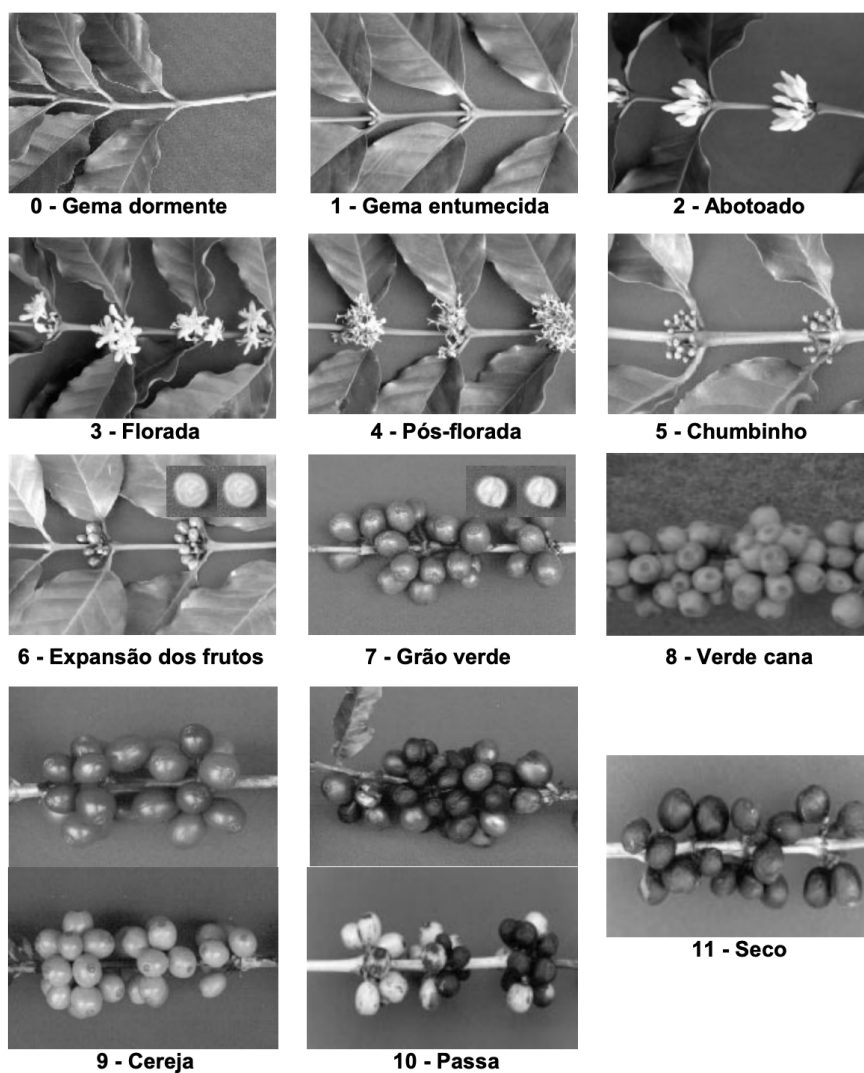


Figura 2. Escala de notas para o desenvolvimento fenológico do cafeeiro. **Fonte:** Pezzopane et al., 2003.

Para entender melhor cada fase do desenvolvimento do cafeeiro, conforme a figura 2, Pezzopane *et al.* (2003, p. 502) citam:

Após o período de repouso das gemas dormentes nos nós dos ramos plagiotrópicos (0) ocorre aumento substancial do potencial hídrico nas gemas florais maduras, devido, principalmente, à ocorrência de um “choque” hídrico provocado por chuva ou irrigação. Nesse estágio, as gemas entumescem (1) e os botões florais crescem devido à grande mobilização de água e nutrientes (2), estendem-se até a abertura das flores (3), e posterior queda das pétalas (4).

Após a fecundação, principia a formação dos frutos, fase denominada “chumbinho” (5), quando os frutos não apresentam crescimento visível. Posteriormente, os frutos se expandem (6) rapidamente. Atingindo seu crescimento máximo, ocorre a formação do endosperma, que segue a fase de grão verde (7), com a granação dos frutos. Para a diferenciar o fim da fase 6 e início da 7 é necessário realizar um corte transversal em alguns frutos para se verificar o início do endurecimento do endosperma. A partir da fase “verde cana” (8) que caracteriza o início da maturação, os frutos começam a mudar de cor (verde para amarelo), evoluindo até o estágio “cereja” (9), e já se pode diferenciar a cultivar de fruto amarelo ou vermelho. A seguir, os frutos começam a secar (10) até atingir o estágio “seco” (11).

4.2.1 O café e a sua relevância econômica

O café é a segunda *commodity* mais comercializada no mundo, perdendo apenas para o petróleo e, o Brasil é um grande líder de exportação de café dominando o mercado internacional (SANTOS, 2012). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC (2020), o café é indispensável na mesa dos brasileiros e, mesmo com a atual crise financeira, devido a pandemia do coronavírus, a sua procura tem aumentado, mostrando que o setor continua economicamente forte. De acordo com a análise de mercado feita pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (2021) durante o período de janeiro a agosto, o Brasil teve um aumento de exportação de 8,7% em comparação com o mesmo período do ano passado.

O café-arábica é bastante apreciado pelas pessoas de modo geral, pelo seu sabor e aroma, ele representa cerca de 60% a 70% da produção mundial de café, e possui o maior valor do mercado (CARVALHO *et al.*, 2018). A Figura 3 mostra a produção de café por tipo, comparando entre os cafés Arábica e Robusta:

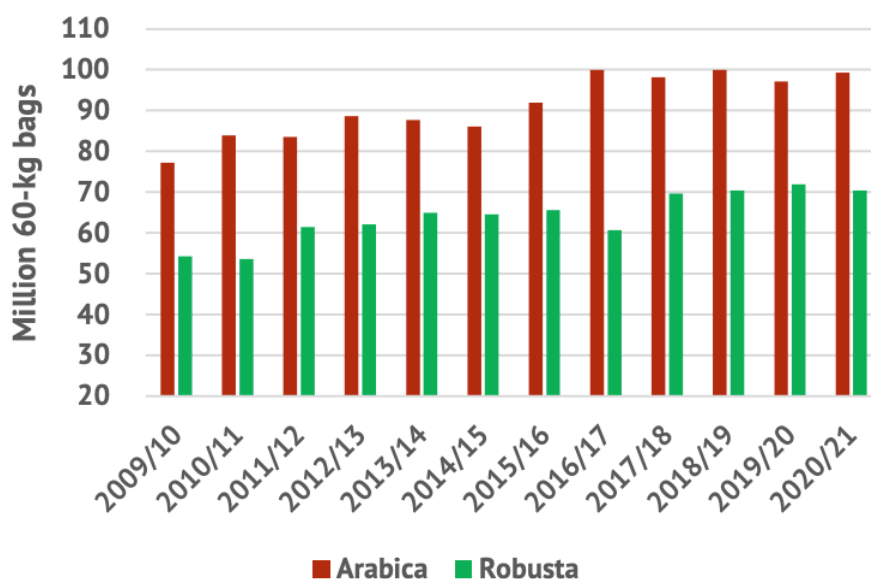


Figura 3. Produção de café por tipo. **Fonte:** International Coffee Organization, 2021.

Em comparação com o ano passado, o consumo mundial de café-arábica teve um aumento de 1,9% mesmo com a situação pandêmica da COVID 19 (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION, 2021).

Em relação a sua extensão de plantio no Brasil, de acordo com o último levantamento da CONAB (setembro de 2021) o café-arábica ocupa a maior área destinada para o plantio de

café, ocupando 81,4% de toda área para a cafeicultura nacional, totalizando um valor de 1.803,4 hectares.

4.3 A abelha *Apis mellifera* e a polinização

As abelhas possuem uma grande importância para a manutenção do planeta por prestar serviços ecossistêmicos como a polinização em plantações e áreas silvestres (BARBOSA *et al.*, 2017). O fato de serem manejáveis contribui bastante para que as abelhas sejam tão reconhecidas como polinizadores para a agricultura, além de auxiliar para a variabilidade genética dos vegetais, ela também é importante para a produção e a qualidade dos frutos de diversas culturas agrícolas (TEIXEIRA, 2019). Dentre cerca de 20 mil espécies de abelhas conhecidas pelo mundo, a *Apis mellifera* é bastante valorizada por sua competência em polinização, auxiliando na produtividade da agricultura e de outras produções extras como o mel, a geleia real, a cera e o própolis (CARVALHO & RAMOS, 2007). A sua importância agrícola também se deve ao fato de ser uma espécie considerada generalista, ou seja, se alimenta do pólen de uma grande quantidade de flores diferentes, sendo fácil de se adaptar (PERUZZOLO *et al.*, 2019).

Além disso a *Apis mellifera* possui um comportamento de forrageamento (busca por recursos alimentares) bastante eficaz e focado no coletivo, esse comportamento é mediado pelo feromônio produzido através de uma glândula, denominada de Glândula de Nasanov, onde é feita a comunicação entre outras abelhas de mesma espécie, indicando fontes de alimento e água, o que pode ser usado como um atrativo para a visita abundante dessas polinizadoras nas culturas de café (MALERBO-SOUZA *et al.*, 2003).

4.3.1 O declínio da *Apis mellifera*

Apesar da sua introdução ter ocorrido em todos os continentes devido a sua importância econômica, cientistas perceberam o impacto negativo que a falta de colônias da *Apis mellifera* faz, não só com produção de mel, mas também, com a polinização de culturas agrícolas em uma escala mundial (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Infelizmente, nos últimos anos, o declínio das abelhas melíferas e o fenômeno do desaparecimento das abelhas de outras espécies têm sido um assunto de grande preocupação para as autoridades, cientistas e legisladores relacionados à agricultura e segurança alimentar em várias partes do mundo, principalmente nos Estados Unidos (FREITAS & NUNES-SILVA, 2012). No Brasil, a falta de conhecimento sobre o número de produtores e

colônias existentes faz com que seja difícil mensurar o quanto de perdas ocorrem, porém as queixas por parte dos produtores têm se tornado cada vez mais comuns na última década, e muitos casos estão associados aos agrotóxicos (PIRES *et al.*, 2016). Esse problema se deve ao fato do uso de defensivos agrícolas em grande escala no país. Em um período de 1964 e 2004 (40 anos) o consumo nacional de agrotóxicos aumentou 700% (SPADOTTO *et al.*, 2004). Há vários relatos recentes e nacionais sobre mortalidade de abelhas associadas à contaminação através do uso irracional de pesticidas (PINHEIRO *et al.*, 2010).

A redução, ou até mesmo a perda total de uma espécie de abelha polinizadora possui um impacto não só com a própria espécie e sim na redução ou até mesmo na perda de espécies vegetais, o estudo e a utilização de medidas, que atendam aos interesses sociais, econômicos e ambientais, são necessários (BARBOSA *et al.*, 2017). Dentre os fatores que causam o desaparecimento de colônias, destaca-se o uso de agrotóxicos e inseticidas que são altamente tóxicos e danosos para a sua orientação fazendo com que elas não achem suas devidas colônias, isso explica o motivo pelo qual elas desaparecem sem vestígios de mortes (IMPERATRIZ-FONSECA, *et al.*, 2012). O manejo inadequado, doenças patogênicas e a má nutrição também são fatores que contribuem para a síndrome que é reconhecida como "*colony collapse disorder*" (CCD) (PIRES *et al.*, 2016).

4.4 A relação entre o café e a polinização das abelhas *Apis mellifera*

Apesar do café ser autofértil, suas flores são bixessuais e apresentam um sistema reprodutivo diverso onde se destacam a dicogamia (quando os órgãos reprodutores aparecem em épocas distintas) e heterostilia (quando o estame e pistilo variam de tamanho), os quais podem interferir no sucesso reprodutivo diminuindo as chances de autofecundação e maximizando a fecundação cruzada, desse jeito, os visitantes florais podem contribuir diretamente para o seu sucesso reprodutivo (TEIXEIRA, 2019). O café também apresenta uma floração sincrônica, onde todas as plantas, de uma certa extensão geográfica, florescem simultaneamente, o que favorece ainda mais a visita das abelhas que estão forrageando (FERRAZ *et al.*, 2020).

Estudos comprovaram que as abelhas *Apis mellifera* são encontradas com mais frequência polinizando cafezais em comparação a outros polinizadores (PERUZZOLO *et al.*, 2019). Em uma pesquisa onde foram feitas a captura de 186 espécies de polinizadores que visitaram uma floração de café, 78% da riqueza de espécies encontradas representavam a

abelha *A. mellifera* (FERRAZ *et al.*, 2020). No sentido de que a polinização pode agregar um maior valor para culturas agroflorestais, por promoverem a reprodução cruzada, aumentando a qualidade de frutos e a quantidade de sementes (MUNIZ *et al.*, 2017), o estudo de Souza *et al.* (2003) concluiu que as abelhas *A. mellifera* provocaram um aumento quantitativo em grãos de café. Além disso, a sócia de uma *startup* brasileira chamada *AgroBee*, afirmou que através de uma análise de qualidade, a polinização de café feito por abelhas pode inclusive melhorar em até 3 pontos na qualidade da bebida (JOKURA, 2010).

O sucesso da *A. mellifera* forragear em culturas de café, também se dá pela sua capacidade de visitar flor em flor, sem danificá-las, carregando o pólen em seu corpo e realizando as transferências de pólen de uma flor para outra, ocasionando em uma polinização bastante efetiva (MALERBO-SOUZA & HALAK, 2012).

4.5 Outras espécies de abelhas que também visitam as floradas de café

Apesar da *Apis mellifera* ser a abelha que mais visita o cafeeiro, é importante ressaltar que outras espécies também aparecem com frequência, que é o caso da *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* (MALERBO-SOUZA *et al.*, 2012). Em um estudo realizado na Bahia a fim de investigar a diversidade e influência de abelhas em uma produção de café trouxe o seguinte resultado:

De 186 abelhas capturadas sobre as flores de café, em dois períodos de floração, obteve-se uma riqueza de 5 espécies. A *Apis mellifera* e a *Trigona spinipes* foram as mais frequentes conforme o gráfico representado na Figura 4 (SILVA, 2013).

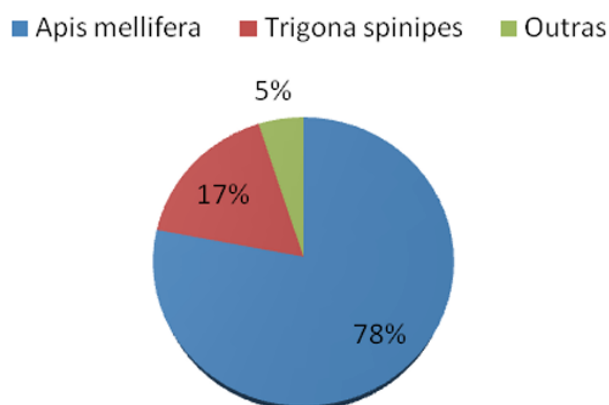


Figura 4: Frequência de abelhas coletadas em flores do café (*Coffea arabica* L.), durante o seu período de floração. Barra do Choça-BA, setembro e outubro de 2012. **Fonte:** Silva, 2013.

Esse estudo foi realizado em uma cultura convencional a céu aberto sem estar próximo a um fragmento florestal, o que pode ter sido um fator que influenciou na pouca riqueza de espécies de abelhas (SILVA, 2013).

Trigona spinipes é uma espécie de abelha nativa que também é vista frequentemente não só visitando floradas de café, como também, outras culturas de grande importância econômica (RIBEIRO, 2010). Essa espécie é caracterizada como sem ferrão ou meliponíneos, e ao contrário de outras espécies com a mesma característica, ela é bastante populosa e possui uma ampla distribuição de ninhos, desse modo, ela se mostra bastante presente, porém apresenta um comportamento agressivo e que pode ser prejudicial para algumas culturas, e para as *Apis mellifera* (RIBEIRO, 2010).

Outros estudos mostram, a importância das espécies nativas e solitárias para uma melhor eficiência durante a polinização, e consequentemente para o aumento da qualidade de tamanho dos grãos de café (KLEIN *et al.*, 2003, & Garibaldi *et al.*, 2013). Em relação à riqueza de espécies de abelhas polinizadoras, o estudo de Klein *et al.* (2003) mostrou que a frutificação de café aumentou de 60% para 90% com a diversidade de abelhas (de 3 para 20 espécies) que visitam as floradas, mostrando assim a importância da visita de mais de uma espécie nas culturas de café. Ainda sabe-se muito pouco sobre a relação entre o café e as espécies solitárias (MACHADO, 2019). Em sua pesquisa, Machado (2019) mostrou que a disponibilidade de abelhas polinizadoras nativas aumenta quando o café está próximo a vegetação nativa, e que houve um ganho produtivo com a visita dessas espécies.

4.6 A Ecologia da Paisagem e a influência entre a polinização de abelhas para culturas de café

A Ecologia da Paisagem é uma disciplina que busca reunir diversas ciências que estudam a paisagem com a finalidade de compreender os aspectos ecológicos e os limites de um determinado ecossistema (MARTINS *et al.*, 2004). Para haver uma maior efetividade e manejo adequado para a utilização da polinização em culturas de café, ou em qualquer outra cultura, deve-se atentar para a paisagem agrícola, a sua manutenção e ao seu entorno, para garantir a preservação dos polinizadores e sua eficácia (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). Para o café, é fundamental que outros recursos sejam oferecidos próximos a cultura, para que a visitação das abelhas polinizadoras seja efetuada (FERRAZ *et al.*, 2020). Um dos grandes motivos é pelo fato de que pode haver dispersão dos polinizadores em busca de

outros atrativos, já que a *Coffea arabica* floresce apenas uma vez ao ano (KLEIN *et al.*, 2003).

Saturni *et al* (2016) analisou a influência da paisagem para comunidade de abelhas e a polinização do café, e confirmou os resultados esperados (Figura 5) após fazer uma comparação entre nove paisagens de grandes regiões produtoras de café:

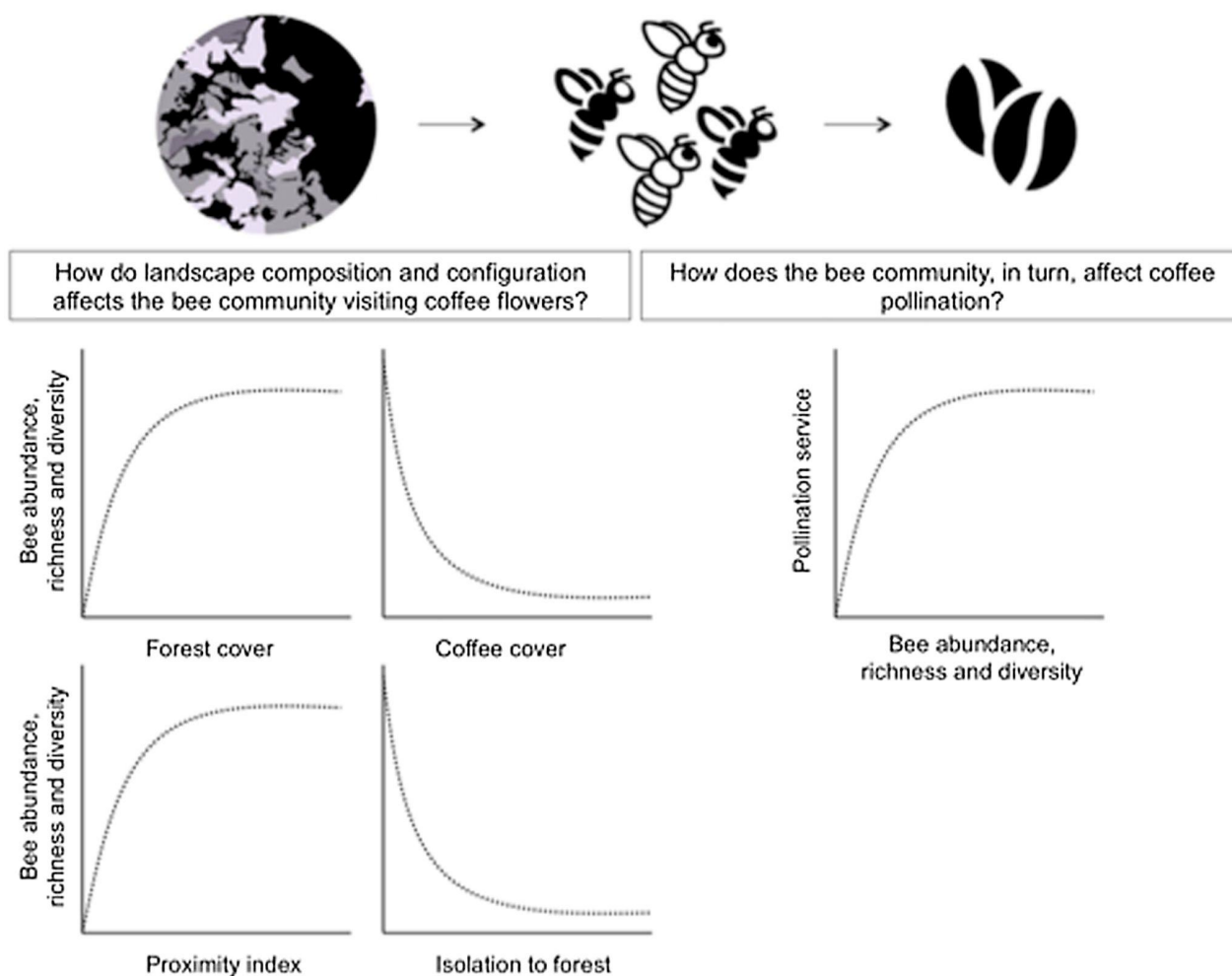


Figura 5. Relações previstas entre métricas da estrutura da paisagem, variáveis da comunidade de abelhas e serviço de polinização. **Fonte:** Saturni et al, 2016.

Atualmente, o meio de produção do café no Brasil é feito, em sua maioria, através de monoculturas expostas ao sol, o que pode ser um fator negativo para a visita de polinizadores, especialmente as abelhas (SATURNI *et al.*, 2016), que trariam benefícios para a produção e aumento da qualidade de grão, o que já foi comprovado em diversos estudos (DE MARCO & COELHO, 2004; KLEIN *et al.*, 2003; NGO *et al.*, 2011; RICKETTS *et al.*, 2004; VERGARA & BADANO, 2009). Em relação a espécies de abelhas nativas, as áreas

analisadas com cobertura florestal demonstraram um fator positivo para a riqueza e diversidade de espécies, enquanto as áreas de cobertura onde possuía apenas café tiveram um resultado negativo (SATURNI *et al.*, 2016). Apesar de ser uma espécie generalista e oportunista, dependendo menos do meio natural do que as espécies nativas, a *Apis mellifera* também teve um resultado contrastante em áreas de cobertura florestal (SATURNI *et al.*, 2016).

Para medir a eficiência em serviços ecossistêmicos, Saturni (2016) levou em conta a frutificação, analisando a relação entre a comunidade de abelhas e a produção de café considerando a paisagem, a frutificação teve um resultado positivo pela abundância de *Apis mellifera* e negativo pela abundância e diversidade de abelhas nativas. Um estudo realizado na Costa Rica, revelou que a produção de plantas que estão próximas a fragmentos florestais aumentou através dos serviços dos polinizadores, e que a diversidade de abelhas e taxa de visitação é maior em locais onde há fragmentos florestais em uma distância de até 100 metros (RICKETTS *et al.*, 2004). Quanto mais longe uma cultura estiver de um fragmento florestal, menor será a frequência e a diversidade de polinizadores (CARVALHEIRO, 2010).

4.7 O manejo agroecológico do café como atividade ideal

De acordo com a análise do mercado cafeeiro feita pela CONAB (2021), as expectativas para a produção a ser colhida em 2022 não são muito boas, pelos fatores ambientais como a seca prolongada e das geadas que ocorreram durante o inverno, o que deixa os produtores de café convencionais preocupados, retraídos e dosando seus estoques. Todavia, essa realidade poderia ser evitada com os sistemas agroflorestais (SAFs). Um estudo feito com SAFs cafeeiros na região do Pontal de Paranapanema - SP, mostrou grandes vantagens do cultivo em sistema agroflorestal. Os autores indicam esse tipo de manejo como uma alternativa para locais onde as condições climáticas são desfavoráveis, uma delas é a redução dos riscos econômicos através das geadas (BLISKA *et al.*, 2012).

Em relação ao clima e aos problemas com a seca, temos estudos que indicam que a taxa fotossintética do cafeeiro atinge a sua máxima em condições moderadas de irradiância, ou seja, altas temperaturas podem reduzir a eficiência fotossintética e causar danos ao seu desenvolvimento (VILLATORO, 2004). Visto isso, é esperado que o manejo agroflorestal (o cafeeiro sendo cultivado em associação com outras espécies arbóreas) seja benéfico por controlar os efeitos da irradiação e modificações de temperatura através de sombreamentos

moderados, adverte-se que o uso do sombreamento excessivo não é recomendado por ser, também, um fator negativo para o desenvolvimento do cafeeiro (VILLATORO, 2004).

Os sistemas agroecológicos são conhecidos por excluir o uso de agrotóxicos, tratando o seu manejo através de insumos naturais em todas as fases da cultura (Richetti *et al.*, 2015). A restauração da diversidade na paisagem agrícola, também é reconhecida como uma grande estratégia para a agricultura sustentável, onde os sistemas agroflorestais surgem como a solução ideal para melhorar as condições socioambientais e socioeconômicas, integrando bens e serviços a outras atividades produtivas (LOPES *et al.*, 2012.). Um exemplo de atividade integrada, que contribui com renda extra para a agricultura familiar agroecológica é a apicultura, que oferece mútuos benefícios para a produção de culturas (através da polinização) e outros ganhos econômicos através de seus produtos (como o mel, própolis e cera) que podem ser vendidos e usados para fins medicinais (WOLFF & GOMES, 2015).

Richetti *et al.* (2015) comparou três diferentes sistemas de produção agroecológica de café e concluiu que o café consorciado com a banana é o mais eficiente do ponto de vista econômico, pelos demais sistemas apresentarem grandes gastos. Porém, essas análises não incluíram o uso da polinização natural, que também pode ser uma boa aposta econômica para a produção agroecológica de café (PERUZZOLO *et al.*, 2019).

Uma das grandes preocupações do manejo agroecológico e do não uso de agrotóxicos está ligada às pragas e doenças, porém, os sistemas orgânicos e agroecológicos tendem a ter solos saudáveis, além de garantir um maior equilíbrio de nutrientes para o vegetal. Assim, as chances de haver visitas indesejadas são bem menores, isso é explicado através da teoria da trofobiose (PEREIRA *et al.*, 2016). Essa teoria está ligada ao manejo agroecológico e é aliada a resistência fisiológica do vegetal, a qual assume que a infestação de pragas acontece pelo desequilíbrio de aminoácidos e açúcares no sistema metabólico vegetal (VILANOVA & SILVA JÚNIOR, 2009).

Um estudo sobre a produção agroecológica de café realizado no Sul de Minas Gerais constatou que a produção orgânica dos últimos quatro anos obteve uma produtividade superior à do sistema convencional, por não utilizar agrotóxicos, através da teoria da trofobiose (LOPES *et al.*, 2012). E a produção pelo sistema agroflorestal obteve uma produtividade de biomassa maior do que em outros sistemas, o resultado desse estudo trouxe evidências sobre maneiras alternativas de cultivo e que evidencia a sustentabilidade econômica, mostrando a importância de um manejo mais sustentável para a cafeicultura (LOPES *et al.*, 2012).

4.8 A importância econômica da polinização por abelhas em culturas de café

A agricultura nos países em desenvolvimento representa mais de dois terços da mundial e é 50% mais dependente da polinização que a dos países desenvolvidos (AIZEN *et al.*, 2008). *Apis mellifera*, como já visto, é o polinizador mais dominante em flores de café, e consequentemente esta é uma espécie de extrema importância para o ponto de vista econômico por melhorar a produtividade dos grãos (PERUZZOLO *et al.*, 2019). O uso das abelhas em culturas desencadeiam outras atividades econômicas como a comercialização do mel orgânico ou agroflorestal, no qual durante toda a sua produção não ocorre a utilização de agrotóxicos ou substâncias químicas (BOTH *et al.*, 2009). Como a apicultura é uma atividade de baixo custo inicial e de fácil manutenção, em comparação com outras atividades agrícolas, pode ser uma boa opção para a renda extra no campo, por justamente corresponder ao tripé da sustentabilidade onde abrange os pontos de vista social (ocupação e emprego no campo), econômico (geração de renda e possibilidade de bons lucros) e o ambiental (pelos serviços ecossistêmicos realizado pelas abelhas para a manutenção do ecossistema e biodiversidade) (FREITAS *et al.*, 2004).

O valor econômico dos serviços ecossistêmicos de polinização, correspondem cerca de 10% de todo o PIB agrícola, equivalente a um valor de US\$200 bilhões ao ano (BARBOSA *et al.*, 2017). Pelo fruto do cafeeiro ser uma importante *commodity* mundial, a presença de polinizadores, principalmente as abelhas, garantem um bom retorno produtivo e qualidade de grãos, atendendo de forma eficaz as demandas do mercado (PERUZZOLO *et al.*, 2019).

Giannini *et al.* (2015) obteve o valor econômico de serviços de polinização de 44 safras diferentes, os resultados obtidos em culturas de café (*Coffea arabica* L) no Brasil foi estimado a US\$1,899,000,909. Na Costa Rica, o valor da polinização empregada através de dois fragmentos florestais próximos às plantações de café, teve uma estimativa de 60 mil dólares por ano (Ricketts *et al.*, 2004).

5. DISCUSSÃO

Muito se fala sobre os valores dos produtos orgânicos/agroecológicos serem mais elevados que produtos convencionais, considerando apenas o produto final, porém nesses valores estão incluídos apenas os custos de produção. Vale destacar, que pelo sistema de produção convencional, os custos baixos também se referem a contaminação ambiental e

alimentar, além da desvalorização de propriedade (como assoreamentos), uso irracional da água e até mesmo a perda produtiva dos solos, danos que afetam a biodiversidade e outros desequilíbrios ecológicos, esses que são excluídos no valor final de um produto (MUNIZ *et al.*, 2017). Além disso, um grande problema do sistema de produção convencional é o uso de agrotóxicos de forma indiscriminada e irresponsável, o qual possui um efeito bastante negativo para a fauna de polinizadores, especialmente para as abelhas (NEUMANN & CARRECK, 2010).

Uma pesquisa realizada entre o IBM (International Business Machines Corporation) em parceria com a NRF (National Retail Federation), em 2020, concluiu que o consumidor atual aceita pagar mais caro em produtos que são sustentáveis e transparentes acerca de sua procedência. O estudo ouviu cerca de 19 mil pessoas de 28 países diferentes, incluindo o Brasil. A ideia era abranger idades, gerações e grupos demográficos diversos, o resultado foi que 57% dos consumidores estão dispostos a mudar os hábitos de compra e ter mais responsabilidade com o meio ambiente (IBM & NRF, 2020).

Nesse sentido, os SAFs atendem as demandas atuais, sendo um modelo ideal de desenvolvimento e tecnologia sem prejudicar ainda mais os recursos naturais do planeta (MACHADO *et al.*, 2020). No ponto de vista do café brasileiro, onde maior parte do cultivo é feito através de monoculturas a pleno sol, o manejo através de sistemas agroflorestais vem ganhando espaço e proporcionando vantagens para uma melhor qualidade e produtividade, alinhado à sustentabilidade (MACHADO *et al.*, 2020).

Para complementar, no sentido de encontrar soluções mais sustentáveis para a produção de café, vários artigos citaram que a polinização do café pela *Apis mellifera* se mostrou bastante eficiente por aumentar a produtividade e qualidade dos grãos de café, além de ser o polinizador que mais visita as suas floradas (MALERBO-SOUZA, 2004; MALERBO-SOUZA & HALAK, 2012; PERUZZOLO *et al.*, 2019 SATURNI *et al.*, 2016). A integração de um manejo mais sustentável com o uso da polinização natural é uma atividade totalmente ligada ao tripé da sustentabilidade onde se preza os aspectos: sociais, por gerar empregos e ocupação no campo; econômicos, por gerar renda e possibilidade de lucros extras; e ambientais, pelo fato de serem polinizadores naturais (FREITAS *et al.*, 2004). Para o uso das abelhas em culturas é requerido um certo cuidado e manejo adequado para realmente obter sucesso com a produção, e não acabar perdendo colmeias, a manutenção de fragmentos florestais próximo as culturas de café é uma das atividades necessárias para garantir a diversidade e quantidade de polinizadores ideais para garantir a polinização assertiva da

cultura, trazendo benefícios para os grãos e em consequência para os ganhos financeiros (FREITAS & NUNES-SILVA, 2012).

6- CONCLUSÃO

Os estudos levantados neste trabalho mostram a melhora na qualidade dos frutos do café através da polinização da *Apis mellifera*, acarretando em uma melhor produtividade e fortalecimento econômico. Também foram encontrados artigos que citaram a melhora de qualidade do fruto através da riqueza de espécies de abelhas polinizadoras, porém é necessário pesquisas com mais aprofundamento nesse assunto. Em relação a polinização pela *A. mellifera*, os resultados obtidos demonstram ser uma solução viável, para uma melhor produção em manejos agroecológicos e orgânicos de café, além de oferecer benefícios econômicos de renda extra para os produtores, como a produção de mel, cera, própolis e a polinização de outras culturas. Assim, incentivando cada vez mais as práticas sustentáveis de produção agrícola. Cabe ressaltar que para a utilização desse método, é necessário o conhecimento do manejo adequado e sustentável das abelhas, para que de fato se aproveitem desse benefício sem causar desequilíbrios ecológicos. Estudos sobre o manejo de polinizadores no Brasil, principalmente para as espécies nativas de abelhas, projetos de incentivo e educação ambiental no campo devem ser melhor explorados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aizen, M.; Garibaldi, L.; Cunningham, S. & Klein, A. **“How Much Does Agriculture Depend on Pollinators? Lessons from Long-term Trends in Crop Production”**. Annals of Botany, 103(9): 1579, 2009.

Aizen, M.; Garibaldi, L.; Cunningham, S. & Klein, A. **“Long-term Global Trends in Crop Yield and Production Reveal no Current Pollination Shortage but Increasing Pollinator Dependency”**. Current Biology, 18(20): 1572-1575, 2008.

ANDRADE, Daniel Caixeta. **Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica**. Leituras de economia política, v. 14, p. 1-31, 2008.

ARAUJO, Melina Alcalá de. **A presença de Coffea arabica L.(Rubiaceae) em fragmento florestal: aspectos da história de vida e sua interação com a comunidade vegetal**. 2014.

ASSAD, Eduardo Delgado; MARTINS, Susian Christian; PINTO, H. P. **Sustentabilidade no agronegócio brasileiro**. Embrapa Informática Agropecuária-Livro científico (ALICE), 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. **Indicadores da Indústria de Café no Brasil**, 2020.

BARBOSA, Deise Barbosa et al. **As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização**. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BARKIN, D et al. **La significación de una Economía Ecológica radical**. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. V. 19,p. 01-14. 2012. Disponível em: Acesso em: 18 janeiro 2016.

BLISKA, Flávia et al. **Impactos da produção cafeeira em sistema agroflorestal para o desenvolvimento sustentável de regiões degradadas**. Transferência de conhecimento em Portugal e Espanha: função e eficácia dos organismos de interface acadêmica nos sistemas regionais de inovação...10 composição e distribuição das estruturas morfológicas dos aglomerados no, p. 126. 2012

BLISKA, FM de M. et al. **Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil**. Embrapa Café-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2009.

BOTH, J.P.C.L.; BOTH, A.L.C.M.; KATO, O.R.; OLIVEIRA, T.F. **Mel na Composição da Renda em Unidades de Produção Familiar no Município de Capitão Poço, Pará, Brasil**. Congresso Latino Americano de Agroecologia e Congresso Brasileiro de Agroecologia. Curitiba, 2009.

CAMARGO, Ângelo Paes de; CAMARGO, Marcelo Bento Paes de. **Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil**. *Bragantia*, v. 60, p. 65-68, 2001.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio; PAULUS, Gervásio. **Agroecologia como matriz disciplinar para um novo paradigma de desenvolvimento rural**. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia. 2005.

CARVALHEIRO, Luísa G. et al. **Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas**. *Journal of Applied Ecology*, v. 47, n. 4, p. 810-820, 2010.

CARVALHO NETO, Francisco Humberto de. **Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadoras do café (*Coffea arabica* L.) ecológico e sombreado no Maciço de Baturité-Ceará**. 2010.

CARVALHO, André Cutrim et al. **Panorama e importância econômica do café no mercado internacional de commodities agrícolas: uma análise espectral**. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, p. 223-249, 2018.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Brasília, 2021.

DE MARCO, Paulo; COELHO, Flávia Monteiro. **Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production**. *Biodiversity & Conservation*, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. **Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade**. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 51, p. 555-573, 2013

FERNANDEZ, Brena Paula Magno. **Ecodesenvolvimento, desenvolvimento sustentável e economia ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional?**. *Desenvolvimento e meio ambiente*, v. 23, 2011.

FERRAZ, Marcela et al. **Abelhas polinizadoras e produção de frutos e sementes em café convencional**. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 4, p. 4227-4237, 2020.

FERREIRA, Cleber Cássio et al. **Cafeicultura: Recuperação de áreas degradadas e uso de práticas agroecológicas no manejo do café em região de montanhas**. 2021.

FREITAS, Breno Magalhães; NUNES-SILVA, Patrícia. **Polinização agrícola e sua importância no Brasil**. Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves, p. 103-118, 2012.

FREITAS, Débora Gaspar Feitosa; KHAN, Ahmad Saeed; SILVA, Lúcia Maria Ramos. **Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará**. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, p. 171-188, 2004.

GARIBALDI, Lucas A. et al. **Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance.** *science*, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

GIANNINI, Tereza C. et al. **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil.** *Journal of economic entomology*, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

HIPÓLITO, Juliana; VIANA, Blandina Felipe; GARIBALDI, Lucas A. **The value of pollinator-friendly practices: synergies between natural and anthropogenic assets.** *Basic and Applied Ecology*, v. 17, n. 8, p. 659-667, 2016.

IBM (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) E NRF (NATIONAL RETAIL FEDERATION). *ibm.com*. Estudo IBM: **Consumidores pagam em média 35% a mais por produtos sustentáveis e de procedência transparente em 2020.** Nova York: Institute for Business Value (IBV), 2020. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-ibm-consumidores-pagao-em-media-35-a-mais-por-produtos-sustentaveis-e-de-procedencia-transparente-em-2020/>. Acesso em: 20 out. 2021.

ICO (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION). **Coffee prices underwent further increases in September 2021 but volatility lessened substantially while the market continues to be driven by weather in Brazil and by covid-related disruption affecting trade in Asia.** p. 5 2021

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. et al. **O desaparecimento das abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não melíferas na polinização.** *Doc.(Embrapa Semi-Árido. Online)*, v. 249, p. 210-233, 2012.

JOKURA, Tiago. **Aluguel de abelhas: Startup do interior paulista conecta produtores rurais e apicultores com o objetivo de aumentar a produtividade no campo de forma sustentável.** *FAPESP*. out, 2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/aluguel-de-abelhas/> acesso em: 07 nov. 2021.

KLEIN, Alexandra-Maria; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; TSCHARNTKE, Teja. **Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae).** *American Journal of Botany*. v. 90, n. 1, p. 153-157, 2003.

LOPES, Paulo Rogério et al. **Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 7, n. 1, p. 25-38, 2012.

LOPES, PRC; FERRAZ, José Maria Gusman. **Caracterização do manejo de agroecossistemas cafeeiros convencional, orgânico-mineral, orgânico e agroflorestal em Minas Gerais.** In: Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. Anais: agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável Curitiba: ABA: SOCLA, 2009. 1 CD-ROM., 2009.

LOPES, Rodrigo Alberto; SALES, Nathana Izabela Silva; EPIFANIO, Maristela Lima Figueiredo Guimarães. **Contexto histórico da atividade apícola como prática agroecológica e sua expansão no cerrado do Norte Goiano**. Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020.

MACHADO, Alessandra Helena Ramires et al. **A Cultura do Café (Coffea arabica) em Sistema Agroflorestal**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 3, n. 3, p. 1357-1369, 2020.

MACHADO, Ana Carolina Pereira. **Um cafezal em flor: o papel dos recursos tróficos, de nidificação e do entorno na manutenção do serviço de polinização do café inserido em uma matriz de campo rupestre em Diamantina-Minas Gerais**. 2019.

MALERBO-SOUZA, Darclet Teresinha et al. **Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.)**. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 40, p. 272-278, 2003.

MALERBO-SOUZA, Darclet Teresinha; HALAK, Andre Luis. **Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”**. Científica, v. 40, n. 1, p. 01-11, 2012.

MARTINS, Éder de Souza et al. **Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. 2004.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. MAPA/ PROCAFÉ e Fundação Pro café, p. 387, 2002.

MUNIZ, Elaine Barbosa et al. **Apicultura na comunidade areias em sistemas agroecológicos e de produção orgânica**. RealizAção, v. 4, n. 7, p. 33-50, 2017.

NEUMANN, P. CARRECK, N. L. **Honey Bee Colony Losses**. Journal of Apicultural Research, v.49,n.1,p.1-6, 2010.

NGO, H. T.; MOJICA, A. C.; PACKER, L. **Coffee plant–pollinator interactions: a review**. Canadian Journal of Zoology, v. 89, n. 8, p. 647-660, 2011.

OLIVEIRA, Renato Alves de. **Planejamento da conversão do café convencional para o orgânico: um estudo de caso**. 2012.

PEREIRA, Renata Cunha et al. **Café com Agroecologia na Zona da Mata de Minas Gerais**. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2016.

PERUZZOLO, Marina Carvalho; DA CRUZ, Bruna Costa Ferreira; RONQUI, Ludimilla. **Polinização e produtividade do café no Brasil**. PUBVET, v. 13, p. 152, 2019.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo et al. **Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica**. Bragantia, v. 62, p. 499-505, 2003.

PINHEIRO, José Nunes; FREITAS, Breno Magalhães. **Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros**. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 1, p. 266-281, 2010.

PINTO NETO, José Nunes et al. **Efeito das variáveis ambientais na produção de café em um sistema agroflorestal**. 2014.

PIRES, Carmen Sílvia Soares et al. **Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, p. 422-442, 2016.

RAMOS, Juliana Mistroni; CARVALHO, NC de. **Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera***. *Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal*, v. 6, n. 10, p. 1-21, 2007.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. In: *Biologia vegetal*. p. 830-830, 2007.

RIBEIRO, M. de F. **Abelha Irapuá (*Trigona spinipes*): comportamento polinizador e destrutivo e em plantas nativas e cultivadas**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMANA DOS POLINIZADORES, 2., 2010, Petrolina. Palestras... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010., 2010.

RICHETTI, Alceu; MOTTA, I. de S.; MARIANI, Andressa. **Competitividade econômica da produção de café em sistema agroecológico**. Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

RICKETTS, Taylor H. et al. **Economic value of tropical forest to coffee production**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, 2004.

SANTOS, Christiane Fernandes dos et al. **A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar**. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, p. 33-52, 2014.

SANTOS, Meline de Oliveira. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos de cafeeiros cultivados em um gradiente de altitude na Serra da Mantiqueira**. 2012.

SATURNI, Fernanda Teixeira. **Efeito da estrutura da paisagem sobre a diversidade de polinizadores e a efetividade da polinização do café**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2016.

SATURNI, Fernanda Teixeira; JAFFE, Rodolfo; METZGER, Jean Paul. **Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 235, p. 1-12, 2016.

SILVA, Marcela Ferraz. **Abelhas visitantes florais e produção de frutos e sementes em café convencional**. 2013.

SIQUEIRA, Halloysio Miguel de; SOUZA, Paulo Marcelo de; PONCIANO, Nivaldo José. **Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade**

socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. Revista Ceres, v. 58, n. 2, p. 155-160, 2011.

SOUZA, D.T.M.; COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A.; SOUZA, J.C. **Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica*, L.).** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, USP:São Paulo, n.40, v.3, p.272-278, 2003. WIESE, H. **Apicultura: Novos Tempos.** 2. ed. Guaíba: Agrolivros, p.378, 2005.

SPADOTTO, Claudio A. et al. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações.** Embrapa Meio Ambiente-Documents (INFOTEC-A-E), 2004.

TEIXEIRA, Victor Rezende. Efeito da polinização por abelhas na frutificação do café. 2019. VERGARA, Carlos H.; BADANO, Ernesto I. **Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 129, n. 1-3, p. 117-123, 2009.

VILANOVA, Clélio; SILVA JÚNIOR, Carlos Dias da. **A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica.** 2009.

VILLATORO, María Antonieta Alfaro. **Matéria orgânica e indicadores biológicos da qualidade do solo na cultura do café sob manejo agroflorestal e orgânico.** 2004.

WOLFF, Luis Fernando; GOMES, João Carlos Costa. **Beekeeping and agroecological systems for endogenous sustainable development.** Agroecology and Sustainable Food Systems, v. 39, n. 4, p. 416-435, 2015.