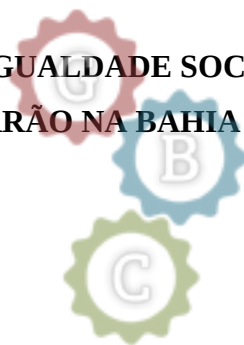
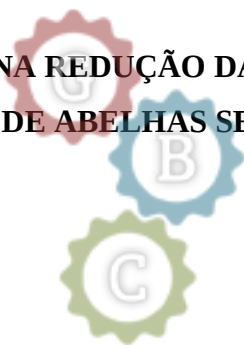
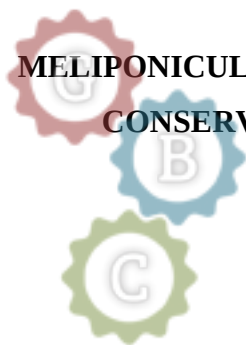




UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO (PPGGBC)



MELIPONICULTURA NA REDUÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIAL E
CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NA BAHIA

LEYDIANE DA CONCEIÇÃO LAZARINO

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



JEQUIÉ - BA
2020

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



LEYDIANE DA CONCEIÇÃO LAZARINO

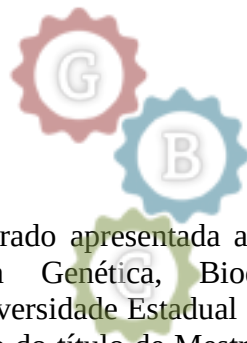


Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

**MELIPONICULTURA NA REDUÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIAL E
CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NA BAHIA**



Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para obtenção do título de Mestre em Genética, Biodiversidade e Conservação.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt



**Jequié - BA
2020**



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

L431m - Lazarino, Leydiane da Conceição.

Meliponicultura na redução da desigualdade social e conservação de abelhas sem ferrão na Bahia / Leydiane da Conceição Lazarino.- Jequié, 2020.

69f.

(Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob orientação da Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt)

Rafaella Câncio Portela de Sousa - CRB 5/1710. Bibliotecária – UESB - Jequié

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em
Genética, Biodiversidade e Conservação



UESB



Governo do
Estado da Bahia

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Recredenciada pelo Decreto Estadual
Nº 16.825, de 04.07.2016

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “MELIPONICULTURA NA REDUÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIAL E CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NA BAHIA”.

Autor (a): Leydiane da Conceição Lazarino

Orientador (a): Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO, pela Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt – UESB / Jequié, BA

Prof. Dr. Marcelo Cervini – UESB / Jequié-BA

Profa. Dra. Lorena Andrade Nunes – FTC / Jequié-BA

Data de realização: 08 de setembro de 2020.

Campus de Jequié

(73) 3528-9725 | ppgbc@uesb.edu.br

Campus de Itapetinga
Praça da Primavera, 40
Bairro Primavera
CEP 45.700-000
PABX: (77) 3261 - 8600

Campus de Jequié
Rua José Moreira Sobrinho, s/n
Bairro Jequezinho
CEP 45.200 - 000
PABX: (73) 3528 - 9600

Campus de Vitória da Conquista
Estrada do Bem Querer, km 4
Bairro Universitário
CEP: 45031 - 300
PABX: (77) 3424 - 8600

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação
Genética, Biodiversidade e Conservação
Genética, Biodiversidade e Conservação



AGRADECIMENTOS

Deus sempre em primeiro lugar, não estaria aqui sem Ele.

Aos meus pais Ana Lúcia e Edmundo por me proporcionarem a realização do meu sonho de Bióloga, e agora Mestre.

A minha irmã Daniella (Dani) que sempre esteve ao meu lado.

Aos meus familiares, em tudo que eu precisasse estavam prontos a ajudar-me de alguma maneira.

À minha tia Antônia que nunca me deixou faltar nada, obrigada também pela dedicação

À Minha vó Iraci que desde o momento que entrei na Universidade jamais mediu esforços para ajudar-me.

À minha tia Maria Helena que sempre me incentivou em tudo.

À minha vó Lindaura que toda vida me deu atenção e carinho.

À minha amiga de infância Izana, de longas datas, em que mesmo distante sempre me fez bem e não disse que era para eu ficar no meu mundinho.

À minha amiga Sâmela que sempre me apoia, me ouve e me ensina.

Aos amigos da graduação para o mundo, Adriele, Jonathan, Rebeca e Ramon que acompanharam tudo e sempre estiveram juntos comigo.

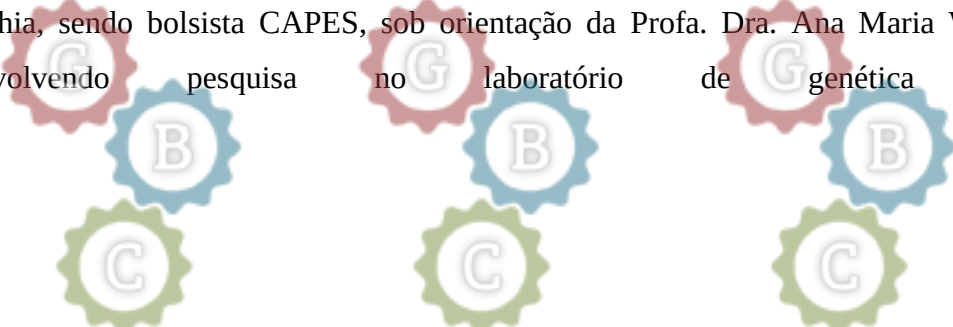
A minha orientadora Ana Maria, mãe científica, conselheira, amiga, que acredita no meu desempenho e que mostrou-me que posso ir além.

Aos amigos do Laboratório de Genética Molecular (Matheus, Lorena, Letícia, Hannah, Rute, Igor, Professora Carol, Jádilla e Raiana), que estiveram presentes nos meus erros, acertos do laboratório e dividindo alegrias e tensões, de várias formas me ajudaram.



BIOGRAFIA

Leydiane da Conceição Lazarino, filha de Ana Lucia da Conceição Lazarino e Edmundo Lazarino, nasceu em 20 de maio de 1989, Gandu, Bahia. Coursou Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em genética pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Jequié, de 2012 a 2016. Durante a graduação começou a iniciação científica de 2013 a 2016 no laboratório de genética molecular sob orientação da Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt, no primeiro semestre de 2016, apresentou monografia intitulada: “Diversidade genética de *Melipona mandacaia* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) no estado da Bahia”. Em 2017 foi bolsista de nível técnico CNPq, no Herbário da UESB, sob orientação da curadora Guadalupe Edilma Licona de Macedo. Em 2018 ingressou no mestrado pela Pós-graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sendo bolsista CAPES, sob orientação da Profa. Dra. Ana Maria Waldschmidt, desenvolvendo pesquisa no laboratório de genética molecular.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Genética, Biodiversidade e Conservação

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Genética, Biodiversidade e Conservação



RESUMO

As abelhas são os polinizadores mais importantes do mundo, mas encontram-se ameaçadas devido a fatores como desmatamento, fragmentação de habitat, monoculturas e agrotóxicos. Nesse contexto, a meliponicultura vem sendo amplamente discutida como uma atividade que auxiliará a conservação frente às ações antrópicas. Assim, os objetivos desse estudo foi realizar um diagnóstico da meliponicultura na Bahia bem como verificar se os meliponários são capazes de manter diversidade genética que permita a sobrevivência das populações. Para isso, foi aplicado um questionário a um grupo de meliponicultores baianos sobre os benefícios da meliponicultura tanto para geração de renda quanto para conservação das abelhas. Para as análises genéticas foram coletadas amostras de colônias de *Melipona mondury* e *M. mandacaia* oriundas de meliponários e de regiões próximas a esses. Como resultado foi identificado que, além de criarem para comercialização dos subprodutos como pólen, mel e geoprópolis, os meliponicultores mencionaram como motivos da criação a conservação das espécies e a polinização das plantas de suas propriedades como motivo para a criação. Os meliponários das duas espécies estudadas apresentaram diversidade genética semelhante às populações do entorno demonstrando que a criação pode estar auxiliando na conservação das abelhas e do estoque genético das populações.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade; Economia; Estoque genético; Meliponicultores; Meliponini.





ABSTRACT

Bees are the most important pollinators in the world, but they are threatened due to factors such as deforestation, habitat fragmentation, monocultures and pesticides. In this context, meliponiculture has been widely discussed as an activity that will help conservation in the face of anthropic actions. Thus, the objectives of this study were to carry out a diagnosis of meliponiculture in Bahia, as well as to verify whether meliponaries are capable of maintaining genetic diversity that allows the survival of populations. For this, a questionnaire was applied to a group of Bahia meliponicultors about the benefits of meliponiculture both for income generation and for the conservation of bees. For genetic analysis samples were collected from *Melipona mondury* and *M. mandacaiá* colonies from meliponaries and from regions close to them. As a result, it was identified that, in addition to creating by-products for commercialization such as pollen, honey and geopropolis, honey farmers mentioned the reasons for creating the conservation of species and the pollination of plants on their properties as a reason for creation. The meliponaries of the two species studied showed genetic diversity similar to the surrounding populations, demonstrating that the breeding may be helping in the conservation of the bees and the genetic stock of the populations.

KEYWORDS: Biodiversity; Economy; Genetic stock; Meliponicultors; Meliponini.

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO:

Figura 1. Capacitação dos meliponicultores no município de Várzea da roça, Bahia.

Fonte: Lazarino, LC

Figura 2. Capacitação dos meliponicultores no município de Pindobaçu, Bahia. Fonte:

Lazarino, LC

Figura 3. Operárias de *Melipona mandacaia*. Fonte: Lazarino, LC.

Figura 4. Ninho de *Melipona mondury* evidenciando operárias e rainha fisogástrica.

Fonte: Lazarino, LC

CAPÍTULO 1:

Figura 1. Mapa com os 27 municípios onde estão instalados os meliponários dos entrevistados no estado da Bahia. 1-Capela do Alto Alegre (1), 2-Caraíbas (1), 3-Tremedal (1), 4-Gandu (1), 5-Irecê (1), 6-Itagi (1), 7-Jaguaquara (1), 8-Jeremoabo (1), 9-João Dourado (1), 10-Ribeirão do Largo (1), 11-Presidente Tancredo Neves (1), 12-Vitória da Conquista (1), 13-Uibaí (3), 14-Cruz das Almas (1), 15-Canarana (1), 16-Salvador (1), 17-Ilhéus (1), 18-Alagoinhas (2), 19-Feira de Santana (1), 20-Monte Santo (1), 21-São Gabriel (1), 22-Mata de São João (1), 23-São Desidério (1), 24-Alcobaça-Ba (1), 25-Pindobaçu (1), 26-Várzea da Roça (1) e 27-Tucano(1).

Figura 2. A) Proporção dos produtos mais comercializados pelos meliponicultores. B) Valores médios dos produtos comercializados, e custo médio mensal de manutenção do meliponário (barra cinza). C) As razões pelas quais os meliponicultores desenvolvem a prática. D) As maiores dificuldades citadas pelos entrevistados.

Figura 3. A) Renda *per capita* domiciliar de cada uma das cidades amostradas, e renda *per capita* do estado da Bahia. B) Proporção das espécies mais criadas nos meliponários. C) Proporção das espécies mais produtivas nos meliponários. D) Proporção das espécies criadas e que ainda são encontradas no ambiente natural.

CAPÍTULO 2:

Figura 1. Localização dos meliponários e suas colônias naturais ao entorno de *Melipona mondury* no Bioma mata Atlântica (verde) e *Melipona mandacaia* no Bioma Caatinga (amarelo), amostradas no estado da Bahia.

Figura 2. Inferência Bayesiana gerada pelo STRUCTURE Selector revelando a formação de K=2 para a análise de diversidade genética de *Melipona mondury* (grupo 1: Meliponários e grupo 2: Bahia).

Figura 3. Análise genética e espacial do Geneland para *Melipona mondury*, com a formação de dois grupos. Os meliponários ficaram juntos (verde) e ninhos ao entorno (cinza).

Figura 4. A- Frequência alélica por locus/grupos e B- Inferência de agrupamento bayesiano evidenciando formação de dois grupos (1: M-SG + Bahia e grupo 2: M-JD).

Figura 5. Análise de estrutura espacial evidenciando dois grupos (verde= M-JD Bahia e cinza=M-SG + Bahia).



LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1:

Material suplementar 1. Questionário elaborado para a entrevista aos meliponicultores dos municípios no estado da Bahia.

Material suplementar 2. Espécies criadas nos meliponários de cada cidade, as que ainda são encontradas na natureza e aquelas citadas pelos meliponicultores como as mais produtivas*.

Material suplementar 3. Localidades em que estão instalados os meliponários, os biomas em que estão inseridos, a profissão e a cidade em que reside os meliponicultores entrevistados.

CAPÍTULO 2:

Material suplementar 1. Localidades de coleta da *Melipona mondury* e *Melipona mandacaia* no estado da Bahia

Material suplementar 2. Distância par a par em km das localidades utilizadas para o estudo de diversidade genética de *Melipona mondury*

Material suplementar 3. Distância par a par em km das localidades utilizadas para o estudo de diversidade genética de *Melipona. mandacaia*

Material suplementar 4. *Loci* microssatélites que foram utilizados para análises moleculares de *Melipona mondury* no estado da Bahia.

Material suplementar 5. *Loci* microssatélites que foram utilizados para análises moleculares de *Melipona mandacaia* no estado da Bahia.



LISTA DE ABREVIATURAS

DNA: Ácido desoxirribonucleico

M-JD: Meliponário João Dourado

M-JE: Meliponário Jequié

M-PTN: Meliponário Presidente Tancredo Neves

M-SG: Meliponário São Gabriel



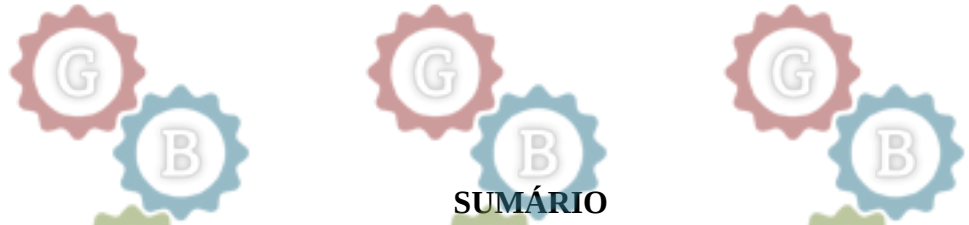
Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 ASPECTOS ECONÔMICOS QUE AFETAM A BIODIVERSIDADE	15
2.2 MELIPONICULTURA COMO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	17
2.3 ASPECTOS GERAIS SOBRE AS ABELHAS SEM FERRÃO IMPORTANTES PARA CRIAÇÃO	18
2.4 ESPÉCIES CRIADAS EM MELIPONÁRIOS NA BAHIA	20
2.5 A IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE GENÉTICA E USO DE MARCADORES MICROSSATÉLITES	22
3. OBJETIVOS	24
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
5. CAPÍTULO 1	31
MELIPONICULTURA: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NATIVAS E REDUÇÃO DA POBREZA	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
AGRADECIMENTOS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
MATERIAIS SUPLEMENTARES	42
6. CAPÍTULO 2	48
OS MELIPONÁRIOS PODEM ATUAR COMO ESTOQUE GENÉTICO PARA ABELHAS SEM FERRÃO?	49
INTRODUÇÃO	49
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
MATERIAIS SUPLEMENTARES	67



1. INTRODUÇÃO

As abelhas destacam-se pela sua importância econômica e ecológica sendo recentemente consideradas pela ONU (Organizações das Nações Humanas) os animais mais importantes para a sobrevivência da espécie humana. Entretanto, têm-se observado uma redução significativa quanto ao número de espécies em várias regiões do planeta em consequência das ações antrópicas que resultam em destruição dos habitats naturais das abelhas. Dessa forma, tendo como proposta aliar a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento sustentável, a meliponicultura ou a criação de abelhas sem ferrão é uma atividade em larga expansão no Brasil. Acredita-se que essa prática nasceu na Península de Yucatã, no México e no Brasil com os índios Kayapós. A meliponicultura constitui uma prática informal, com potencial para gerar renda por meio da comercialização de subprodutos produzidos pelas abelhas sem ferrão como mel, pólen e geoprópolis, principalmente mas com potencial de crescimento quanto a venda de enxames, aluguel de colônias para polinização e uso na educação ambiental. A meliponicultura vem se destacando como uma prática que possibilita abrigo para as abelhas, já que seus habitats naturais e locais de nidificação vem sendo destruídos.

Entretanto, para que a meliponicultura não seja uma prática nociva às abelhas, é importante que se tenha conhecimento prévio sobre as espécies manejadas e que estas conservem no meliponário variabilidade genética suficiente para manter potencial evolutivo e responder às mudanças ambientais. Deste modo, esse estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico geral da atividade na Bahia, por meio de um questionário, e, estimar a variabilidade genética em meliponários de duas espécies (*Melipona mondury* e *M. mandacaiá*) manejadas no estado da Bahia. Para tanto, dividimos essa dissertação em dois capítulos: Capítulo 1: Meliponicultura: potencialidades e limitações para a conservação de abelhas nativas e redução da pobreza; e Capítulo 2: Os meliponários podem atuar como estoque genético para abelhas sem ferrão?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos econômicos que afetam a Biodiversidade

O contraste entre a pobreza e os *hotspots* de biodiversidade representam grave ameaça a eficácia de medidas para a conservação (Chaigneau et al., 2014). Neste sentido, as discussões acerca de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, que é a capacidade de uma população explorar recursos naturais para sua sobrevivência atentando-se a conservação de tais recursos, vêm crescendo (Lima & Pozzobon, 2005; Ganem, 2011). O propósito é encontrar formas de associar a conservação da Biodiversidade com o desenvolvimento, ou subsistência, das populações humanas (Molotoks et al., 2017; Meng et al., 2019)

A vulnerabilidade socioeconômica de parte da população humana faz com que suas demandas sejam supridas a partir da utilização de recursos naturais, sendo necessário viabilizar formas de subsistência no combate à pobreza e, consequentemente, à degradação ambiental (Moreto & Schons, 2007; Rai, 2019). De acordo com os dados do IBGE (2017), cerca de 50 milhões de brasileiros vivem na linha de pobreza, o equivalente a aproximadamente 25% da população nacional, e a Região Nordeste apresenta mais de 40% da população afetada. A renda familiar mensal considerada na linha da pobreza é de aproximadamente R\$ 491,17, o equivalente a R\$ 16,37 por dia.

No Brasil, 35% dos filhos com pais na faixa de maior pobreza não conseguem sair desta condição. Em contrapartida, indivíduos em situação de baixa renda têm a maior mobilidade social, ainda que, assim como em outros países da América Latina, onde há altos índices de recorrência à pobreza, pela instabilidade no mercado empregador (OECD, 2018). As regiões de alta Biodiversidade geralmente tem populações de baixa renda (Fisher & Christopher, 2007), explorando até áreas protegidas. Por isso medidas eficazes são necessárias para evitar a perda contínua, ligando a conservação de áreas ambientais e economia.

Dentre as atividades capazes de conciliar a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico, está a criação de abelhas sem ferrão, denominada meliponicultura. Essa prática além da comercialização de produtos, garante a polinização das plantas nativas e cultivadas (Nogueira-Neto, 1997; FAO, 2009). Os ecossistemas brasileiros possuem condições favoráveis à criação como: clima quente, uma flora rica em diversas espécies que fornecem pólen, néctar e resina, florada distribuída ao longo do ano, além de diversas espécies de abelhas sem ferrão produtoras de mel e um grande mercado com boa cotação para ele (Venturini, 2008).

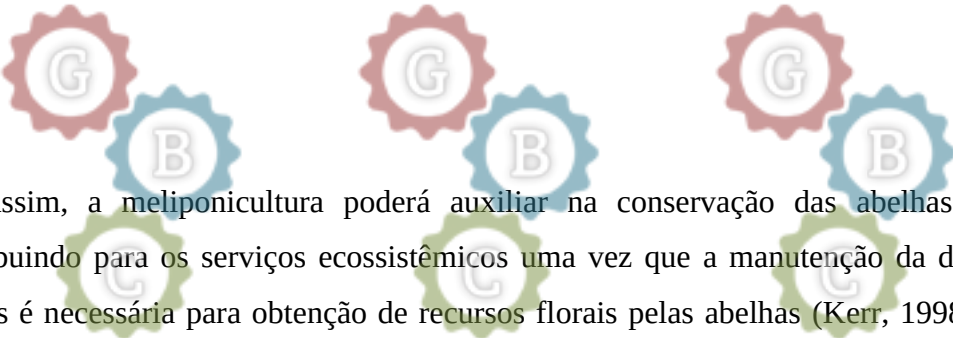
A valoração dos produtos das abelhas como mel, pólen e venda de enxames varia conforme a espécie de abelha e a região do país. Por exemplo *M. scutellaris*, na região nordeste é considerada uma das mais criadas pela sua produtividade de mel e multiplicação de colônias (Villas-Bôas, 2018). A *Tetragonisca angustula* é também bastante criada, com produção inferior mas com o mel valorizado pelas propriedades nutricionais e medicinais (FAO, 2018).

2.2 Meliponicultura como desenvolvimento sustentável

A criação de abelhas sem ferrão em caixas racionais pode representar uma alternativa para a conservação das espécies em suas áreas de ocorrência, e consequentemente auxiliar na conservação de espécies vegetais nativas polinizadas por estes insetos (Costa et al., 2014; Maia et al., 2017). Em um país como o Brasil com alto nível de mobilidade social (OECD, 2018), a prática da meliponicultura pode constituir para inúmeras famílias em condição de pobreza, fonte mínima de renda para sua sobrevivência. Essa é uma atividade bastante difundida nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, tendo o mel, como principal produto comercializado (Alves et al., 2007).

Além da comercialização dos produtos, os meliponicultores podem se beneficiar do aluguel de suas colônias para fins de polinização de cultivares melhorando assim a produção agrícola e a produtividade das colônias (Imperatriz-Fonseca et al., 2017; Villas-Bôas, 2018). E outro fator que deve ser considerado é que a meliponicultura também pode auxiliar com a educação ambiental pois as abelhas sem ferrão não apresentam o perigo de ferroar e podem permitir maior interação do público com elas (Ferreira et al., 2013). Essa interação pode despertar interesse científico, auxiliar no desenvolvimento das comunidades e na conservação ambiental (Quezada-Euán et al., 2018).

Somando-se aos itens anteriores, as abelhas contribuem para aumentar a produção agrícola a partir da polinização por auxiliar na produção de frutos maiores, com mais sementes e maior quantidade de nutrientes (Venturieri, 2008, Ricketts et al., 2008). Aproximadamente 87% das angiospermas precisam dos polinizadores para perpetuação das espécies, sendo as abelhas as polinizadoras mais frequentes entre os insetos (Michener, 2007; Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010). Segundo os dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2018), mais de 75% das espécies de angiospermas plantadas no mundo são polinizadas por alguma espécie de abelhas. E, de acordo com Klein et al., (2007) aproximadamente 33% da alimentação humana dependem das abelhas.



Assim, a meliponicultura poderá auxiliar na conservação das abelhas sem ferrão, contribuindo para os serviços ecossistêmicos uma vez que a manutenção da diversidade de plantas é necessária para obtenção de recursos florais pelas abelhas (Kerr, 1998; Imperatriz-Fonseca, 2004; Kerr et al., 2005). Por isso, a criação pode ser uma forma de fortalecer a economia local, unindo valores socioeconômico e cultural, bem como contribuir com a conservação de meliponíneos e a flora, que representa recursos para nidificação e fontes de néctar e pólen (Lima & Nogueira, 2017).

2.3 Aspectos importantes para criação

Ao iniciar uma criação é necessária a formação técnica do meliponicultor a qual pode ser adquirida por meio de cursos (Figuras 1 e 2) e palestras de capacitação que discutem aspectos gerais da biologia, ecologia, técnicas de manejo e comercialização dos produtos das abelhas (Cortopassi-Laurino et al., 2006, Carvalho-Zilze & Nunes-Silva, 2012; Jaffé et al., 2015). Os encontros de meliponicultores também permitem uma interação do grupo, gerando incentivo às boas práticas e divulgação de estudos científicos permitindo assim uma aproximação do produtor com pesquisadores e/ou instituições de pesquisa como Institutos Federais e Universidades (Wolff & Gomes, 2015; Ribeiro & Lima, 2015; Mustaffa et al., 2018).



Figura 1. Capacitação dos meliponicultores no município de Várzea da roça, Bahia. Fonte: LC, Lazarino.



Figura 2. Capacitação dos meliponicultores no município de Pindobaçu, Bahia. Fonte: Lazarino, LC.

Em relação a quais espécies criar, como são espécies nativas recomenda-se que se criem aquelas que ocorram naturalmente na região já que elas são adaptadas e dependentes das condições ecológicas locais (Nogueira-Neto, 1997; Villas-Bôas, 2012; Villas-Bôas, 2018). Para reduzir o impacto em populações naturais, os meliponicultores devem adquirir seus

exames por compra de outros criadores, em áreas de risco e árvores mortas ou por ninhos armadilha (Oliveira et al., 2009; Carvalho-Zilse et al., 2011).

Também pelo fato de serem nativas, esses insetos estão sujeitos a uma regulamentação específica sobre a criação desses animais - Resolução nº 496, de 19 de agosto de 2020 (CONAMA, 2020 - Disciplina o uso e o manejo sustentáveis das abelhas nativas-sem-ferrão em meliponicultura). Alguns artigos importantes dessa resolução podem ser destacados, como o Art 3.º: A troca de colônias ou a permuta será permitida para o melhoramento genético ou diversificação da espécie para atividade de manutenção de colônias sem finalidade comercial ou econômica, para produtores dentro de um mesmo bioma de até 49 colônias”, o “Art. 5º: O meliponário regularmente autorizado poderá comercializar colônias, ou parte delas, desde que seja resultado de multiplicação das suas matrizes, e o Art. 6º A obtenção de colônias matrizes para meliponicultura deverá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, mediante: I - apanha na natureza por meio de recipiente-isca; II - aquisição de meliponário devidamente autorizado; III - depósito pelo órgão ambiental competente; ou IV - resgate de colônias.

Além da resolução nacional, cada estado brasileiro está construindo a sua, sendo que para a Bahia, a resolução mais recente foi publicada em 29 de janeiro de 2018 (Lei Nº 13.905 - **Dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de Abelhas Nativas sem Ferrão (meliponíneos), no Estado da Bahia**) regulamentando sobre as espécies que podem ser criadas, a forma de translocação de colônias, número de colônias em meliponário e comercialização dos produtos.

2.4 Espécies criadas em meliponários na Bahia

Há mais de 20 anos, os produtos e subprodutos das abelhas sem ferrão são utilizados para fins lucrativos e medicinais na Bahia (Costa-Neto, 1998; Alves et al 2005)). Em muitos meliponários as abelhas ainda são criadas em cortiços, como forma mais rústica, e também em caixas racionais que facilitam o manejo minimizando a perda das colônias (Cortapassi-Laurino & Nogueira-Neto, 2016).

Segundo a Lei nº 13.905 cerca de 54 espécies de abelhas sem ferrão ocorrem no estado da Bahia, apesar desse número provavelmente ser maior. Dentre elas, estão a *Melipona mondury* e *M. mandacaia*, que habitam em condições ambientais diferentes.

Melipona mandacaia

A *Melipona mandacaia* Smith, (1863), é uma abelha sem ferrão endêmica da caatinga estando sua distribuição natural associada ao Rio São Francisco e seus afluentes nos estados nos Estados do Piauí, Pernambuco e Bahia (Figura 3) (Mendes et al. 2019). Seu tamanho corpóreo é similar ao de *M. quadrifasciata*, tamanho médio. Constroem seus ninhos em ocos de árvores, mais precisamente *Comiphora leptophloeos* (umburana-de-cambão), cuja maior parte da sua distribuição encontra-se no bioma da Caatinga (Alves et al. 2016). Porém, o desmatamento contínuo pode acarretar o desaparecimento dessas abelhas, e mesmo com sua importância econômica e ecológica colônias da *M. mandacaia* estão sendo reduzidas pelas ações antrópicas (Batalha-filho et al., 2011; Prado-Silva et al., 2016).

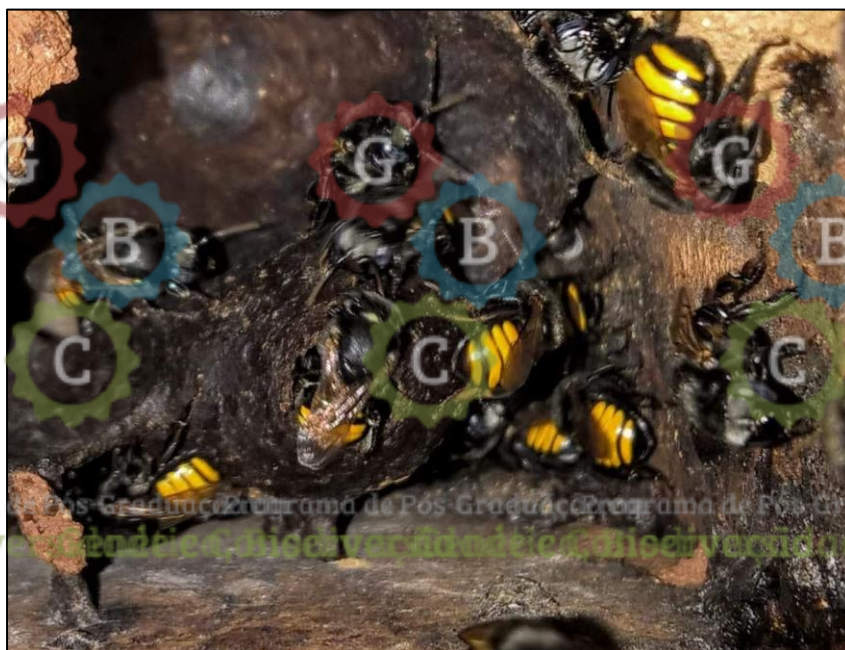


Figura 3. Operárias de *Melipona mandacaia*.
Fonte: Lazarino, LC.

Melipona mondury

A *Melipona mondury* Smith, (1863) é conhecida como urucu amarela, tem sua distribuição nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Melo, 2003) (Figura 4). A floresta típica para ocorrência da *M. mondury* é formada por árvores de grande porte, com hastes retas e troncos sólidos, o dossel é contínuo apresentando uma altura média de 30m, características estas comuns às florestas tropicais da Mata Atlântica. No estado da Bahia, a *M. mondury* tem sua ocorrência em 102 dos 417 municípios (Souza et al., 2012).



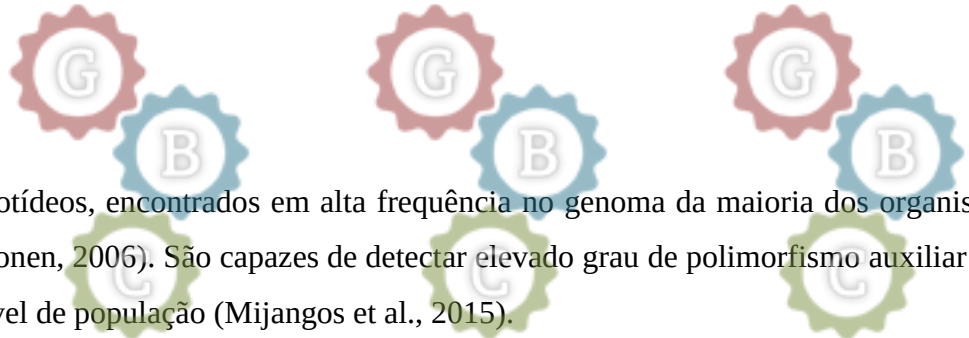
Figura 4. Ninho de *Melipona mondury* evidenciando operárias e rainha fisogástrica.
Fonte: Lazarino, LC

2.5 A importância da diversidade genética e Uso de marcadores microsatélites

O estudo sobre diversidade genética permite uma caracterização a nível populacional e de indivíduos, para observar se estão saudáveis e livre de ameaças (Francisco et al., 2013). A manutenção da variabilidade genética é essencial para a conservação das populações, mantendo-as saudáveis (Farias et al., 2009).

No âmbito das técnicas moleculares, vários métodos têm sido utilizados para a investigação da variação genética em populações naturais. Estas técnicas, além de permitirem a identificação de efeitos da fragmentação sobre a variabilidade genética das populações remanescentes, também têm sido úteis em programas de manejo para conservação de populações.

Os marcadores moleculares baseados em PCR (Reação em cadeia de Polimerase tem sido muito úteis na investigação da diversidade genética Alves et al., 2011; Bonatti et al., 2014; Caixeta et al., 2016). Um dos marcadores amplamente utilizados nesses estudos são os microsatélites (SSRs) que são sequências repetidas em *tandem* contendo de um a seis



nucleotídeos, encontrados em alta frequência no genoma da maioria dos organismos (Selkoe & Toonen, 2006). São capazes de detectar elevado grau de polimorfismo auxiliar na resolução ao nível de população (Mijangos et al., 2015).

Além de possuir multialelismo, herança mendeliana e codominância, que permitem a identificação de heterozigotos (Selkoe & Toonen, 2006). Por detectarem alta taxa de polimorfismo, esses marcadores, permitem abordar processos ecológicos e evolutivos, sendo amplamente utilizados estudos genéticos populacionais (Arias et al., 2010; Tavares et al., 2013).

Uma das desvantagens do marcador é a necessidade de desenvolvimento de *primers* ou iniciadores espécie/específico, porém quando isso não é possível tem-se utilizado com sucesso a transferabilidade de *primers* para a caracterização da diversidade genética populacional (Viana et al., 2011). Quando não existe em literatura *primers* desenhados para a espécie a ser estudada, é realizado testes com os específicos de táxons relacionados, assim, são denominados *primers* heterólogos (Campelo, 2014).

Essas características reunidas fazem com que tais marcadores sejam ideais para o mapeamento genético e físico dos genomas, para a identificação e discriminação de genótipos e estudos de genética de populações (Francisco et al. 2006; Francisco; Santiago; Arias, 2013). Nos últimos anos diversos estudos vêm sendo realizados com abelhas que tem por finalidade estimar a diversidade genética das populações (Tavares et al., 2013; Silav et al., 2018), entender como os fatores evolutivos têm atuado sobre estas (Viana et al., 2013), como essas populações estão estruturadas e se existe fluxo gênico entre elas (Miranda et al., 2012), parentesco (Viana et al., 2015; Kein et al., 2007; Carvalho- Zilze et al., 2009; da Silva et al., 2018). Assim, aplicações de técnicas da genética molecular e de populações são particularmente informativas, pois fornecem parâmetros populacionais e caracterização de espécies para a conservação e manejo da vida silvestre (Ramirez & González, 2018).

Portanto, levando-se em consideração a importância das abelhas sem ferrão, seja no contexto social ou ambiental, realizamos um levantamento entre meliponicultores na Bahia sobre a contribuição da meliponicultura para geração de renda e se a variabilidade genética pode ser mantida nos meliponários.



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar se os meliponários contribuem para o aumento da renda familiar e bem como para conservar os estoques genéticos de abelhas sem ferrão no estado da Bahia.

3.2 Objetivos específicos

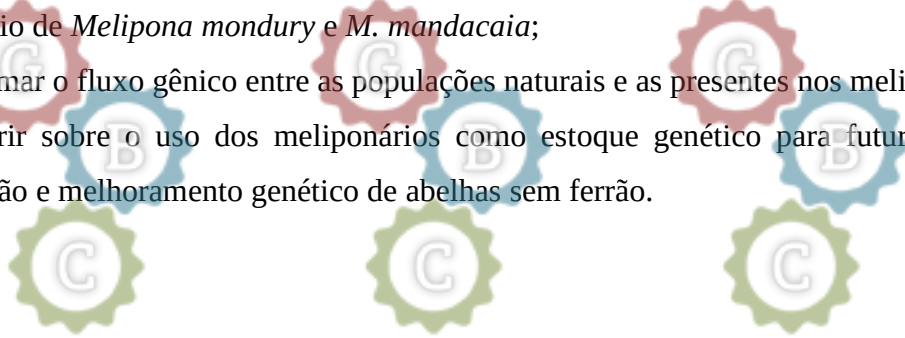
Analisar as potencialidades e limitações da meliponicultura como prática para a conservação das espécies nativas de abelhas sem ferrão;

Discutir se a meliponicultura como alternativa de fonte de renda para a redução da desigualdade social no estado da Bahia;

Avaliar o quanto a diversidade genética das populações naturais está sendo mantida em meliponário de *Melipona mondury* e *M. mandacaia*;

Estimar o fluxo gênico entre as populações naturais e as presentes nos meliponário;

Inferir sobre o uso dos meliponários como estoque genético para futuros planos de conservação e melhoramento genético de abelhas sem ferrão.



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, R. M. de O.; Carvalho, C. A. L.; Souza, B. de A.; Justina, G. D. 2005. Sistema de produção para abelhas sem ferrão: uma proposta para o estado da Bahia. SÉRIE MELIPONICULTURA, n 03. 1 edição. Cruz das Almas – Bahia.

Alves, T. T. L., da Silva Barbosa, R., de Holanda Neto, J. P., Santos, W. D., e Silva, J. N. 2011. Estudo do desenvolvimento e força de trabalho de abelha mandaçaia (*Melipona mandacaia*) em meliponário no estado do Ceará, como ferramenta para o manejo racional da espécie. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 6(2): 163-168.

Alves,da.;Menezes,C.;Imperatriz-Fonseca,VL.;WenseleerS,T. 2011. Successful maintenance of a stingless bee population despite a severe genetic bottleneck. Conserv. Gen.,v.12,n. 3,pp. 647-658.

Alves, R.M.O, Carvalho, C.A.L., Waldschmidt, A.M., Paixão, J.F., Souza, B.A., Santos L.O.F., Sodré GS, Souza IC, Silva EP, Oliveira MP. 2016. *Melipona mandacaia* Smith, 1863 a abelha da caatinga do velho Chico. Serie Meliponicultura nº9, Editora CRV, 248p.

Arias, A., Freire, R., Méndez, J., & Insua, A. 2010. Isolation and characterization of microsatellite markers in the queen scallop *Aequipecten opercularis* and their application to a population genetic study. *Aquatic living resources*, 23(2): 199-207.

Bonatti,V.;SimãoS,ZPP;Franco, FF.;Francoy,TM. Evidence af at least two evolutionary lineages in *Melipona subnitida* (Apidae,Meliponini) suggested by mtDNA variability and geometric morphometrics of forewings. *Naturwissenschaften*,v. 101,n. 1,pp. 17-24. 2014.

Borges, A. A., Campos, L. A. D. O., Salomão, T. M. F., e Tavares, M. G. 2010. Genetic variability in five populations of *Partamona helleri* (Hymenoptera, Apidae) from Minas Gerais state, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 33(4): 774-780.

BRASIL. Resolução N° 496, de 19 de agosto de 2020. Disciplina o uso e o manejo sustentáveis das abelhas-nativas-sem-ferrão em meliponicultura. Diário Oficial do Brasil, 19 de agosto de 2019.

BAHIA. Lei No. 13. 905, de 29 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de Abelhas Nativas sem Ferrão (meliponíneos), no estado da Bahia. Diário Oficial do Estado, Salvador, BA, 31 de janeiro de 2018.

Camargo, J. M. F. & Pedro, S. R. M. 2002. Mutualistic association between atiny Amazonian stingless bee and a wax-producing scale insect. *Biotropica* 34: 446-451.

Camargo J. M. F. & Pedro, S. R. M. 2007. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version.

Castilhos, D., Bergamo, G., Fonseca, V. & Belchior Filho, V. 2016. Apicultura no Rio Grande do Norte, Brasil: quatro anos de registros e acompanhamento. *Latin American Journal of Business Management*, 7(1).

Caixeta, E. T.; Oliveira, A. C. B.; Brito, G. G.; Sakiyama, N. S. Tipos de marcadores moleculares. 2016 In: BORÉM, A.; CAIXETA, E. (eds.). Marcadores moleculares. Viçosa: Editora UFV. p. 9-93.

Chaigneau, T., Coulthard, S., Brown, K., Daw, T. M., e Schulte- Herbrüggen, B. 2018. Incorporating basic needs to reconcile poverty and ecosystem services. *Conservation Biology*.

Chizzotti, A. A pesquisa qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: evolução e desafios. Braga, Portugal: Revista Portuguesa de Educação, 16(2): 2003, p. 221-236.

Cortopassi-Laurino, M. e Nogueira-Neto P. 2016. Abelhas sem ferrão do Brasil. São Paulo: EDUSP, 124 p.

Costa, L., Franco, R., Guimarães, L., Vollet Neto, A., Silva, F., Cordeir, G.D. 2014. Rescue of Stingless bee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) nests: an important form of mitigating impacts caused by deforestation. *Sociobiology*, 61(4): p. 554-559, 2014.

Costa-Maia, F. M.; Lourenço, D. A. L.; Toledo, V. A. A. 2010 Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. Sistemas de Produção Agropecuária (Ciências Agrárias, Animais e Florestais), 45-67.

Costa-Neto, E. M. 1998. Folk taxonomy and cultural significance of "abeia" (Insecta, Hymenoptera) to the Pankararé, Northeastern Bahia State, Brazil. *Journal of Ethnobiology*, 18: 1-13.

Farley, K. A., W. G. Anderson, L. L. Bremer, e C. P. Harden. 2011. Compensation for Ecosystem Services: an Evaluation of Efforts to Achieve Conservation and

Development in Ecuadorian Páramo Grasslands. *Environmental Conservation* 38 (4): 393–405.

Food and Agriculture Organization. 2009. Bees and their role in forest livelihoods: A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products.

Food and Agriculture Organization. 2018. The Pollination of Cultivated Plants: A Compendium for Practitioners.

Francisco, Flávio de Oliveira; Santiago, Leandro Rodrigues; Arias, Maria Cristina. 2013. Molecular genetic diversity in populations of the stingless bee *Plebeia remota*: A case study. *Genet. Mol. Biol.*, São Paulo, 36(1): p. 118-123.

Ferreira, E. A., Paixão, M. V. S., Koshiyama, A. S. e Lorenzon, M. C. A. 2013. Meliponicultura como ferramenta de aprendizado em educação ambiental. *Ensino, Saude e Ambiente Backup*, 6(3).

Fisher, B., e T. Christopher. 2007. Poverty and Biodiversity: Measuring the Overlap of Human Poverty and the Biodiversity Hotspots. *Ecological Economics* 62(1): 93–101

Ganem, R. S. 2011. Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas (Vol. 2). Edições Câmara.

Goulson, D.; Nicholls, E.; Botías, C.; Rotheray, E. L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and a lack of flowers. *Science*, 347.

Hutchinson, DW; Templeton, AR. 1999. Correlation of pairwise genetic and geographic distance measures: inferring the relative influences of gene flow and drift on the distribution of genetic variability. *Evolution*, 53, 1898-1914.

Heard, T. 2016. The Australian Native Bee Book: keeping stingless bee hives for pets, pollination and sugarbag honey. *Sugarbag Bees*.

IBGE. 2017. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Estudos & Pesquisa. Rio de Janeiro.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 2018. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.

Imperatriz-Fonseca, V. L.; Contrera, F. A. L.; Kleinert, A. M. P. A meliponicultura e a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores. 2004. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 15, e Congresso Brasileiro de Meliponicultura.

Imperatriz-Fonseca VL. 2004. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. São Paulo: USP; 2004.

Imperatriz-Fonseca, V. L., Koedam, D., e Hrncir, M. (2017). A abelha jandaíra.

Jaffé, R., Pope, N., Carvalho, A. T., Maia, U. M., Blochtein, B., DE Carvalho, C. A. L., Venturieri, G. C., 2015. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLoS One*, 10(3).

Jost, L. 2008. Gst and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecology*, 17: 4015-4026.

Kerr WE, Carvalho GA, Nascimento VA. 1996. Abelha urucu – biologia, manejo e conservação. Belo Horizonte: Fundação Acangaú.

Kerr, W.E. 1997. Meliponicultura importância da meliponicultura para o país. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, 1(3): p. 42-44.

Kerr, Warwick Estevam. 1998. As abelhas e o meio ambiente. In: XII Congresso Brasileiro de Apicultura, Salvador. 27-30

Kerr WE, Carvalho GA, Silva AC, Assis MGP. 2005. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Mensagem doce*. n.80.

Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.

Lima, NL, e Nogueira, EMS. 2017. Produção e uso dos recursos melíferos por meliponicultores da região de Cícero Dantas, BA. *GAIA SCIENTIA*. VOLUME 11(3): 73-82.

Maia, U. M., Ribbi, R. J., Carvalho, A. T., e Fonseca, V. L. I. 2017. Perfil da meliponicultura potiguar. *Fonseca, VLI; Koedam, D; Hrncir, M. A abelha Jandaíra: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA*, 141-148.

Mccain, C.M. 2007. Area and mammalian elevational diversity. *Ecology*, 88: 76-86.

May-Itzá, WJ; Quezada-Euàn, JG; Medina, LAM; Eríquez, E; Rúa, PDL. 2010. Morphometric and genetic differentiation in isolated populations of the endangered Mesoamerican stingless bee *Melipona yucatanica* (Hymenoptera: Apoidea) suggest the existence of a two species complex. *Conserv Genet*, 11: 2079 – 2084.

Mendes, S. S., Affonso, P. R. A. de M., Alves, R. M. de O., Batalha-Filho, H., e Waldschmidt, A. M. 2019. Integrative approach untangles the misconceptions about the range and identity of two stingless bees from the Brazilian semiarid region. *Journal of Apicultural Research*, 1–7.

Meng, H. H., Zhou, S. S., Li, L., Tan, Y. H., Li, J. W., & Li, J. 2019. Conflict between biodiversity conservation and economic growth: insight into rare plants in tropical China. *Biodiversity and Conservation*, 28(2): 523-537.

Mijangos JL, Pacioni C, Spencer PB, Craig MD. 2015. Contribution of genetics to ecological restoration. *Mol Ecol*. 24(1): 22-37.

Molotoks, A., Kuhnert, M., Dawson, TP, Smith, P. 2017. Global Hotspots of Conflict Risk between Food Security and Biodiversity Conservation. *Land*. 6: 67.

Mustafa, M. Z., Yaacob, N. S., & Sulaiman, S. A. 2018. Reinventing the Honey Industry: Opportunities of the Stingless Bee. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 25(4): 1-5.

Nogueira-Neto, P. 1997. Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Editora Nogueirapis.

Oliveira, M. O. 2015. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. *ACTA Apicola Brasilica*, 3(2): 01-06.

Prado-Silva, A., Nunes, L. A., de Oliveira Alves, R. M., Carneiro, P. L. S., e Waldschmidt, A. M. 2016. Variation of fore wing shape in *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera, Meliponini) along its geographic range. *Journal of Hymenoptera Research*, 48, 85.

Rai, J. 2019. Poverty, Vulnerability, Non-timber Forest Products and Rural Livelihood: An Indian Experience.

Ribeiro, M. D. F., e Lima, C. D. S. 2015. Avaliação da criação de abelhas-sem-ferrão em Fernando de Noronha após 30 anos de sua introdução. *Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Ricketts, TH, Regetz, J., Steffan - Dewenter, I., Cunningham, SA, Kremen, C., Bogdanski, A. e Viana, BF. 2008. Efeitos da paisagem nos serviços de polinização de culturas: existem padrões gerais? *Ecology letters*, 11 (5), 499-515.

Ramírez, V. M., Ayala, R., e González, H. D. 2018. Crop pollination by stingless bees. In *Pot-pollen in stingless bee melittology* (pp. 139-153). Springer, Cham.

Sánchez, D., Vandame, R., e Kraus, F. B. 2018. El análisis genético de congregaciones silvestres de zánganos de la abeja sin aguijón, *Scaptotrigona mexicana* (Hymenoptera: Apidae) revela un elevado número de colonias en una área natural protegida del sureste de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(1): 226-231.

Santos, G. G., Mesquita, J. A., de Sousa, B. F. S., de Jesus Nascimento, C. A., Sousa, R. N., Ferreira, H. A., e Barros, J. D. R. S. 2020. Meliponicultura: educação ambiental e geração de renda sustentável. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 63578-63585.

Selkoe KA, Toonen RJ. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecol Lett.* 9(5): 615-629.

Sgariglia, M. A., Vattuone, M. A., Vattuone, M. M. S., Soberón, J. R., e Sampietro, D. A. 2010. Properties of honey from *Tetragonisca angustula fiebrigi* and *Plebeia wittmanni* of Argentina. *Apidologie*, 41(6): 667-675.

Souza, B. A.; Marchini, L. C.; Dias, C. T. S.; Oda-Souza, M.; Carvalho, C. A. L.; Alves, R. M. O. 2009. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(4): 798-802.

Silveira, F.A.; Melo, G.A.R. e Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte.

Sunnucks, P. 2000. Efficient genetic markers for population biology. *Trends Ecol. Evol.*, 15, 199-203. birds: the role of genetics. *Emu*, 111: 19-39.

Tavares, M. G.; Almeida, B. S.; Passamani, P. Z.; Paiva, S. R.; Resende, H. C.; CAMPOS, L. A. de O.; Alves, R. M. de O.; Waldschmidt, A. M. 2013. Genetic variability and population structure in *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Apidae) from Bahia, Brazil, based on molecular markers. *Apidologie*.

Venturieri, G. C. 2008. Criação de abelhas indígenas sem ferrão. Embrapa Amazônia Oriental.

Viana, M. V. C., Miranda, E. A., De Francisco, A. K., Carvalho, C. A. L., e Waldschmidt, A. M. 2011. Transferability of microsatellite primers developed for stingless bees to four other species of the genus *Melipona*. *Genetics and Molecular Research*, 10(4): 3942-3947.

Viana, M. V. C., de Carvalho, C. A. L., Sousa, H. A. C., Francisco, A. K., e Waldschmidt, A. M. 2015. Mating frequency and maternity of males in *Melipona mondury* (Hymenoptera: Apidae). *Insectes sociaux*, 62(4), 491-495.

Zayed, A. 2009. Bee genetics and conservation. *Apidologie*, 40(3): 237-262.

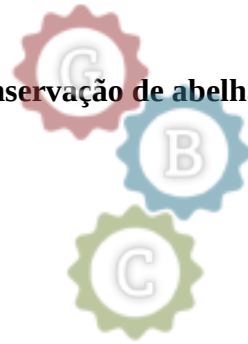
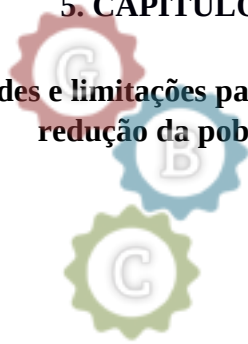
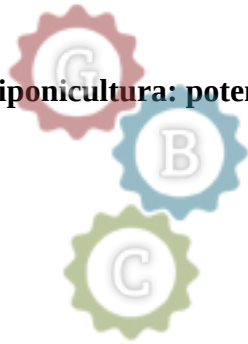
Wolff, L. F., & Gomes, J. C. C. 2015. Beekeeping and agroecological systems for endogenous sustainable development. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(4): 416-435.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

5. CAPÍTULO 1

Meliponicultura: potencialidades e limitações para a conservação de abelhas nativas e redução da pobreza



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Artigo aceito para *Diversitas Journal**



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Meliponicultura: potencialidades e limitações para a conservação de abelhas nativas e redução da pobreza

Meliponiculture: potential and restrictions for the conservation of native bees and poverty reduction

Leydiane da Conceição Lazarino^{1*}, Matheus Galvão Brito¹, Paulo Roberto Antunes de Mello Affonso², Igor Evangelista do Carmo¹, Raymundo José de Sá Neto³, Ana Maria Waldschmidt¹

¹Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação – PPGGBC, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil.

²Departamento de Ciências Biológicas – DCB, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

³Departamento de Ciências Naturais – DCN, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil.

*lclazarino@gmail.com

RESUMO

Grande parte da região Nordeste é caracterizada pela vulnerabilidade socioeconômica (renda *per capita* mensal média de R\$ 913,00 em 2020) e grande incidência de impactos ambientais. O objetivo deste estudo foi discutir as possibilidades e limitações da meliponicultura para a conservação das abelhas nativas sem ferrão e também como fonte de renda alternativa para redução da desigualdade social. O questionário foi respondido pelos meliponicultores em 27 cidades da Bahia, maior estado da região nordeste, e os dados foram analisados qualitativamente. Além do interesse econômico, os meliponicultores argumentam que prezam pela conservação, ainda que as espécies mais criadas estejam entre as mais produtivas. A maioria dos criadores resgataram ninhos da natureza como forma de mitigar o efeito de ações antrópicas, a exemplo do desmatamento. A soma dos produtos comercializados pelos meliponicultores é superior à renda *per capita* da Bahia (R\$ 965,00 em 2020) e ao custo médio de manutenção dos meliponários. Desse modo, a meliponicultura desponta como alternativa potencial de fonte de renda e para a conservação de espécies de abelhas nativas, desde que associada a políticas públicas efetivas.

Palavras-chave: Desigualdade social, Meliponários, Meliponicultor.

ABSTRACT

The northeastern region in Brazil is mainly characterized by social and economic vulnerability (monthly mean income of R\$ 913.00 in 2020) and increased environmental impacts. The goal of the present study was to evaluate the potentialities and limitations of meliponiculture for the conservation of native stingless bees and for the reduction of social discrepancies as an alternative income for local farmers. The data were qualitatively analyzed from a questionnaire directed to bee keepers in 27 municipalities of Bahia, the largest state in northeastern Brazil. Besides economic advantages, the bee keepers stated that they are concerned with conservation even though most of species raised by them are among the most productive ones. Most farmers rescued nests to avoid the human impacts, such as deforestation. The total value of the products commercialized by bee keepers is higher than the *per capita* income of Bahia (R\$ 965.00 in 2020) and the mean costs of keeping the meliponaries. Therefore, the meliponiculture stands out as a potential source of income and a valuable tool for the conservation of native bees as long as effective public policies are implemented.

Keywords: Bee keeper, meliponaries, social inequality.

INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade socioeconômica é um dos principais motivos para exploração de recursos da natureza que garantem a sobrevivência de parte da população. Cerca de 50 milhões de brasileiros vivem na linha de pobreza, o equivalente a aproximadamente 25% da população nacional. No caso da Região Nordeste, esse índice chega a mais de 40% da população (IBGE, 2020).

Adicionalmente, a correlação geográfica entre a pobreza e os *hotspots* de biodiversidade representa grave ameaça à eficácia de medidas para a conservação (CHAIGNEAU et al., 2018). Neste sentido, as discussões sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, que é a capacidade de uma população explorar recursos naturais para sua sobrevivência atentando-se à conservação de tais recursos, vêm crescendo (GLAMANN et al., 2017). O propósito é encontrar formas de associar a conservação ambiental com o desenvolvimento, ou subsistência, das populações humanas. Assim, viabilizar formas de subsistência no combate à pobreza tem como consequência direta a redução da degradação ambiental (BARROS; SILVA, 2019).

A meliponicultura está entre as atividades consideradas capazes de conciliar a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico. Essa prática consiste na criação de abelhas nativas sem ferrão para comercialização de seus produtos (VILLAS-BÔAS, 2017).

As abelhas sem ferrão são as principais responsáveis pela polinização da flora nativa, sendo essenciais para a manutenção dos ecossistemas (ALVES et al., 2016). É crescente o número de estudos que apontam as consequências das ações antrópicas para o declínio das abelhas em todo o mundo (POTTS et al., 2016; GOULSON et al., 2015). Ainda que estes estudos estejam focados em *Apis mellifera*, por conta de sua importância econômica, é possível considerar o mesmo contexto para as abelhas nativas sem ferrão.

Neste sentido, a criação de abelhas sem ferrão em cativeiro poderia representar uma alternativa para a preservação das espécies em suas áreas de ocorrência e, consequentemente, na prestação de serviços ecossistêmicos como, por exemplo, polinização de espécies vegetais nativas e cultivadas (JAFFÉ et al., 2015; BARBIÈRE, 2018). Em um país com alto nível de instabilidade social (OECD, 2018), a prática da meliponicultura poderia significar uma fonte de renda complementar ou alternativa para inúmeras famílias em condição de pobreza.

A partir do exposto, o objetivo deste estudo foi discutir as possibilidades e limitações da meliponicultura para a conservação das abelhas nativas sem ferrão e também como fonte de renda alternativa para redução da desigualdade social.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi elaborado um questionário simples (Material Suplementar 1) que serviu como roteiro, abordando diferentes aspectos sobre meliponicultura para conservação das abelhas, prática econômica e impressões pessoais do meliponicultor no desenvolvimento dessa atividade. Após autorização e assinatura de termo de consentimento (Comitê de Ética em Pesquisa no. 3.735.294), 73% dos meliponicultores consultados aceitaram responder o questionário, perfazendo 32 meliponários de 27 cidades do estado da Bahia (Figura 1). Esses meliponários estão distribuídos em áreas de Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e zonas de transição (Material Suplementar 2).

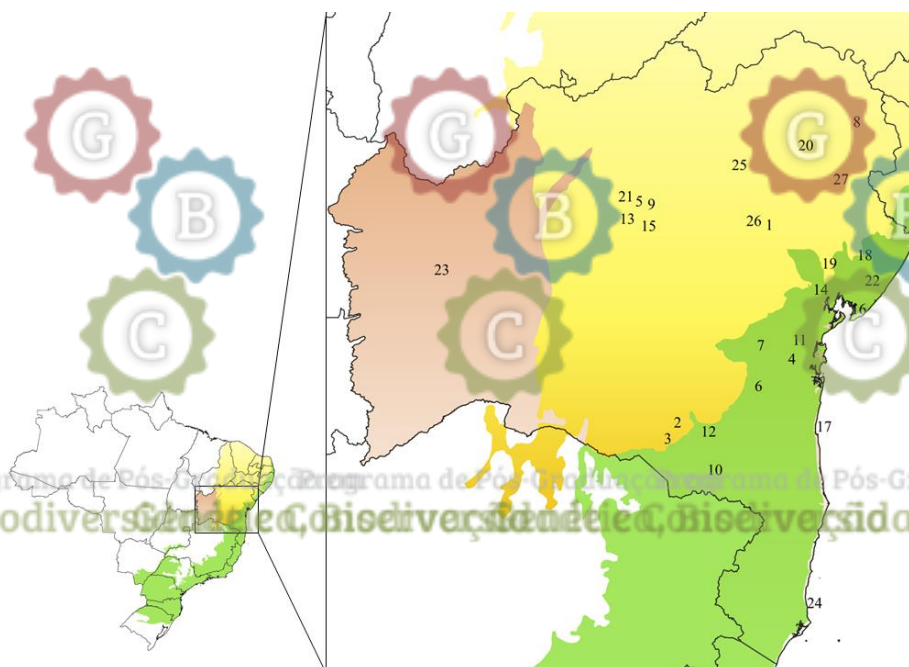


Figura 1. Mapa com os 27 municípios onde estão instalados os meliponários dos entrevistados no estado da Bahia: 1.Capela do Alto Alegre (1), 2.Caraíbas (1), 3.Tremedal (1), 4.Gandu (1), 5.Irecê (1), 6.Itagi (1), 7.Jagaquara (1), 8.Jeremoabo (1), 9.João Dourado (1), 10.Ribeirão do Largo (1), 11.Presidente Tancredo Neves (1), 12.Vitória da Conquista (1), 13.Uibaí (3), 14.Cruz das Almas (1), 15.Canarana (1), 16.Salvador (1), 17.Ilhéus (1), 18.Alagoinhas (2), 19.Feira de Santana (1), 20.Monte Santo (1), 21.São Gabriel (1), 22.Mata de São João (1), 23.São Desidério (1), 24.Alcobaça (1), 25.Pindobaçu (1), 26.Várzea da Roça (1) e 27.Tucano (1). Os valores entre parênteses correspondem aos números de meliponário por município.

A entrevista foi realizada através de ligações telefônicas, os números de contato foram adquiridos junto aos entrevistados durante cursos de capacitação da meliponicultura e eventos sobre abelhas. As respostas foram transcritas num formulário pelo entrevistador. Um banco de

dados foi criado a partir dos dados obtidos nas entrevistas. As análises seguiram princípios qualitativos, em que os fatos descritos são a fonte de significados e evidências, levando em consideração as perspectivas e o contexto dos entrevistados (CHIZZOTTI, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos entrevistados (98%) possui profissão além da criação de abelhas sem ferrão e desenvolve a meliponicultura como fonte complementar de renda em diferentes níveis (de insignificante a muito importante). Cerca de 2% dos entrevistados exercem somente a atividade de meliponicultura (Material Suplementar 3).

Os ganhos financeiros da meliponicultura provêm, principalmente, da comercialização dos produtos oriundos ou associados à criação de abelhas sem ferrão. Desta forma, foi possível mensurar quais produtos eram mais comercializados pelos meliponicultores (Figura 2A). Os dados mostram que a média do custo mensal para a manutenção dos meliponários é inferior ao valor médio da unidade (litro do mel ou própolis, quilo do pólen e enxames) dos produtos comercializados (Figura 2B). Apesar do lucro obtido pela comercialização dos produtos, os meliponicultores apontaram outras razões pelas quais desenvolvem a meliponicultura. Além do interesse econômico, a conservação também é citada como razão para a prática (Figura 2C), ainda que indiquem diversas dificuldades para tal, como impasses legislativos e complicações referentes ao manejo (Figura 2D).

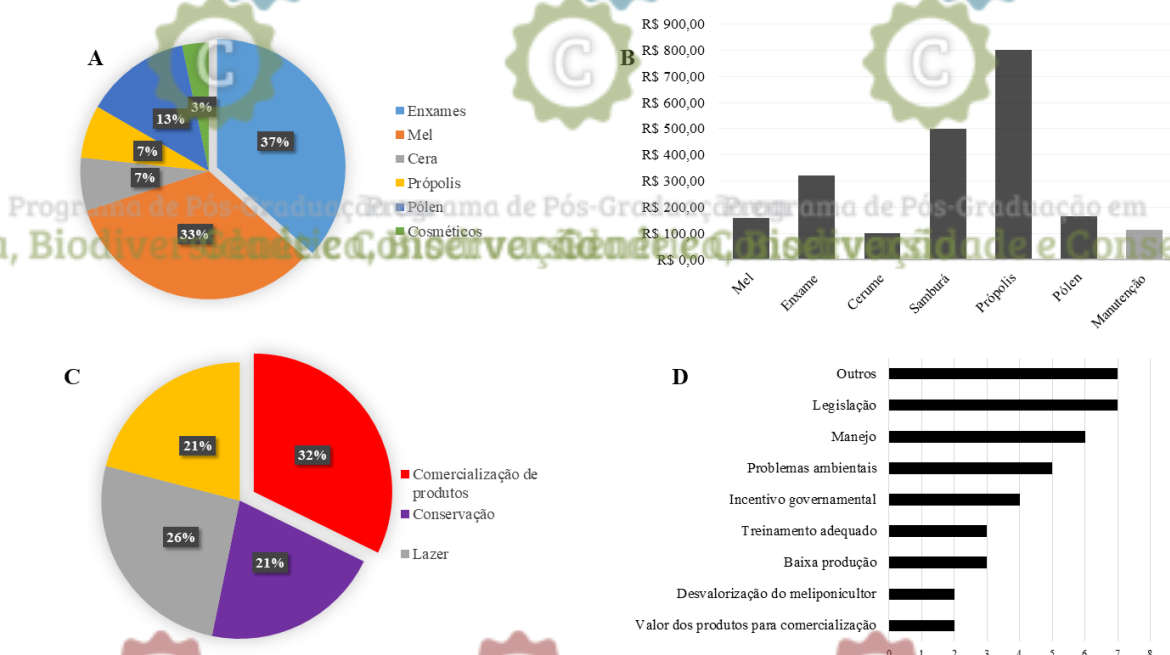


Figura 2. A) Proporção dos produtos mais comercializados pelos meliponicultores. B) Valores médios dos produtos comercializados, e custo médio mensal de manutenção do meliponário (barra cinza). C) As razões pelas quais os meliponicultores desenvolvem a prática. D) As maiores dificuldades citadas pelos entrevistados.

Foram registradas cerca de 20 espécies de abelhas sem ferrão criadas nos meliponários amostrados (Material suplementar 2) em 27 cidades com renda *per capita* variável (Figura 3A). Entre as espécies manejadas, *Tetragonisca angustula* é criada em mais da metade (14) dos meliponários, enquanto *Melipona scutellaris* é criada em 8 deles (Figura 3B). Estas duas espécies também são as mais citadas pelos meliponicultores quando questionados sobre quais das espécies manejadas são as mais produtivas em seus meliponários (Figura 3C). Adicionalmente, em mais da metade dos meliponários (63%), os meliponicultores relataram que todas as espécies criadas são encontradas em ambiente natural com destaque para *T. angustula* e *M. scutellaris* (Figura 3D).

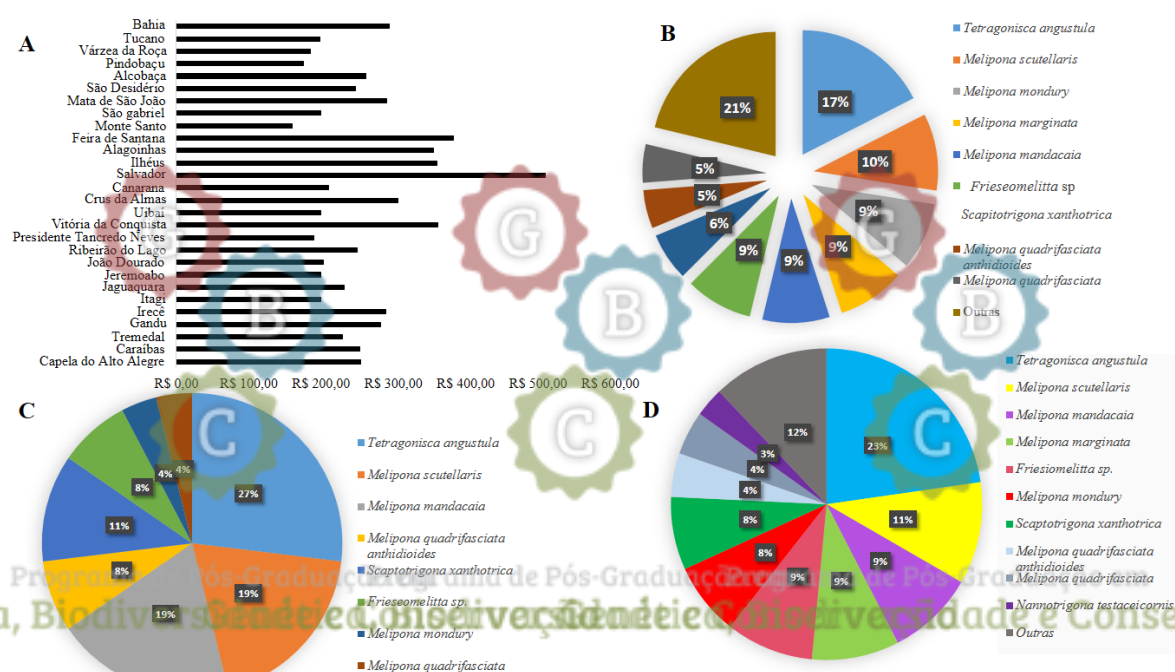


Figura 3. A) Renda *per capita* de cada uma das cidades amostradas, e renda *per capita* do estado da Bahia. B) Proporção das espécies mais criadas nos meliponários. C) Proporção das espécies mais produtivas nos meliponários. D) Proporção das espécies criadas e que ainda são encontradas no ambiente natural.

Cerca de 69% dos entrevistados ressaltaram que, por conta das ações antrópicas nocivas, várias espécies criadas já não são mais encontradas ou estão se tornando cada vez mais raras na região. Esta é uma consequência da perda de locais adequados para a nidificação e também da diminuição de abundância e diversidade de recursos florais para que as colônias se mantenham saudáveis (GOULSON et al., 2015). Cerca de 88% dos entrevistados citaram a intensa extração de madeira em suas regiões, sendo este o principal motivo para que ainda capturem ninhos na natureza, uma vez que os madeireiros pedem auxílio para retirar as colônias das árvores que serão cortadas. Esta ação, resgate de ninhos, representa um importante aspecto para a conservação, pois evita a perda de colônias.

Apesar de 21% dos meliponicultores afirmarem sua preocupação com a conservação das abelhas sem ferrão, ficou evidente que há relação entre a produtividade e o nível de

importância da conservação de algumas espécies para os meliponicultores. As cinco espécies mais criadas (*T. angustula*, *M. scutellaris*, *M. mondury*, *M. marginata* e *M. mandacaiá*) são também as mais encontradas em ambiente natural nas regiões onde estão situados os meliponários e quatro destas são citadas como as mais produtivas, exceto *M. marginata*.

A inclusão de espécies que ocorrem naturalmente na região como fonte de criação nos meliponários é um aspecto positivo que merece ser ressaltado, pois os meliponíneos são estritamente adaptados às condições ecológicas locais (NOGUEIRA-NETO, 1997; CARVALHO-ZILSE et al., 2011). A criação de espécies nas regiões de ocorrência natural possibilita cruzamentos com as populações selvagens, mantendo a diversidade genética, e, as populações cativas poderão ser utilizadas em programas de melhoramento, pesquisa e reintrodução (KOSER et al., 2014).

Cerca de 80% dos entrevistados afirmaram fazer intercâmbio entre colônias com outros criadores com intuito de auxiliar na manutenção da diversidade genética de seus meliponários. Porém, essa estratégia, ainda que bem intencionada, deve ser avaliada com cautela. Por exemplo, estudos genéticos em *Partamona helleri* constataram baixa diversidade genética entre as populações, possivelmente associada à baixa capacidade de dispersão da espécie (BORGES et al., 2010). Neste caso, o intercâmbio de colônias entre meliponicultores poderia contribuir com a variabilidade genética da espécie desde que respeitando a sua área de ocorrência natural. Por outro lado, a translocação de enxames entre regiões muito distantes do limite de voo e da distribuição natural da espécie pode oferecer riscos ao potencial evolutivo das colônias locais devido a possíveis diferenciações genéticas adaptativas ao ambiente de origem (FRANKHAM et al., 2008).

Os dados de renda *per capita* domiciliar divulgados pelo IBGE (2020) apontam o Nordeste como a região brasileira mais afetada pela pobreza. Ainda de acordo com essa fonte, a Bahia é o quarto estado do Nordeste com mais pessoas em situação de pobreza, particularmente na zona rural. Neste contexto, famílias do campo poderiam utilizar a meliponicultura como possibilidade de fonte de renda.

Embora a maioria dos meliponários amostrados esteja situada no interior do estado, os meliponicultores executam outras atividades econômicas como profissão principal, exceto dois deles. A maioria das profissões exercidas pelos entrevistados oferece boa remuneração, o que poderia explicar a prática da meliponicultura por eles, visto que o investimento no estabelecimento do plantel produtivo é alto. Um ponto relevante é o contraste entre o *status* econômico da maioria dos meliponicultores entrevistados e a renda *per capita* das cidades em que os meliponários estão localizados. Todas as cidades incluídas nesta pesquisa apresentam renda *per capita* menor que a média nacional (R\$1.380,00 em 2020), o que torna a meliponicultura ainda mais promissora como ferramenta indutora de mudança socioeconômica para essas localidades.

Os entrevistados indicaram que a legislação vem impondo restrições que podem inviabilizar ou dificultar consideravelmente a meliponicultura para pequenos produtores. Este aspecto também foi abordado em um estudo de caracterização nacional sobre a prática da meliponicultura (JAFFÉ et al., 2015). Outro ponto citado como limitante para a prática é a degradação ambiental que tem prejudicado tanto as abelhas silvestres quanto as cativas. A vulnerabilidade a parasitas e patógenos, exposição a produtos químicos nocivos utilizados em

grandes plantações agrícolas e problemas associados ao aquecimento global (GOULSON et al., 2015) podem levar à diminuição populacional das espécies e torná-las vulneráveis à extinção. De fato, quatro espécies de abelhas sem ferrão estão presentes na Lista Vermelha do Brasil pelos critérios da IUCN (2018), incluindo *Melipona scutellaris*, citada como uma das espécies mais criadas pelos meliponicultores.

Outro entrave levantado por alguns dos entrevistados é a dificuldade no desenvolvimento da prática da meliponicultura quando comparada com a apicultura. Exemplificando, as colônias de espécies de *Melipona* e *Trigona* possuem em torno de 500 a 4.000 abelhas e de 300 a 80.000 abelhas, respectivamente (FREITAS, 2003). Dessa forma, o menor número de indivíduos nas colônias de abelhas sem ferrão apresenta baixa produção quando comparado às colmeias de *Apis mellifera*, que podem possuir até 100.000 indivíduos (SAINI; CHAUDHARY; ANOOSHA, 2018). Enquanto uma colmeia de *A. mellifera* produz cerca de 27,61 kg de mel por ano (SAINI; CHAUDHARY; ANOOSHA, 2018), uma colônia de *Melipona subnitida* produz cerca de 21,4 litros de mel por ano (KOFFLER et al., 2015) e *T. angustula* produz apenas um litro de mel por ano (KERR, 1997). Adicionalmente, a meliponicultura esbarra na burocracia legislativa, o que dificulta, de acordo com os entrevistados, o que leva a desvalorização dessa prática.

Assim, programas de incentivo à meliponicultura (escassos quando comparados à apicultura) poderiam contar com linhas de crédito para meliponicultores iniciantes a fim de garantir a produção em média ou larga escala. Por outro lado, a baixa produtividade das colônias de abelhas nativas faz com que os preços dos produtos sejam altos (média de R\$ 203,04 por litro de mel, enquanto o litro de mel de *A. mellifera* pode ser encontrado por cerca de R\$ 25,37 a R\$ 50,79).

Os entrevistados citaram também o manejo (que inclui, por exemplo, saber como lidar com ataques de inimigos naturais às colônias, disponibilidade de tempo e manutenção das colônias quando iniciantes) e o treinamento adequado como um fator limitante para a meliponicultura. É muito comum que os meliponicultores iniciantes percam suas caixas por inexperiência no manejo durante condições ambientais adversas, algo que seria mitigado com a oferta de cursos profissionalizantes (COSTA et al., 2012).

Na Bahia, diversos cursos gratuitos de capacitação para o manejo são oferecidos por pesquisadores vinculados à Universidades e Institutos. Estes cursos apresentam a biologia geral das abelhas sem ferrão, características do bioma em que estão sendo oferecidos, e instruções práticas sobre o manejo (desde a captura do ninho à manutenção das colônias em cativeiro). Atividades como essa devem ser constantemente incentivadas, ajudando a popularizar a criação de abelhas sem ferrão de forma racional tanto para os ecossistemas como para o sustento da prática. Nos últimos anos, o estado da Bahia tem desenvolvido programas de incentivo à agricultura familiar tal como o programa Bahia Produtiva que financia pequenos agricultores e meliponicultores que estão vinculados à Cooperativas.

Essas iniciativas, ainda que incipientes, são fundamentais uma vez que grandes plantéis de abelhas sem ferrão são necessários para que a renda seja suficiente para o sustento de famílias. Por outro lado, o custo de manutenção dos meliponários é relativamente baixo (R\$ 114,39) valor menor, que a média do produto mais barato (o mel custa em média R\$ 203,04/litro), conforme ressaltado pelos entrevistados.

As atividades comerciais atreladas à meliponicultura referem-se ao aproveitamento dos produtos das colônias em caixas racionais, como extração de mel, pólen e geoprópolis, e também a comercialização de enxames. O produto mais comercializado foi o mel, possivelmente por ter valor mais acessível e pela maior demanda no mercado consumidor. Apesar do geoprópolis e pólen não serem os produtos de maior comercialização, ambos apresentam alta lucratividade.

O pólen é utilizado como alimento pelas abelhas, que durante o forrageio, coletam em muitas flores e estocam em potes dentro das colônias (WILLMER, 2011), tanto para consumo imediato quanto para períodos de escassez de recursos. Por ser rico em proteínas e minerais, o valor nutricional do pólen é a razão para a sua comercialização (VILLAS-BÔAS, 2017). Por outro lado, o geoprópolis tem como função manter a temperatura ideal no ninho e possui ação bactericida, evitando a fermentação do mel e do pólen estocados (NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVEIRA et al., 2002). Economicamente, o geoprópolis é utilizado para fins medicinais e cosméticos (VILLAS-BÔAS, 2017). Todavia, apenas meliponicultores com grandes plantéis podem retirar geoprópolis e pólen em quantidades significativas para a venda sem comprometer as colônias.

A criação de abelhas sem ferrão pode trazer ainda outros benefícios aos criadores. Além do aspecto comercial, conservacionista e recreativo, a meliponicultura traz contribuições indiretas na renda dos meliponicultores que tenham algum tipo de plantio a partir da polinização. Dentre os serviços ecossistêmicos, a polinização de sistemas agroflorestais e plantações foi substancialmente citada, justamente por apresentar consequências na qualidade e quantidade da produção de frutos (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2004). Assim, uma alternativa é a associação da prática da meliponicultura com a agricultura. O cultivo de plantas, prioritariamente nativas com apelo econômico, pode oferecer complemento na renda familiar com a comercialização de frutos (SLAA et al., 2006).

Com isso, a meliponicultura apresenta grande potencial para reduzir a pobreza principalmente na zona rural, onde se concentra a maior parte da população pobre do país. Para tal, é importante que a meliponicultura passe também a ser incentivada pelo governo brasileiro, visando o benefício da criação das abelhas nativas sem ferrão para a produção e alimentos no campo. Cabe ao poder público ouvir as demandas dos meliponicultores e resolver os problemas que ainda cercam o desenvolvimento desta prática a partir dos dados de pesquisas científicas e discussões com diferentes segmentos da sociedade.

CONCLUSÃO

Com os dados aqui reunidos, fica evidente que a consolidação da meliponicultura no Brasil depende de maior incentivo público e políticas de apoio a criadores e de esclarecimentos sobre os riscos e benefícios para a conservação das espécies nativas de abelhas e para a redução da pobreza. Este seria um passo importante para que criação de abelhas sem ferrão se torne uma prática tão incentivada como a apicultura, com potencial para figurar como uma efetiva fonte de renda para famílias pobres e de baixa renda, atenuando a desigualdade social e garantindo a conservação de polinizadores nativos. É importante destacar para que a meliponicultura combine as vantagens de reduzir a pobreza e conservar os

recursos naturais, ela precisa ser desenvolvida de forma sustentável, consciente e embasada em dados científicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo suporte e estrutura para realização deste estudo e aos meliponicultores que responderam ao questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L.; WALDSCHMIDT, A.M; PAIXÃO, J.F.; SOUZA, B.A.; SANTOS, L.O.F.; SODRÉ, G. S.; SOUZA, I. C.; SILVA, E. P.; OLIVEIRA, M. P. **Melipona mandacaia Smith, 1863 a abelha da caatinga do velho Chico**. Serie Meliponicultura, nº9, Editora CRV, 243p. 2016.

BARROS, D. R.; DA SILVA, M. N. A conscientização do homem para uma exploração sustentável do meio ambiente. **Revista Educação, Psicologia e Interfaces**, v. 3, n. 2, p. 121-135. 2019.

BORGES, A. A.; CAMPOS, L. A. D. O.; SALOMÃO, T. M. F.; TAVARES, M. G. Genetic variability in five populations of *Partamona helleri* (Hymenoptera, Apidae) from Minas Gerais state, Brazil. **Genetics and Molecular biology**, v. 33, n. 4, p. 774-780. 2010.

BARBIERI JUNIOR, C. Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

CARVALHO-ZILSE, G. A. C.; DA SILVA, C. G. N.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; WALDSCHMIDT, A. M.; SODRÉ, G. S.; CARVALHO, C. A. L. **Meliponicultura: perguntas mais frequentes sobre as abelhas sem ferrão – I. (Série Meliponicultura, 8)** Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 41 p. 2011.

COSTA, T.V.; Farias, CAG; Brandão, CS. Meliponicultura em comunidades tradicionais do Amazonas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. n. 7, v. 3, p. 106-115. 2012.

CHAIGNEAU, T.; COULTHARD, S.; BROWN, K.; DAW, T. M.; SCHULTE-HERBRÜGGEN, B. Incorporating basic needs to reconcile poverty and ecosystem services. **Conservation Biology**, v. 33, n. 3, p. 655–664. 2018.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 16, n. 2, p. 221-236. 2003.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Fundamentos de genética da conservação**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 2008.

FREITAS, B M. Meliponíneos in : CD ROM - **Vida das abelhas**. Fortaleza. 2003.

GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E. L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347. 2015.

GLAMANN, J.; HANSPACH, J.; ABSON, D. J.; COLLIER, N.; FISCHER, J. The intersection of food security and biodiversity conservation: a review. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 5, p. 1303-1313. 2017.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira.** Estudos & Pesquisa. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27596-nordeste-e-unica-regiao-com-aumento-na-concentracao-de-renda-em-2019>>. Acesso em 25 marc. 2021.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CONTRERA, F. A. L.; KLEINERT, A. M. P. A meliponicultura e a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura e Meliponicultura**, 1. 2004, Natal-RN. Anais, 2004.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; DE CARVALHO, C. A. L.; VENTURIERI, G. C. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PLoS One**, v. 10, n. 3. 2015.

KERR, W.E. Meliponicultura importância da meliponicultura para o país. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 3, p. 42-44. 1997.

KOFFLER, S.; MENEZES, C.; MENEZES, P. R.; KLEINERT, A. D. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; POPE, N.; JAFFÉ, R. Temporal variation in honey production by the stingless bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): long-term management reveals its potential as a commercial species in Northeastern Brazil. **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 3, p. 858-867. 2015.

KOSER, J. R.; FRANCISCO, F. O.; MORETTO, G. Genetic Variability of Stingless Bees *Melipona mondury* Smith and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) from a Meliponary. **Sociobiology**, v. 6, n. 13, p. 313-317. 2014.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Editora Nogueirapis. 445 p. 1997.

OECD. Relatórios Econômicos OCDE: Brasil 2018, OECD Publishing, Paris. 2018.

POTTS, S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO, H; et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v. 540, p. 220-229. 2016.

SAINI, S.; CHAUDHARY, O. P.; ANOOSHA, V. **Relationship of population size and extraction frequency with honey production in *Apis mellifera* colonies.** 2018. Disponível em<https://www.researchgate.net/publication/319041990_EFFECT_OF_HONEY_EXTRACTION_FREQUENCY_ON_QUALITY_OF_HONEY_FROM_Apis_mellifera_COLONIES_Sumit_Saini_OP_Chauthary_and_Vadde_Anoosha>. Acesso em 25 nov. 2020.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte. 2002.

SLAA, E. J., CHAVES, L. A. S., MALAGODI-BRAGA, K. S., & HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, 37(2), 293-315. 2006.

SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; DIAS, C. T. S.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p.798-802. 2014.

VILLAS-BÔAS, J. As abelhas nativas e a experiência da Meliponicultura. In: VILLASBÔAS, A.; GUERRERO, N. R.; JUNQUEIRA, R. G. P.; POSTIGO, A. **Xingu: histórias dos produtos da floresta**. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), p. 95-120, 2017.

WILLMER, P. **Pollination and Floral Ecology**. New Jersey, Princeton University Press. 2011.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Material suplementar 1. Questionário elaborado para a entrevista aos meliponicultores dos municípios no estado da Bahia.

- 1- Qual a cidade em que você mora?
2. Qual o tamanho da sua propriedade?
3. Existe área de mata próxima ou no interior de sua propriedade?
4. Quais outras atividades econômicas você pratica além da meliponicultura? *
5. Quais as principais plantas que você cultiva? *
6. Você faz uso de pesticidas na sua propriedade? *
() Sim
() Não
7. Há uso de pesticidas em propriedades próximas à sua? *
() Sim
() Não
8. Quais espécies de abelha você cria? *
9. Como adquiriu suas colônias?*
10. Se capturou na natureza, foi na sua região?
11. Quantas colônias você possui? *
12. Qual(ais) a(s) espécie(s) mais produtiva(s)? *
13. Quando e por que você começou a desenvolver a meliponicultura? *

14. Por que você desenvolve a meliponicultura? *

☐ Para comercialização dos produtos

☐ Para polinização de plantações

☐ Por Lazer

☐ Outro: _____

15. Você realiza intercâmbio entre colônias com outros meliponicultores? *

16. Você já perdeu colônias? Por quê? *

17. Você comercializa produtos do manejo? *

☐ Mel

☐ Cera

☐ Própolis

☐ Pólen

☐ Enxames

☐ Não Comercializo

☐ Outro: _____

18. Qual o custo médio para manter suas colônias por mês? *

19. Das espécies que você cria, ainda é possível encontrá-las na natureza em sua região? *

☐ Sim

☐ Não

20. Se sim, qual(ais)? *

21. Quais as dificuldades para desenvolver a meliponicultura? *

22. Quanto custa os produtos? E quantos você vende por ano?*

23. O quanto este valor é importante na contribuição de sua renda mensal? *

☐ Insignificante

☐ Pouco significativo

☐ Razoável

☐ Importante

☐ Muito importante

*Respostas obrigatórias

Material suplementar 2. Espécies criadas nos meliponários de cada cidade, as que ainda são encontradas na natureza e aquelas citadas pelos meliponicultores como as mais produtivas*.

CIDADE	NOMES POPULARES	ESPÉCIES CRIADAS NO MELIPONÁRIO	ESPÉCIES AINDA ENCONTRADAS NA NATUREZA
Alagoinhas	jataí, urucu amarela, moça branca	<i>Tetragonisca angustula</i> *, <i>Melipona mondury</i> *, <i>Frieseomelitta</i> sp*	<i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Melipona mondury</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp
Alcobaça-Ba	uruçu amarela, jataí	<i>Melipona mondury</i> *, <i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Melipona mondury</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>
Canarana	mandaçaia	<i>Melipona quadrifasciata</i> *	<i>Melipona quadrifasciata</i>
Capela do Alto Alegre	mandaçaia, manduri, jataí	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> *, <i>Melipona marginata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Melipona marginata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>
Caraíbas	jataí, manduri, mandaçaia, tubuna, cupira	<i>Tetragonisca angustula</i> *, <i>Melipona marginata</i> , <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Scaptotrigona bipunctata</i> , <i>Partamona cupira</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
Cruz das Almas	uruçu verdadeira	<i>Melipona scutellaris</i> *	<i>Melipona scutellaris</i>
Feira de Santana	jataí	<i>Tetragonisca angustula</i> *	<i>Tetragonisca angustula</i>
Gandu	uruçu amarela, urucu verdadeira, munduri	<i>Melipona mondury</i> , <i>Melipona scutellaris</i> *, <i>Melipona asilvai</i>	<i>Melipona mondury</i> , <i>Melipona scutellaris</i> , <i>Melipona asilvai</i>
Ilhéus	uruçu verdadeira, urucu amarela	<i>Melipona scutellaris</i> *, <i>Melipona mondury</i> *	<i>Melipona scutellaris</i>
Irecê	mandaçaia, jataí, moça branca, tubiba, manduri	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp, <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> *, <i>Melipona marginata</i>	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp., <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> , <i>Melipona marginata</i>

Itagi	uruçu verdadeira, uruçu cinzenta, mombuca, Iraí	<i>Melipona scutellaris</i> *, <i>Melipona fasciculata</i> , <i>Cephalotrigona</i> sp, <i>Nannotrigona testaceicornis</i>	<i>Melipona scutellaris</i> , <i>Melipona</i> sp., <i>Geotrigona mombuca</i> , <i>Nannotrigona testaceicornis</i>
Jaguaquara	uruçu amarela, jataí	<i>Melipona mondury</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Melipona mondury</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>
Jeremoabo	mandaçaia, jataí, moça branca, manduri	<i>Melipona quadrifasciata</i> *, <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp., <i>Melipona marginata</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Melipona marginata</i>
João Dourado	mandaçaia, tubiba, manduri, Jataí	<i>Melipona mandacaia</i> *, <i>Scaptotrigona xanthotrica</i> *, <i>Melipona marginata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> *	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Scaptotrigona xanthotrica</i> , <i>Melipona marginata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>
Mata de São João	uruçu verdadeira	<i>Melipona scutellaris</i> *	<i>Melipona scutellaris</i>
Monte Santo	mandaçaia, moça branca, cupira	<i>Melipona mandacaia</i> *, <i>Frieseomelitta</i> sp, <i>Partamona cupira</i>	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp.
Pindobaçu	moça branca, mandaçaia	<i>Frieseomelitta</i> sp., <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i>	<i>Frieseomelitta</i> sp, <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i>
Presidente Tancredo Neves	cupira, uruçu verdadeira, uruçu amarela, munduri, guaraipe, Jataí, moça branca	<i>Scaptotrigona bipunctata</i> , <i>Melipona scutellaris</i> *, <i>Melipona mondury</i> *, <i>Melipona asilvai</i> , <i>Melipona bicolor</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp.	<i>Melipona scutellaris</i> , <i>Melipona mondury</i> , <i>Melipona bicolor</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>
Ribeirão do Largo	jataí	<i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
Salvador	uruçu verdadeira	<i>Melipona scutellaris</i> *	<i>Melipona scutellaris</i>
São Desidério	mandaçaia, jataí, moça branca	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> *, <i>Frieseomelitta</i> sp.	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp.
São Gabriel	mandaçaia, jataí	<i>Melipona mandacaia</i> *, <i>Melipona quadrifasciata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i> , <i>Tetragonisca angustula</i>

Tremedal	iraí, mandaçaia, moça branca, manduri	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> , <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp, <i>Melipona maginata</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> , <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Frieseomelitta</i> sp, <i>Melipona maginata</i>
Tucano	mandaçaia	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> *	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i>
Uibaí	mandaçaia, jataí, tubiba	<i>Melipona mandacaia</i> *, <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Scaptotrigona xanthotrica</i>	<i>Melipona mandacaia</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Scaptotrigona xanthotrica</i>
Várzea da Roça	mandaçaia, Jataí, moça branca, manduri, Iraí, mirim	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Nannotrigona testaceicornis</i> , <i>Plebeia</i> sp	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Nannotrigona testaceicornis</i> , <i>Plebeia</i> sp
Vitória da Conquista	mandaçaia, jataí, Moça branca, tubiba, manduri, cupira, Iraí, urucu amarela, urucu verdadeira, mirim	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> *, <i>Tetragonisca angustula</i> *, <i>Scaptotrigona bipunctata</i> *, <i>Nannotrigona testaceicornis</i> , <i>Melipona mondury</i> , <i>Melipona scutellaris</i> , <i>Melipona</i> sp, <i>Plebeia</i> sp	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Scaptotrigona bipunctata</i> , <i>Melipona mondury</i> , <i>Plebeia</i> sp

Material Suplementar 3. Localidades em que estão instalados os meliponários, os biomas em que estão inseridos, a profissão e a cidade em que reside os meliponicultores entrevistados.

Cidade	Localização do(s) meliponário(s)	Profissão	Bioma
Alagoinhas	Alagoinhas	Consultor e produtor florestal	Mata Atlântica
Alagoinhas	Zona rural de alagoinhas	Agricultor de permacultura	Mata Atlântica
Alcobaça-Ba	Alcobaça-Ba	Apicultor e Meliponicultor	Mata Atlântica
Capela do Alto Alegre	Capela do Alto Alegre	Servidor público	Mata Atlântica

Feira de Santana	Feira de Santana	Apicultor	Mata Atlântica
Gandu	Gandu	Servidor público	Mata Atlântica
Ilhéus	Ilhéus	Apicultor e funcionário público	Mata Atlântica
Irecê	Irecê	Técnico em prótese dentária e vendedor de mudas	Caatinga
Itagi	Itagi	Agricultor	Mata Atlântica
Jaguaquara	Jaguaquara	Engenheiro agrônomo	Mata Atlântica
Jeremoabo	Jeremoabo	Apicultor e pecuarista	Caatinga
João Dourado	João Dourado	Servidor público	Caatinga
João Dourado	Povoado de Floresta	Mecânico e construtor civil	Caatinga
Monte Santo	Monte Santo	Apicultor e pecuarista	Caatinga
Pindobaçu	Zona rural de Pindobaçu	Agricultor	Caatinga
Salvador	Presidente Tancredo Neves	Agricultor	Caatinga
Salvador	Costa do Sauípe	Meliponicultor	Mata Atlântica
Salvador	Mata de São João	Bióloga - consultora	Mata Atlântica
São Desidério	São Desidério	Meliponicultor	Cerrado
São gabriel	São Gabriel	Acessoria para conservação	Caatinga
Tremedal	Tremedal	Desempregado	Caatinga
Tucano	Zona rural de Tucano	Meliponicultor	Caatinga
Uibaí	Uibaí	Professor de geografia	Caatinga
Uibaí	Uibaí	Engenheiro agrônomo	Caatinga
Uibaí	Uibaí	Agricultor	Caatinga
Várzea da Roça	Várzea da Roça	Meliponicultor	Caatinga
Vitória da Conquista	Vitória da Conquista	Professor, Consultor, Marcerneiro	Caatinga
Vitória da Conquista	Ribeirão do Largo, Caraibas, Vitória da Conquista	Agricultor e pecuarista	Caatinga
Vitória da Conquista	Vitória da Conquista	Dentista	Caatinga
Vitória da Conquista	Vitória da Conquista	Marceneiro	Caatinga

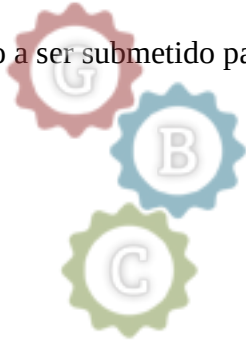


Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

6. CAPÍTULO 2

Os meliponários podem atuar como estoque genético para abelhas sem ferrão?

Artigo a ser submetido para *Insects Journal**



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Os meliponários podem atuar como estoque genético para abelhas sem ferrão?

Leydiane da Conceição Lazarino*¹, Larissa Silva Novais¹, Sâmela Silva Mendes¹, Marcus Vinícius Canário Viana², Ana Maria Waldschmidt¹

¹ Programa de Pós-graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação – PPGGBC, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil.

² Departamento de Genética - Centro de Ciências Biológicas Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Autor correspondente: lclazarino@gmail.com

Resumo

A meliponicultura, criação de abelhas sem ferrão, possui importância econômica, científica e cultural, porém o manejo inadequado pode causar efeitos genéticos negativos como gargalo, depressão endogâmica e exogâmica. Este estudo avaliou o quanto da diversidade genética de *Melipona mondury* e *Melipona mandacia* está sendo mantida em meliponários dentro de sua área de ocorrência, com o intuito de discutir parâmetros de um meliponário com função de estoque de diversidade genética para conservação de espécies de meliponíneos e matrizes para melhoramento genético. Foram utilizadas amostras de meliponários bem como de ninhos de áreas naturais próximas aos meliponários amostrados. O DNA extraído foi amplificado utilizando loci microssatélites e as análises estatísticas foram realizadas. As duas espécies estudadas obtiveram um cluster $k=2$, apresentando alta taxa de admixture. Não houve desvios do EWH nos meliponários e nas populações colônias naturais e o índice de diversidade genética colocar os valores foi semelhante ou superior, indicando que os meliponários podem auxiliar como estoque genético para ambas as espécies.

Palavras-chave: Caatinga, Conservação, Mata Atlântica, *Melipona*, microssatélites.

Introdução

As abelhas sem ferrão pertencem a subfamília Apinae, tribo Meliponini, e tem distribuição principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Essas abelhas são particularmente comuns em várias áreas tropicais da América do Sul, onde tem papel fundamental como polinizadores da flora nativa (Michener 2007). A polinização desempenha

um papel fundamental na produção de sementes e frutos e na manutenção da variabilidade genética em plantas nativas e cultivadas (Silveira et al. 2002).

Nos últimos anos, as abelhas vem sofrendo grande impacto devido as alterações ambientais como fragmentação, desmatamentos, e uso indiscriminado de agrotóxicos que contribuem para o declínio populacional das espécies (Winfree et al., 2009). O declínio populacional das abelhas poderá levar a um desequilíbrio genético no sistema determinante do sexo haplodiplóide, tendo como consequência a redução da viabilidade das pequenas populações naturais. Esse fato leva a redução do fitness e limitação do potencial evolutivo das espécies devido aumento de homozigose, perda de diversidade e pressão endogâmica (Zayed 2009; Duarte et al., 2014). Para minimizar esse impacto, a meliponicultura ou a criação de abelhas sem ferrão, pode ajudar na conservação das abelhas por prover abrigo principalmente para aquelas espécies que dependem de ocos de arvores para nidificação, além além de ser uma potencial fonte de renda para a agricultura familiar.

O meliponário é um conjunto de colônias de abelhas sem ferrão criadas em caixas racionais ou em cortiços, normalmente próximo às residências, instalados em cavaletes ou suspensas. A meliponicultura tem como função a produção de mel, pólen, geoprópolis, comercialização de enxames, polinização racional, uso em paisagismo, lazer, ecoturismo, educação ambiental e, também, na conservação das espécies e fornecimento de material biológico para estudos científicos (Carvalho et al., 2003). O meliponicultor deve escolher espécies cujo manejo é conhecido (Carvalho-Zilse et al., 2011) e nativas da região em que o meliponário está situado, pois os meliponíneos são estreitamente adaptados às condições ecológicas locais (Nogueira-Neto, 1997). Deste modo, é possível beneficiar espécies vegetais nativas e nortear programas de reflorestamento por meio da polinização por espécies de abelhas escolhidas por análises palinológicas (Kerr et al., 1996). No Brasil, a maior parte dos meliponicultores ainda possui um baixo nível técnico e é importante se aprimorar por meio de cursos oferecidos por universidades e órgãos governamentais para não incorrer em erros no manejo (Cortopassi-Laurino et al., 2006; Jaffé et al., 2015).

Os marcadores moleculares são úteis para monitorar populações naturais e de estoque (Silva et al., 2019) e podem ser usados para monitorar um meliponário com fins de conservação, transformando-o em um estoque de diversidade genética de populações naturais. Como exemplo, os microssatélites ou SSR são repetições neutras de nucleotídeos de herança codominante que geralmente mostram altos níveis de polimorfismo (Mijangos et al., 2015). Nas abelhas, têm sido utilizados para avaliar a estrutura genética (Alves et al. 2011; Borges et

al. 2010), maternidade e paternidade (Viana et al., 2015), bem como a identificação taxonômica das abelhas (May-Itzá et al. 2010; Tavares et al., 2007).

Dentre as espécies de abelhas sem ferrão mais manejadas na meliponicultura destacam-se a *Melipona mondury* e *M. mandacaia*. Pertencentes ao mesmo gênero, porém, sobrevivem em condições morfoclimáticas distintas, Mata Atlântica e Caatinga respectivamente. No estado da Bahia, a *M. mondury*, conhecida como uruçú marela, tem sua ocorrência em 102 dos 417 municípios, com sua ocorrência restrita ao domínio morfoclimático da Mata Atlântica (Silva et al., 2012). O seu hábitat vem sofrendo com efeitos da redução vegetal e fragmentação (Pioker-Hara et al., 2014), ocasionando declínio populacional, tornando difícil a obtenção de colônias tanto para criação como para pesquisas.

Associada ao rio São Francisco e seus afluentes, a *M. mandacaia* (Smith, 1863), conhecida também como mandacaia, é endêmica da Caatinga (Mendes et al., 2019) e responsável pela polinização de diversas espécies vegetais nativas. Além de recursos alimentares, estas utilizam ocos de árvores para nidificar, sendo a *Comiphora leptophloeos* (umburana-de-cambão) a espécie mais utilizada (Alves et al., 2016).

Diante da expansão da meliponicultura na Bahia, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial dos meliponários em áreas naturais de ocorrência das espécies como estoques de diversidade genética tendo a *M. mondury* e a *M. mandacaia* como modelos. Esse estudo será importante para futuros planos de conservação, manejo e melhoramento genético de abelhas sem ferrão.

Material e Métodos

Foram coletadas abelhas operárias de colônias de *M. mondury* no Meliponário situado no município de Jequié (M-JE) - Bahia, distrito Florestal, Fazenda Ouro fino. Este situa-se em área de ocorrência natural da espécie, no bioma da Mata Atlântica. As colônias de *M. mondury* foram retiradas de árvores mortas ou derrubadas por madeireiros e são mantidas em caixas racionais há cerca de 25 anos, sem manejo ou divisões artificiais.

O segundo Meliponário está situado no município de Presidente Tancredo Neves (M-PTN), no estado Bahia, também na área de ocorrência natural da espécie, que está estabelecido em média 12 anos, sendo realizado manejos.

Abelhas operárias de *M. mandacaia* também foram adquiridas através de Meliponicultores. Um Meliponário está localizado no município de João Dourado (M-JD), no semi-árido da Bahia, área de ocorrência natural da espécie. Estas são mantidas em cortiços,

que foram removidos de troncos de mais recente que o segundo meliponário localizado no semi-árido baiano, município de São Gabriel (M-SG).

Para avaliação de diversidade genética amostras foram coletadas amostras de colônias naturais oriundas de localidades ao entorno dos meliponários (Bahia) (Materiais suplementares 1, 2, 3) (Figura 1).

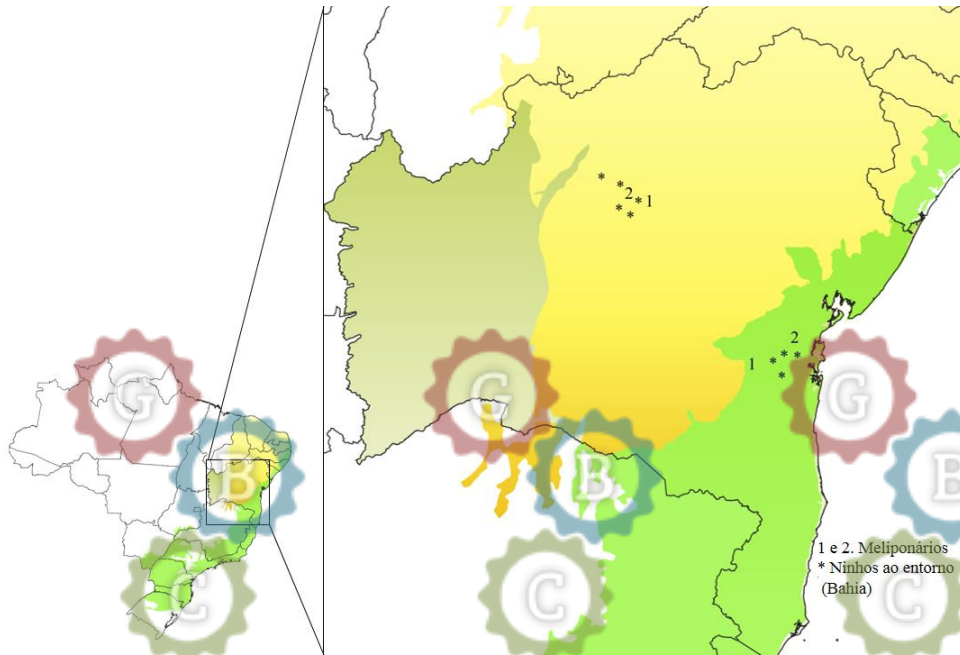


Figura 1. Localização dos meliponários e suas colônias naturais ao entorno de *Melipona mondury* no Bioma mata Atlântica (verde) e *Melipona mandacaia* no Bioma Caatinga (amarelo), amostradas no estado da Bahia.

Extração e amplificação do DNA genômico

A extração do DNA genômico foi realizado no Laboratório de Genética Molecular da UESB, campus Jequié, sendo utilizado o protocolo descrito por Waldschmidt et al., (1997). Em seguida, as amostras foram quantificadas em gel de agarose 8%, para visualização de pureza e integridade do DNA. A amplificação via PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) ocorreu conforme técnica descrita por Peters, et al., 1998. Para *M. mondury* foram utilizados onze loci sendo dois descritos para *M. bicolor*, um para *M. rufiventris*, sete para *M. mondury* e um para *M. quadrifasciata* (Material suplementar 2). Para *M. mandacaia* selecionou-se onze loci sendo: dois descritos para *M. bicolor*, um para *M. rufiventris* e oito para *M. quadrifasciata* (Material suplementar 3).

As amplificações foram realizadas de acordo com o protocolo de Peters et al. (1998), obtendo um mix com 10 µL contendo: 0,4 µL de dNTPs a 2,5mM, 1,0µL de tampão 10X,

0,5µL de MgCl₂ a 25 mM, 6,5 µL de H₂O Milli-Q (Millipore), 0,1 µL Taq polimerase Platinum (5U/µL) (Invitrogen), 0,2 µL de cada primers (Forward e Reverse) a 20 mM e 1,0 µL de DNA genômico (~20 ng). O mix de cada amostra foi incubado no termociclador PTC-100 (MJ Research Inc.) seguindo 3 etapas: uma etapa de desnaturação a 94°C por 3 minutos, seguida de 40 ciclos contendo 3 passos: um de desnaturação a 94°C por 30 segundos, o segundo de anelamento dos primers por 30 segundos, e um terceiro passo de extensão a 72°C por 1 minuto, a etapa final seguiu um passo adicional de extensão à 72°C por 5 minutos. Os produtos das amplificações com os microsatélites foram submetidos à eletroforese em gel de poliacrilamida não-desnaturante 8%. A visualização das bandas foi realizada através de coloração com nitrato de prata 0,2% no fotodocumentador Lpix (Loccus®).

Análise de diversidade genética

Inicialmente realizou-se a correção de alelos nulos com o auxílio do software MicroChecker v 2.2 (Van Oosterhout et al., 2004). Com o software GenAlEx (Peakall e Smouse, 2012) calculou-se os índices de diversidade como: frequência alélica por *locus*, percentual de polimorfismo, heterozigosidade observada (*H_o*) e esperada (*H_e*), a distância genética de segundo Nei, (1978), e o Equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) (Mcmanus et al., 2011). Com o auxílio do software Arlequin v 3.11 (Excoffier, 2007) calculou-se a Análise de Variância Molecular (AMOVA) em dois níveis hierárquicos – dentro e entre populações – e a estatística-F (*F_{ST}* e *F_{IS}*) segundo Wright, 1948.

Análise de estrutura genética

A Inferência bayesiana foi realizada por meio do programa STRUCTURE v 2.3.4 (Falush et al., 2007) onde pode-se inferir 10 repetições com 1.000.000 de randomizações na Cadeia de Markov de Monte Carlo (MCMC) e 100.000 de *burn-in*. O melhor valor de K foi obtido com o auxílio do STRUCTURE Harvester Web v 0.6.9 (Earl e Vonholdt, 2012). O melhor gráfico foi gerado com o auxílio do STRUCTURE selector (Li & Liu, 2018), tendo como base as médias para as 10 repetições do K selecionado.

Adicionalmente, calculou-se a estrutura genética com o software Geneland 4.0.7 via software R v 3.5.0 (Guillot et al., 2005) para confirmar o número de populações assumindo 100 corridas independentes de 1×10^5 interações, estabelecendo o máximo de 10 populações e 10% de *burn in*.

Resultados

Melipona mondury

Diversidade genética

Não foram encontrados alelos nulos no conjunto de dados. O número de alelos por locus produzidos pelos onze loci SSR variaram de 2 a 10 por população, sendo o valor médio igual a 4,81 e o locus Mbi254 produziu o maior número de alelos. Observou-se a presença de alelos privados em alguns indivíduos para os loci Mbi 232, Mquad 7 e Mmo15. Para locus polimórficos (PLP) foi encontrado valores superiores a 90% (M-JE 100%, M-PTN 91% e M-Bahia 100%).

A heterozigosidade média geral observada e esperada foram, H_o : 0,442 e H_e : 0,487, respectivamente. Quando analisadas individualmente os valores médios para H_o e H_e foram: 0,457 e 0,506; em M-JE: 0,467 e 0,447 e em M-PTN: 0,401 e 0,508, respectivamente. Os valores encontrados para os ninhos naturais foram H_o : 0,453 e H_e : 0,466. A distância genética foi maior entre M-JE e Bahia (0,253) e o M-JE com M-PTN (0,090) mais próximos geneticamente. A AMOVA revelou uma variação intra e interpopulacional igual a 91,07% e 8,93% respectivamente ($p < 0,001$).

Estruturação genética

Os valores médios calculados nas estatísticas F_s para o F_{IS} e F_{ST} foram respectivamente (0,12 e 0,086). Observou-se alta taxa de admixture entre Meliponários e Ninhos naturais, com o valor ótimo de DeltaK igual a 2. O gráfico de estrutura (Figura 2) mostra isso, o que corrobora ao valor F_{ST} .

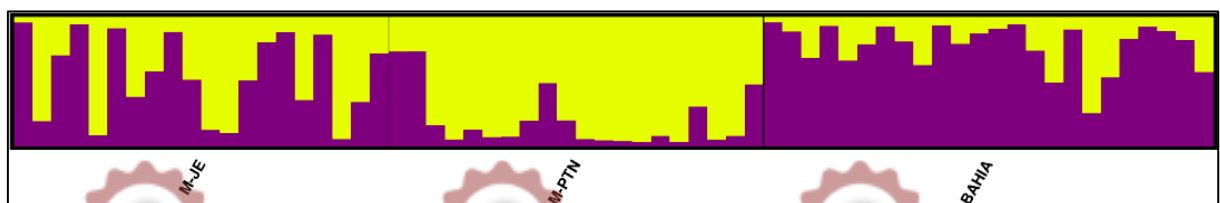


Figura 2. Inferência Bayesiana gerada pelo STRUCTURE Selector revelando a formação de $K=2$ para a análise de diversidade genética de *Melipona mondury* (grupo 1: Meliponários e grupo 2: Bahia).

A simulação de genótipos e dados espaciais, corroborou ao STRUCTURE observando K=2 (Figura 3). Não tendo observado uma coerência geográfica, como observado na análise de F_{ST} .

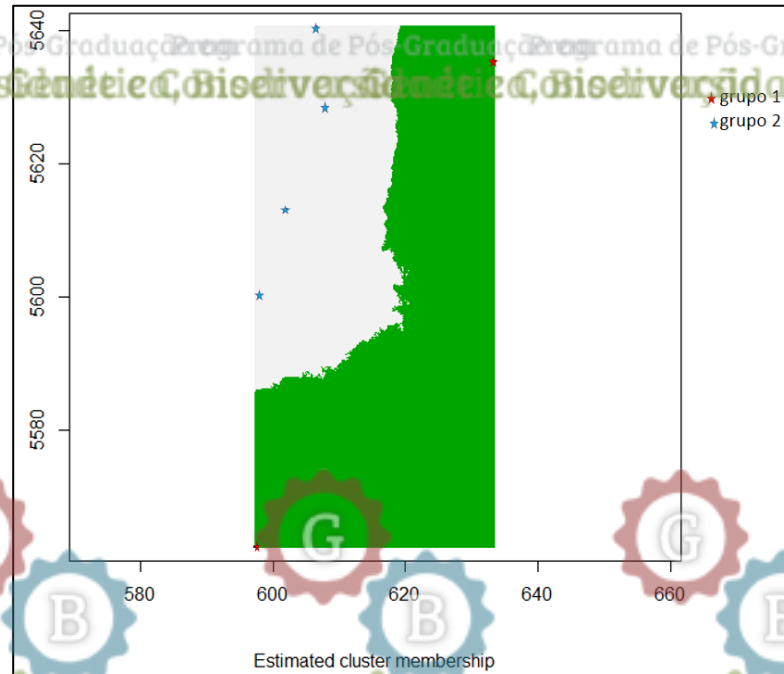


Figura 3. Análise genética e espacial do Geneland para *Melipona mondury*, com a formação de dois grupos. Os meliponários ficaram juntos (verde) e ninhos ao entorno (cinza).

Melipona mandacaia

Diversidade genética

Os *loci* SSR revelaram o número alélico entre 2 a 8 com média igual a 3,41, onde o Mquad7 apresentou maior número alélico. A (PLP) revelou valores iguais a 100% para M-JD, 90,91% para M-SG e 100% para M-Bahia, com a média 93,94%.

A heterozigosidade média geral observada e esperada, foram respectivamente H_o :0,516 e H_e :0,513. Individualmente, observou-se H_o e H_e (0,476 e 0,483) para M-JD, (0,503 e 0,504) e para M-SG e (0,569 e 0,553) para M-Bahia. A distância genética foi maior entre M-JD e M-SG (0,218) e mais próximo geneticamente M-SG e Bahia (0,129) Onde a AMOVA revelou uma variação intrapopulacional igual a 89,60% e interpopulacional igual a 10,40% ($p < 0,001$).

Estruturação genética

Os valores médios calculados nas estatísticas F , para o F_{IS} e F_{ST} foram respectivamente (0,017 e 0,103). O agrupamento bayesiano apresentou $K=2$, com alta taxa de admixture (Figura 4). A simulação de genótipos georreferenciados, corroborou ao STRUCTURE com $K=2$ (Figura 5) sem coerência geográfica, mas geneticamente são mais próximas, observado na análise de F_{ST} e formando grupos idênticos ao STRUCTURE.

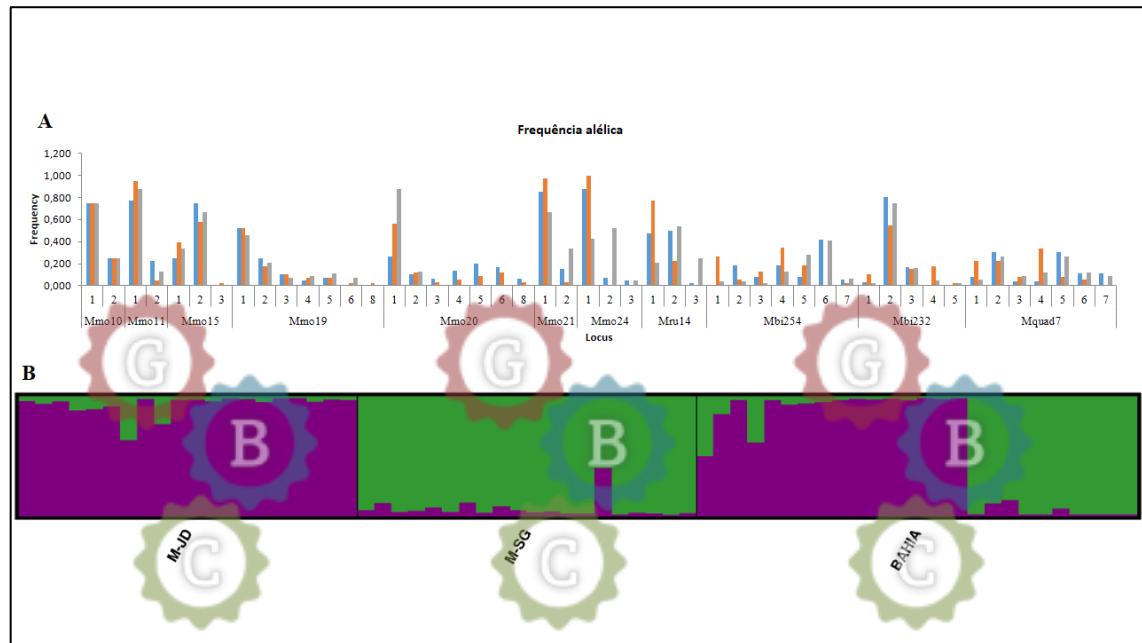


Figura 4. A- Frequência alélica por locus/grupos e B- Inferência de agrupamento bayesiano evidenciando formação de dois grupos (1: M-SG + Bahia e grupo 2: M-JD).

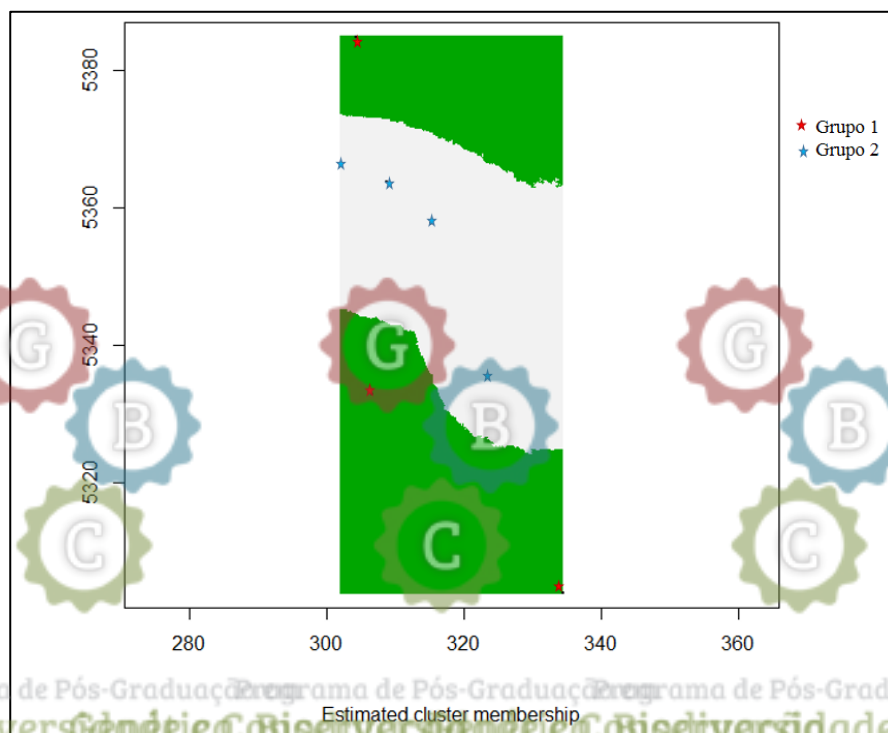


Figura 5. Análise de estrutura espacial evidenciando dois grupos (verde= M-JD + Bahia e cinza=M-SG + Bahia).

Discussão

Em estudos de diversidade genética, um dos parâmetros utilizados é a média alélica. Nas análises, os valores médios dos alelos encontrados, podem ser explicados pelo número de *loci* polimórficos em todo conjunto de dados. O número alélico para meliponários foi superior aos encontrados para meliponários de *M. quadrifasciata* e *M. mondury* (1,60 e 2,22) (Koser et al., 2014) e *M. fasciculata* (2,30) os quais utilizaram locus específicos (Silva et al., 2018). Assim, nossos resultados indicaram que os *primers* heterólogos foram eficientes para estimar a diversidade genética das espécies estudadas.

A heterozigosidade média encontrada para os meliponários foi semelhante ou superior a dos ninhos das colônias naturais. Os valores superiores se assemelham ao encontrado em outros estudos usando locus específicos, a exemplo da *Tetragonisca angustula* em que foram observados valores médios de 0,59 para meliponário e 0,60 para ninho natural (Santiago et al., 2016).

Assim, podemos afirmar que, em relação às regiões microssatélites analisadas, os valores de diversidade genética para *M. mondury* e *M. mandacaia* demonstraram que ainda há estoque genético dentro de grupos dos meliponários, revelando que a diversidade local está mantida. A importância da criação de espécies em suas regiões de ocorrência natural se deve pela possibilidade de cruzamentos de populações naturais do entorno e, assim, manter a diversidade genética dos meliponários (Koser et al., 2014). A manutenção da variabilidade genética é essencial para a conservação das populações, mantendo-as saudáveis (Farias et al., 2009).

Foram encontrados alelos privados, porém esses não foram suficientes para separar as populações, pois foram apenas alguns indivíduos de uma população, e maioria obteve alelos similares. Tavares et al. (2013) também evidenciaram presença desses alelos para algumas das populações de *M. quadrifasciata*, resultando em diferenciação genética, sendo explicada pelas localidades de algumas não serem da área de distribuição. Para *M. beecheii*, os autores encontraram alelos privados em toda análise, mas somente observou separação de uma colônia que uma das alternativas desse fato, é que pode ter sido translocada por meliponicultor da região (May-Itzá et al., 2019).

Em nosso conjunto de dados, a distância genética entre os meliponários foram baixas, e um deles, foi ligeiramente maior entre as populações de colônias naturais. Isso pode ser influenciado pelo tempo de estabelecimento maior, em relação ao outro meliponário que além de ser mais recente que o primeiro, próximo a ele teve mais colônias naturais, mas essa distância não permitiu isolamento.

Por meio de uma metanálise, utilizando dados de 17 espécies de abelhas sem ferrão, foi avaliada a influência da distância genética nos padrões de fluxo gênico entre as populações (Jaffé et al., 2016a). Os autores observaram que populações mais próximas tem maior similaridade genética do que as mais distantes, e que as espécies manejadas tem menor isolamento por distância do que as selvagens. Com isso, caso as populações estiverem geograficamente muito separadas, o fluxo gênico pode ser reduzido, e ao longo do tempo, tornam-se mais diferenciadas geneticamente e assim a estrutura da população é moldada (Clegg e Phillimore, 2010). O fluxo gênico em abelhas é dependente da distância de voo dos indivíduos reprodutores (princesas e machos) e, quando as populações estiverem muito separadas e em ambientes fragmentados, pode ocorrer diferenciação genética devido ao isolamento por distância (Araújo et al., 2004; Jaffé et al., 2016a).

Além da dispersão que pode influenciar em manter ou não o fluxo gênico das abelhas sem ferrão, o efeito da paisagem também pode estar isolando as populações. Mas segundo estudos anteriores utilizando microsatélites, quando observaram o efeito de cobertura vegetal para o fluxo gênico de abelhas sem ferrão, não detectaram nenhum impedimento, dessa forma sugeriram que as abelhas tem uma grande capacidade em manter o fluxo gênico em paisagens modificadas pelo homem e heterogêneas (Jaffé et al 2016 b). Esses autores, com estudo sobre *Trigona spinipes*, constataram que essa abelha além de ter dispersão a longa distância, o fluxo gênico não foi afetado pela cobertura florestal, cobertura do solo e gradiente altitudinal, podendo assim sobreviver a ambientes degradados (Jaffé et al 2016b). Semelhante a esse trabalho, a diversidade genética de *M. subnitida* não foi influenciada pelas condições ambientais. Essa abelha é uma polinizadora chave com importância ecológica e econômica para as regiões, assim seu apelo pela conservação torna-se maior para os estudos (Jaffé et al., 2018). As abelhas no nosso estudo também tem um apelo econômico além do ecológico, *M. mandacaiá* é muito usada na meliponicultura e cultivares na Bahia e outras regiões do Nordeste (Ribeiro et al., 2012) e *M. mondury* na Bahia (Alves et al., 2007).

Somando-se a isso, as análises de estrutura genética (STRUCTURE e GENELAND) corroboram que existe fluxo gênico entre as populações dos meliponários e dos ninhos naturais. Com isso, parte da diversidade encontrada nos meliponários pode ser explicada pelo

fato das espécies estarem sendo criadas em regiões de ocorrência natural e transportadas a curtas distâncias dos meliponários. Em estudo de diversidade e estruturação genética realizado com *Nannotrigona testaceicornis*, Fonseca et al. (2017), afirmam que valores baixos ou moderados estruturação, mesmo que sejam espacialmente coerentes e com significância estatística, a chance de estruturação populacional é mínima.

A meliponicultura pode levar a troca de colônias entre meliponários o que pode aumentar ou diminuir frequências alélicas (Carvalho-Zilse et al., 2009; Jaffé et al., 2016). Essas podem ser adquiridas localmente, mas também fora de sua distribuição (Alves et al., 2011) e pode resultar em consequências para as espécies e a biodiversidade local. A translocação de colônias entre meliponários separados por longas distâncias e fora de sua distribuição, não é recomendada, porque haver devido a diferenciação genética considerável entre as colônias a hibridização pode gerar indivíduos inviáveis, além do transporte de patógenos que trazem riscos à saúde das colônias (Byatt et al. 2016). A introgressão ou cruzamento de populações geneticamente diferentes pode originar híbridos não adaptados aos ambientes das populações parentais, processo conhecido como depressão exogâmica (Frankham, Ballou and Briscoe 2008).

Em exemplo, a *Tetragonisca angustula fiebrigi* são transportadas da região oeste de Santa Catarina para as regiões costeiras e se hibridizam com as subespécies relacionadas, no caso *Tetragonisca angustula* (Francisco et al., 2014). A hibridização pode levar a extinção genômica da população menor (Francisco et al., 2014). Outro exemplo é *M. scutellaris*, uma das espécies mais criadas, que é conhecida por hibridizar com *M. capixaba* (Nascimento, 2000), ambas possuem distribuição sobreposta (Nogueira et al., 2014).

Um estudo de meliponário, com a espécie *M. scutellaris*, revelou uma variação intrapopulacional maior do que entre as populações, indicando que baixa estruturação genética entre o meliponário e as populações naturais. Essa aparente homogeneização pode ser devida à intensa atividade melipônica, incluindo a troca de material genético entre os criadores, e com base nisso, eles recomendaram estudos mais profundo sobre meliponários e populações de ninhos de abelhas silvestres, assim irá auxiliar a orientar o manejo e a conservação desses importantes polinizadores (Carvalho-Zilse et al., 2009).

Alves et al. (2011) monitoraram um meliponário de *M. scutellaris* localizado fora da área de ocorrência e fundado a partir de duas colônias. O gargalo genético artificial reduziu severamente o número de alelos sexuais e em locos microssatélites bem como aumentou em cerca de dez vezes a proporção de colônias com ocorrência de machos diploides, que são menos viáveis e férteis, quando comparada com a população de origem. O meliponário foi

mantido com sucesso com uma taxa de cinco divisões de colônias por ano devido ao manejo com fornecimento de recursos florais abundantes, alimentação artificial, transferência de favos de cria para colônias fracas e a reposição natural de rainhas que produzem machos diploides.

Os resultados obtidos por (Alves et al. 2011) concordam com Nogueira-Neto (2002) por demonstrar a possibilidade de se manter pequenas populações de meliponíneos viáveis por meio de intenso manejo. Esta estratégia será útil para manejo de espécies criticamente ameaçadas de extinção. No entanto, esforços de conservação devem manter populações geneticamente viáveis ao longo do tempo (Frankhan et al., 2008), como no meliponário proposto por Kerr (1985), que necessitem do mínimo possível de intervenção humana dentro das colônias. A aplicação de uma das duas estratégias depende do nível de risco da espécie que se vai conservar.

A diversidade genética deve ser mantida para determinar a sobrevivência das populações selvagens (Byatt et al., 2016). Ela pode ser alta quando a espécie criada apresenta ampla distribuição e nidifica em diversos substratos, como *Tetragonisca angustula* (Francisco et al., 2016). Os autores identificaram diversidade genética moderada a alta em todas as populações da espécie tendo observado baixo nível de fluxo gênico em toda área estudada. Porém, eles não afirmam que o transporte de colônias influenciou a estrutura genética formada, mas sim outros fatores físicos (rios, montanhas ou áreas degradadas) e ambientais, pois a espécie é comum ser manejada e criada em ambientes urbanos.

Ao avaliar a variabilidade genética das populações de duas espécies de abelhas sem ferrão no meliponário da Universidade Regional de Blumenau *M. quadrifasciata* e *M. mondury*, com marcadores microssatélites heterólogos, encontraram baixos níveis de variabilidade genética para ambas as espécies. O que pode ser explicado por alelos nulos e/ou manutenção artificial de colônias. Se as populações naturais dessas espécies estão apresentando baixa variabilidade genética, elas podem estar em perigo (Koser et al., 2014). Populações mantidas em meliponário podem ser consideradas um reservatório de diversidade genética se elas puderem cruzar com populações selvagens (Alves et al., 2011), para permitir um compartilhamento e manter populações geneticamente viáveis ao longo do tempo (Frankhan et al., 2008). Além de fatores populacionais e genéticos, a conservação da espécie envolve a conservação de seu habitat (Silveira et al., 2008). Várias espécies do gênero *Melipona* são dependentes de ambientes florestais e não sobrevivem em ambientes abertos nativos ou antropogênicos (Silveira et al., 2002).

Em relação às espécies aqui estudadas, a *M. mondury* e *M. mandacaia* possuem bionomia do ninho diferentes (Sousa et al., 2015; Alves et al., 2016, respectivamente). Ambas espécies devem ter seu manejo conhecido e divulgado através de cursos e publicações para a qualificação do meliponicultor. É fundamental que o meliponicultor conheça a maneira correta de se obter colônias, tornando-se um aliado na conservação.

Assim sendo, podemos concluir que os meliponários têm potencial para conservação como estoque de diversidade genética e que este pode ser criado em paralelo aos meliponários comuns para a produção, inclusive fornecendo material para melhoramento. Para tanto, é necessário que a criação racional seja dentro da área de ocorrência da espécie, permitindo o fluxo gênico com as colônias naturais e a origem das colônias deve ser de localidades próximas, para manter a estrutura genética local. É importante que o esforço do manejo seja realizado por criadores qualificados e esteja acompanhado da conservação do seu hábitat.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo suporte e estrutura para realização deste estudo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo suporte e estrutura para realização deste estudo. À Fundação de Amparo a Pesquisa na Bahia (FAPESB). Aos meliponicultores pelo material concedido.

Referências Bibliográficas

- Alves, R.M.O, Carvalho, C.A.L., Waldschmidt, A.M., Paixão, J.F., Souza, B.A., Santos L.O.F., Sodré GS, Souza IC, Silva EP, Oliveira MP .2016. *Melipona mandacaia* Smith, 1863 a abelha da caatinga do velho Chico. *Serie Meliponicultura* nº9, Editora CRV, 248p.
- Alves, T. T. L., da Silva Barbosa, R., de Holanda Neto, J. P., Santos, W. D., e Silva, J. N. 2011. Estudo do desenvolvimento e força de trabalho de abelha mandaçaia (*Melipona mandacaia*) em meliponário no estado do Ceará, como ferramenta para o manejo racional da espécie. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2): 163-168.
- Alves, D.A., Imperatriz-Fonseca, V.L., Francoy, T.M., Santos-Filho, P.S., Billen, J., & Wenseleers, T. 2011. Successful maintenance of a stingless bee population despite a severe genetic bottleneck. *Conservation Genetics*, 12: 647-658.
- Borges, Andreia Arantes, Campos, Lucio Antônio de Oliveira, Salomão, Tânia Maria Fernandes e Tavares, Mara Garcia. 2010. Genetic variability in five populations of *Partamona*

helleri (Hymenoptera, Apidae) from Minas Gerais State, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 33(4).

Byatt MA, Chapman NC, Latty T, Oldroyd BP. 2016. The genetic consequences of the anthropogenic movement of social bees. *Insectes Sociaux*, 63: 15–24.

Camargo J.M.F. & Pedro, S.R. 2007. Meliponini Lepeletier 1836. In Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version.

Camargo, J. M. F. & S. R. M. Pedro. 2002. Mutualistic association between atiny Amazonian stingless bee and a wax-producing scale insect. *Biotropica* 34: 446-451.

Carvalho-Zilse GA, Costa-Pinto MFF, Nunes-Silva CG, Kerr WE .2009. Does beekeeping reduce genetic variability in *Melipona scutellaris* (Apidae, Meliponini)? *Genetics and Molecular Research*, 8: 758–765.

Chaigneau, T., Coulthard, S., Brown, K., Daw, T. M., e Schulte- Herbrüggen, B. 2018. Incorporating basic needs to reconcile poverty and ecosystem services. *Conservation Biology*. Chizzotti, A. A pesquisa qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: evolução e desafios. Braga, Portugal: Revista Portuguesa de Educação, 16(2): p. 221-236.

Clegg SM, Phillimore AB .2010. A influência do fluxo e desvio de genes na divergência genética e fenotípica em duas espécies de *Zosterops* em Vanuatu. *Philos. Trans. R. Soc. B*. 365 : 1077-1092.

Earl, DA; Vonholdt, BM. 2011. Structure Harvester: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources*, v. 0.6.91.

Excoffier L., Laval G. e Schneider S. 2005. Arlequin. Version 3.1: an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online* 1: 47–50.

Fonseca, A. S., Oliveira, E. J. F., Freitas, G. S., Assis, A. F., Souza, C. C. M., Contel, E. P. B., e Soares, A. E. E. 2017. Genetic Diversity in *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: Apidae) Aggregations in Southeastern Brazil. *Journal of Insect Science*, 17(1).

Francisco, F.O.; Brito, R.M.; Arias, M.C. 2006. Allele number and heterozygosity for microsatellite loci in different stingless bee species (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Neotropical Entomology*, 35: p.638-643.

Francisco, Flávio de Oliveira, Santiago, Leandro Rodrigues, Arias, Maria Cristina. 2013. Molecular genetic diversity in populations of the stingless bee *Plebeia remota*: A case study. *Genet. Mol. Biol.*, São Paulo, 36(1): p. 118-123.

Francisco, F. O., Santiago, L. R., Brito, R. M., Oldroyd, B. P., & Arias, M. C. (2014). Hybridization and asymmetric introgression between *Tetragonisca angustula* and *Tetragonisca fiebrigi*. *Apidologie*, 45(1): 1-9.

Goulson, D.; Nicholls, E.; Botías, C.; Rotheray, E. L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and a lack of flowers. *Science*, 347.

Graystock P, Blane EJ, McFrederick QS, Goulson D, Hughes WOH. 2015. Do managed bees drive parasite spread and emergence in wild bees? *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5: 64–75.

Hurtado-Burillo, M., Jara, L., May-Itza, W. J., Quezada-Euán, J. J. G., Ruiz, C. & Rúa, P. 2016. A geometric morphometric and microsatellite analyses of *Scaptotrigona mexicana* and *S. pectoralis* (Apidae: Meliponini) sheds light on the biodiversity of Mesoamerican stingless bees. *Journal of Insect Conservation*, 20(5): 753–763.

Hutchinson, DW; Templeton, AR. 1999. Correlation of pairwise genetic and geographic distance measures: inferring the relative influences of gene flow and drift on the distribution of genetic variability. *Evolution*, 53: p. 1898-1914.

Jaffé, R., Pope, N., Carvalho, A. T., Maia, U. M., Blochtein, B., de Carvalho, C. A. L., Venturieri, G. C., 2015. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLoS One*, 10(3).

Jaffé, R., Castilla, A., Pope, N., Imperatriz-Fonseca, V. L., Metzger, J. P., Arias, M. C., & Jha, S. 2016. Landscape genetics of a tropical rescue pollinator. *Conservation genetics*, 17(2), 267-278.

Jaffé, R., Veiga, J. C., Pope, N. S., Lanes, É. C., Carvalho, C. S., Alves, R., e Imperatriz-Fonseca, V. L. 2019. Landscape genomics to the rescue of a tropical bee threatened by habitat loss and climate change. *Evolutionary applications*, 12(6), 1164-1177.

Jost, L. 2008. G_{st} and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecology*, 17: p. 4015-4026.

Kerr WE, Carvalho GA, Silva AC, Assis MGP. 2005. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Mensagem doce*. n.80.

Kerr, W.E. 1997. Meliponicultura importância da meliponicultura para o país. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, 1(3): p. 42-44.

Kerr, Warwick Estevam. 1998. As abelhas e o meio ambiente. In: XII Congresso Brasileiro de Apicultura, Salvador. p. 27-30

Kopelman, NM, Mayzel, J., Jakobsson, M., Rosenberg, NA e Mayrose, I. 2015. CLUMPAK: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular Ecology Resources*, 15: 1179-1191.

Li Y-L, Liu J-X.(2018). STRUCTURE SELECTOR: A web-based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources* 18: 176–177.

Lidiane Nunes Lima¹, Eliane Maria de Souza Nogueira.2017. Produção e uso dos recursos melíferos por meliponicultores da região de Cícero Dantas, BA. GAIA SCIENTIA. VOLUME 11(3): 73-82.

May-Itzá, WJ; Quezada-Euán, JG; Medina, Lam; Eríquez, E; Rúa, PDL. 2010. Morphometric and genetic differentiation in isolated populations of the endangered Mesoamerican stingless bee *Melipona yucatanica* (Hymenoptera: Apoidea) suggest the existence of a two species complex. *Conserv Genet*, 11: p. 2079 – 2084.

May-Itzá, W., Peña, W.L., De la Rúa, P. 2019. A genetic and morphological survey to trace the origin of *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini) from Cuba. *Apidologie* 50, 859–870

Nascimento, V.A., Matusita, S.H., Kerr, W.E. 2000. Evidence of hybridization between two species of *Melipona* bees. *Genet. Mol. Biol.* 23: 79–81

Nogueira-Neto, P. 1997. Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Editora Nogueirapis.

Oosterhout, CV; Hutchinson, WF; Wills, DPM; Shipley, PF. 2004. Micro-checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes*, 4: p. 535-538.

Peakall, R; Smouse, PE; 2005. GENALEX 6: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research. Australian National University, Canberra, Australia. <http://www.anu.edu.au/BoZo/GenAlEx/>.

Peters, JM; Queller, DC; Imperatriz-Fonseca, VL; Strassmann, JE. 1998. Microsatellites *loci* for stingless bees. *Molecular Ecology*, 7, p.783-792.

Pioker-Hara, F. C., Drummond, M. S., e Kleinert, A. D. M. P. 2014. The influence of the loss of Brazilian savanna vegetation on the occurrence of nests of stingless bees (Apidae: Meliponini). *Sociobiology*, 61(4): 393-400.

Potts, S. G.; Biesmeijer, J. C.; Kremen, C.; Neumann, P.; Schweiger, O.; Kunin, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Elsevier.

Prado-Silva, A., Nunes, L. A., de Oliveira Alves, R. M., Carneiro, P. L. S. e Waldschmidt, A. M. (2016). Variation of fore wing shape in *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera, Meliponini) along its geographic range. *Journal of Hymenoptera Research*, 48, 85.

Pritchard, JK, Stephens, M, Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155(2), p. 945-959

Ribeiro, M.F., Rodrigues, F. & Fernandes, N. S. (2012). A mandaçaia (*Melipona mandacaia*) e seus hábitos de nidificação na região do polo Petrolina (PE)- Juazeiro (BA). *Mens. Doce* 115: 6-10.

Santiago, L.R., Francisco, F.O., Jaffé, R. 2016. Genetic variability in captive populations of the stingless bee *Tetragonisca angustula*. *Genetica* 144: 397–405.

Sgariglia, M. A., Vattuone, M. A., Vattuone, M. M. S., Soberón, J. R., e Sampietro, D. A. 2010. Properties of honey from *Tetragonisca angustula fiebrigi* and *Plebeia wittmanni* of Argentina. *Apidologie*, 41(6): 667-675.

Silva, G. R., Pereira, F. M., Souza, B. A., Lopes, M. T. R., Campelo, J. E. G. e Diniz, F. M. 2014. Aspectos bioecológicos e genético-comportamentais envolvidos na conservação da abelha Jandaíra, *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini), e o uso de ferramentas moleculares nos estudos de diversidade. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81(3): 299–308.

Silva, G.R.D., Souza, I.G.D.B., Pereira, F.D.M., Souza, B.D.A., Lopes, M.T.D.R., Bentzen, P. e DINIZ, F.M., Genome-wide discovery and characterization of microsatellite markers from *Melipona fasciculata* (Hymenoptera: Apidae), cross-amplification and a snapshot assessment of the genetic diversity in two stingless bee populations. *Eur. J. Entomol.* 115: 614-9.

Silva, G. R., Pereira, F. M., Souza, B. A., Lopes, M. T. R. e Diniz, F. M. 2019. Pesquisas com abelhas-sem-ferrão (Hymenoptera: Meliponini) e aplicabilidade dos marcadores moleculares: Uma revisão sistemática da literatura. *PUBVET* 13(1): a250, p.1-19.

Silveira, F.A.; Melo, G.A.R. e Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte.

Souza, B. A., Marchini, L. C., Dias, C. T. S., Oda-Souza, M., Carvalho, C. A. L., Alves, R. M. O. 2009. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(4): p.798-802.

Tavares, M. G. Almeida, B. S., Passamani, P. Z.; Paiva, S. R.; Resende, H. C.; Campos, L. A. de O.; ALVES, R. M. de O.; Waldschmidt, A. M. 2013. Genetic variability and population structure in *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Apidae) from Bahia, Brazil, based on molecular markers. *Apidologie*.

Tavares, M.G., Dias, L.A.S., Borges, A. A., Lopes, D.M. 2007. Genetic divergence between populations of the stingless bee urucu amarela (*Melipona rufiventris* group, Hymenoptera, Meliponini): is there a new *Melipona* species in the Brazilian state of Minas Gerais? Genet. Mol. Biol. 30: 667-675.

Venturieri, G. C. 2009. Criação de abelhas indígenas sem ferrão. Embrapa Amazônia Oriental.

Viana, J. L., Francisco, A. K., Carvalho, C. A. L., e Waldschmidt, A. M. 2013. Genetic variability in *Melipona scutellaris* from Recôncavo, Bahia, Brazil. Genet. Mol. Res, 12: 3444-3454.

Viana, M. V. C., Carvalho, C. A. L., Sousa, H. A. C., Francisco, A. K. e Waldschmidt, A. M. 2015. Mating frequency and maternity of males in *Melipona mondury* (Hymenoptera: Apidae). Insectes Sociaux, 62(4): 491–495.

Viana, M. V. C., Miranda, E. A., De Francisco, A. K., Carvalho, C. A. L., e Waldschmidt, A. M. 2011. Transferability of microsatellite primers developed for stingless bees to four other species of the genus *Melipona*. Genetics and Molecular Research, 10(4): 3942-3947.

Wright S. The genetical structure of populations. *Annals of Eugenics*, 15: p. 323-353. 1951.

MATERIAIS SUPLEMENTARES

Material suplementar 1. Localidades de coleta da *Melipona mondury* e *Melipona mandacaia* no estado da Bahia

Espécies	Localidade*	Latitude	Longitude	Meliponário	Ninhos ao entorno
<i>M. mondury</i>	JE	-13.86	-40.08	X	
<i>M. mondury</i>	PTN	-13.45	-39.42	X	
<i>M. mondury</i>	NI	-13.81	-39.62		X
<i>M. mondury</i>	PI	-13.76	-39.38		X
<i>M. mondury</i>	GD	-13.74	-39.48		X
<i>M. mondury</i>	AP	-13.85	-39.74		X
<i>M. mandacaia</i>	JD	-11.35	-41.66	X	
<i>M. mandacaia</i>	SG	-11.23	-41.91	X	
<i>M. mandacaia</i>	IT	-11.01	-42.40		X
<i>M. mandacaia</i>	UI	-11.34	-42.13		X
<i>M. mandacaia</i>	CE	-11.13	-42.11		X
<i>M. mandacaia</i>	LA	-11.38	-41.83		X
<i>M. mandacaia</i>	IR	-11.30	-41.85		X

Localidades*: JE =Jequié, PTN=Presidente Tancredo Neves, NI =Nova Ibiá, PI=Piraí do Norte, GD=Gandu, AP=Apuarema, JD= João Dourado, SG= São Gabriel, IT=Itaguaçu da Bahia, UI=Uibaí, CE=Central, LA=Lapão e IR=Irecê.

Material suplementar 2. Distância par a par em km das localidades utilizadas para o estudo de diversidade genética de *Melipona mondury*.

	JE	PTN	NI	PN	GD	AP
JE	0	84.87	49.79	77.07	65.76	36.71
PTN	84.87	0	45.9	35.2	33.62	57.25
NI	49.79	45.9	0	27.35	16.72	13.79
PN	77.07	35.2	27.35	0	11.98	40.98
GD	65.76	33.62	16.72	11.98	0	30.5
AP	36.71	57.25	13.79	40.98	30.5	0

Material suplementar 3. Distância par a par em km das localidades utilizadas para o estudo de diversidade genética de *Melipona mandacaia*.

	JD	SG	IT	UI	CE	LA	IR
JD	0	30.17	88.65	51.07	54.45	18.66	21.5
SG	30.17	0	58.5	27.03	24.29	19.25	10.35
IT	88.65	58.5	0	46.77	34.21	74.51	67.71
UI	51.07	27.03	46.77	0	22.85	33.13	30.43
CE	54.45	24.29	34.21	22.85	0	41.24	33.76
LA	18.66	19.25	74.51	33.13	41.24	0	9.18
IR	21.5	10.35	67.71	30.43	33.76	9.18	0

Material suplementar 4. Loci microssatélites que foram utilizados para análises moleculares de *Melipona mondury* no estado da Bahia.

Loci	Repetições	Sequência (5' – 3')	Tam.(pb)	TA (°C)	JE Ho-He	PTN Ho-He	BA Ho-He
Mmo10	(GAA)5	F: AGAGAGACGAAGCGAAG R: ATGACAACCGATCACGA	106	60,5	0,389 - 0,375	0,050 - 0,049	0,250 - 0,219
Mmo11	(AG)3GG(A G)6	F: AGAGAGAGACAGAGAGAA R: CGACCCATATTTTCCGAG	116	57	0,350 - 0,349	0,100 - 0,095	0,250 - 0,219
Mmo15	(GAAC)5	F: GCAAAATGACCAAACGGACA R: GAGAGAGAGGGAGGTTC	100	54	0,500 - 0,392	0,579 - 0,508	0,583 - 0,444
Mmo19	(TAT)7	F: AGCGATTTAACTGAACGA R: TATTCCTCTCTCCTACAC	107	62	0,833 - 0,681	0,895 - 0,699	1,000 - 0,520
Mmo20	(TCG)6	F: GAGGGCGACGATTACGAC R: AACGGCATTGTGTAAACAGA	121	60,5	0,400 - 0,824	0,647 - 0,647	0,250 - 0,219
Mmo21	(GA)5	F: AACGTGGAACAGTCGGAC R: AGCGATTCTGTTCAATTCTG	168	57	0,300 - 0,255	0,063 - 0,061	0,000 - 0,444
Mmo24	(AG)3 e (GAAAA)2	F: TCAGCGATTAATGAACAC R: TGGAAATGTTTTACCTGT	180	58	0,200 - 0,226	0,000 - 0,000	0,150 - 0,541
Mru14	(TCG)8 e TT(GTC)4	F: GCTGTTTCCCTGTTTCGAG R: CCCCTATCTTTTATGCCG	136	57,5	0,500 - 0,524	0,450 - 0,349	0,458 - 0,601
Mbi254	(AAG)11	F: CAATCGTTGGAAGGGAAC R: GACCTATACCCAAGTCCAT	213	55	0,750 - 0,863	0,778 - 0,773	0,652 - 0,821
Mquad7	(AT) ₂₁	F: CGCACACGCTAACGGAACG R: CAGGACGAGGCGTAACCG	131-185	58	0,111 - 0,323	0,450 - 0,581	0,524 - 0,539

Material suplementar 5. Loci microssatélites que foram utilizados para análises moleculares de *Melipona mandacaia* no estado da Bahia.

Loci	Repetições	Sequência (5' – 3')	Tam. (pb)	TA (°C)	JD Ho-He	SG Ho-He	BA Ho-He
Mquad2	(TGC)4 e (CGC)4	F: GTGCTCTTGCTCTTGCT R: CCGCAGTTTTTGTTCGCCT	142-151	56	0,438 - 0,490	0,421 - 0,738	0,227 - 0,680
Mquad4	(GC)5	F: CGCTGACTTTAAATCGTTC	121-153	52	0,579 - 0,722	0,611 - 0,549	0,565 - 0,683

Mquad5	(ATT) ⁶	R:TCGCTTCTGTTCGTTCTC F:TGAATCCAGAAATCTTATG R:TCGTTCCGGTTTGGAATG	124-130	56	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000	0,125 - 0,457
Mquad6	(TAT) ⁷	F:TCAGAGAACAGACCCAATC R:GGACCTAATACCTGCACT	112-148	58	1,000 - 0,648	0,611 - 0,452	0,885 - 0,576
Mquad7	(AT) ²¹	F:CGCACACGCTAACGGAACG R: CAGGACGAGGCGTAACCG	131-185	58	0,667 - 0,807	1,000 - 0,816	0,962 - 0,812
Mquad19	(TC) ⁸	F:GGGACGCACGATCTCGGACG R:GGACACGCCCGTGGGAAGAG	120-194	54	0,250 - 0,661	0,500 - 0,395	0,417 - 0,530
Mquad20	(GGACG) ⁵	F:CGTGACGGGATAATCCTTGC R:TCACCGAGCCTGTTTCAGG	189-234	58	0,200 - 0,180	0,368 - 0,605	0,440 - 0,343
Mquad24	(GA) ⁸	F:ACGCGCACGCGCACACATAC R:CGCGCGTCGCTGACTCATG	144-146	58	0,500 - 0,420	0,650 - 0,439	0,857 - 0,490
Mru14	(TCG) ⁸ e TT(GTC) ⁴	F:GCTGTTTCCCTGTTCGAG R:CCCCTATCTTTTATGCCG	136	57,5	0,750 - 0,749	0,550 - 0,664	0,769 - 0,731
Mbi254	(AAG) ¹¹	F: CAATCGTTGGAAGGGAAC R:GACCTATACCCAAGTCCAT	213	55	0,750 - 0,486	0,368 - 0,301	0,731 - 0,646
Mbi232	(CTT) ¹³	F:TTTTTCTCTTAAATTTTCTTCT R: CTTACTCGACGACTTTATTT	128	55	0,105 - 0,148	0,450 - 0,581	0,280 - 0,311