

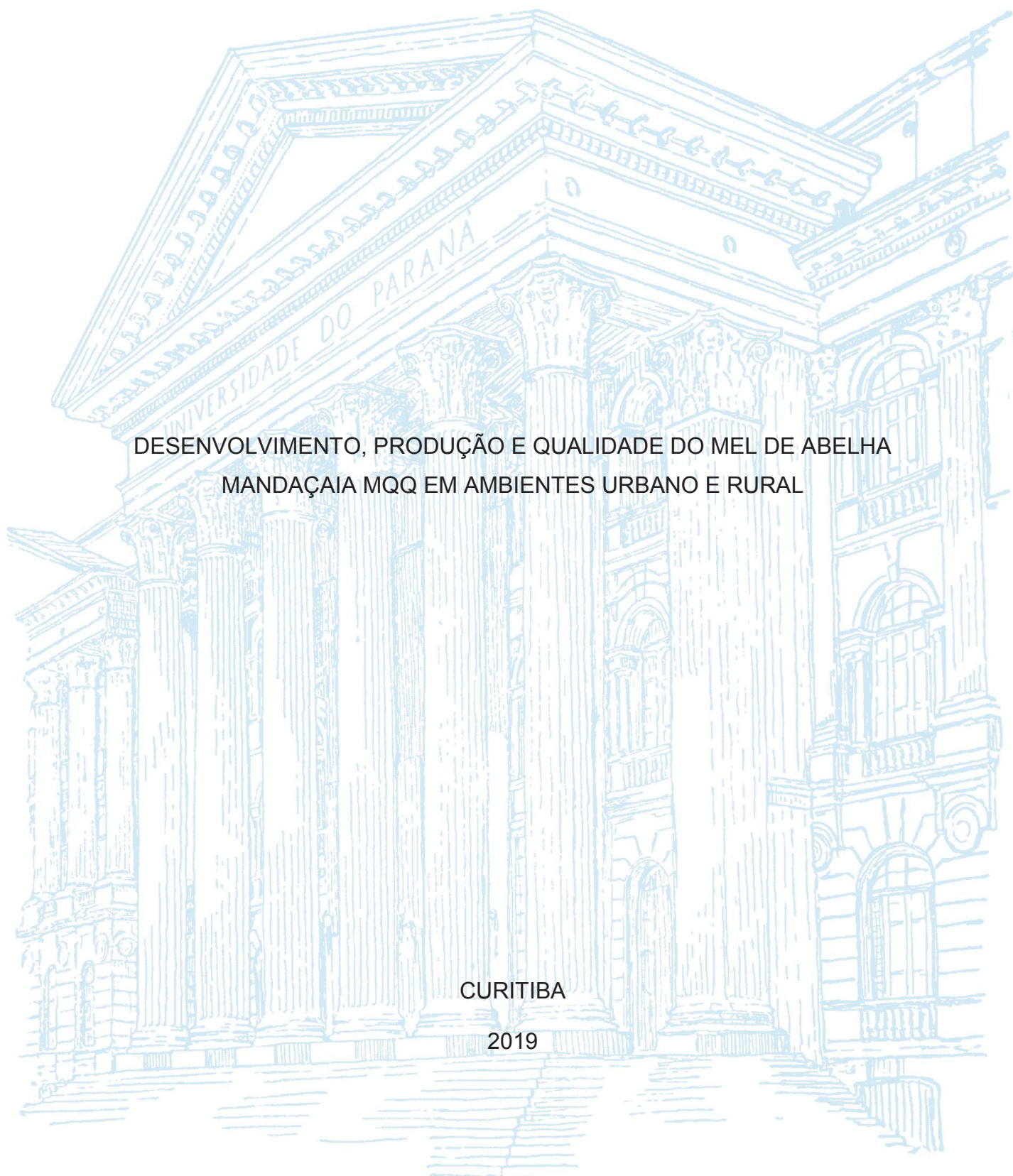
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KATIA REGINA OSTROVSKI

DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO MEL DE ABELHA
MANDAÇAIA MQQ EM AMBIENTES URBANO E RURAL

CURITIBA

2019



KATIA REGINA OSTROVSKI

DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO MEL DE ABELHA
MANDAÇAIA MQQ EM AMBIENTES URBANO E RURAL

Tese apresentada ao curso de Pós Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. João Ricardo Dittrich
Coorientador: Dr. Guilherme Schnell e Schühli
Coorientador: Prof. Dr. Adhemar Pegoraro

CURITIBA

2019

O85d Ostrovski, Katia Regina
Desenvolvimento, produção e qualidade do mel de abelha
mandaçaia MQQ em ambientes urbano e rural / Katia Regina
Ostrovski. - Curitiba, 2019.
130 p.: il.,

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
Orientador: João Ricardo Dittrich
Coorientador: Guilherme Schnell E Schühli
Coorientador: Adhemar Pegoraro

1. Mel de Abelha. 2. Abelhas - criação. 3. Mel como alimento. I.
Dittrich, João Ricardo (Orientador). II. Schühli, Guilherme Schnell E
(Coorientador). III. Pegoraro, Adhemar (Coorientador). IV. Título. V.
Universidade Federal do Paraná.

CDU 638.16



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA -
40001016082P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **KATIA REGINA OSTROVSKI** intitulada: **Desenvolvimento, produção e qualidade do mel de abelha Mandaíia MQQ em ambientes urbano e rural**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 21 de Fevereiro de 2019.



JOÃO RICARDO DITTRICH

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



MÁRCIA REGINA BEUX

Avaliador Externo (UFPR)



CRISTINA GONÇALVES DE MENDONÇA

Avaliador Externo (UFPR)



EDSON GONÇALVES DE OLIVEIRA

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico esta tese ao milagre da vida apenas neste período de doutorado: aos meus dois bebês que não nasceram, e aos meus pais, ambos em renascimento após seus cânceres.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida em um semestre de realização desta pesquisa.

Ao meu orientador professor Dr. João Ricardo Dittrich, não apenas pela orientação serena, objetiva e prática, mas pela confiança que me incentivou sempre a querer seguir em frente.

Aos coorientadores Dr. Guilherme Schnell e Schühli por apoiar o projeto e aceitar o desafio com dedicação, profissionalismo e incentivos, e ao professor Dr. Adhemar Pegoraro por seus sábios ensinamentos de vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) e aos docentes que o compõe por proporcionarem condições para o aprendizado, muito bem representados aqui pelos professores Ananda Félix e Marson Bruck Warpechowski, de minha comissão de orientação.

À secretária do PPGZ Sílvia Igarashi, e do Departamento de Zootecnia Mauro Eduardo Soares de Oliveira pela presteza na execução de suas funções.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Florestas) por viabilizar espaço e a confecção das caixas racionais, incluindo a participação do pesquisador Antônio Kalil que providenciou as madeiras, e ao marceneiro João Altair Torques que as confeccionou com tanto esmero.

Aos responsáveis (pesquisadores Guilherme, João Ricardo e Marson) pelas áreas onde foram instalados os meliponários por contribuírem para realização prática do experimento. À professora Cristina Gonçalves de Mendonça por sua contribuição nas análises estatísticas dos dados coletados, e companheirismo nos projetos com abelhas que nos aproximaram.

À Sebastião Ramos Gonzaga (*in memoriam*), incentivador na meliponicultura e colaborador ímpar desta pesquisa. Também agradeço a todos os demais produtores que apoiaram a pesquisa por meio do empréstimo de suas colônias ou cedendo materiais: Airton Moreto, Álvaro Tadeu Munhóz, Antônio

Ferreira, Antônio Zdbebski, Aurora e João Pedroso, Célia Dresch, Edson Gonçalves de Oliveira, Guerino Clodel Lovato, Harold Brand, Heberhard Hush, Ivan Ricardo Primor, Jonder Koul, Manoel Almeida de Oliveira, Paulo Gustavo Sommer, Tom e Flora Kesselring Zugaib.

Ao Grupo de Pesquisa com Apis, Meliponíneos e outros Polinizadores (GPAMP). Ao colaborador inominável (em respeito a seu pedido) que dedicou seu tempo nas práticas que auxiliaram no processo para elaboração desta tese.

Pela união que fez a força no momento mais difícil de nossa família, agradeço pela inocência de meu irmão Adalberto Luiz Ostrovski, o apoio de minha irmã Cintia Mara Ostrovski, a dedicação de minha cunhada/ irmã Rita de Cássia Pelinski Ostrovski e sua fé na vitória pela vida. Ao meu mano João Ostrovski Júnior por me acompanhar em momentos de distração necessários, e também por sempre me orientar via telefone para eu resolver problemas corriqueiros como por exemplo carregar a bateria do carro com a fonte do notebook: muito obrigada, eu sei que somos por nossa família!

Aos amigos e familiares que em algum momento se entusiasmaram com as abelhas e a concretização deste meu sonho, agradeço o carinho, oração, disponibilidade, paciência e incentivos, todos representados neste momento por minha tia Hilda Santilha da Conceição que gentilmente cedeu-me sua moradia neste período de estudos.

Ao meu pai João Ostrovski que, com sua presença como hóspede ilustre em todo período de terapia para tratar de um câncer, fortaleceu nosso relacionamento, e que há anos vive como um novo homem dedicado à família.

À minha mãe Wilma Ostrovski, que é o esteio de nossa família e renasceu de um câncer confirmando-se ainda mais como nosso exemplo de superação com o ensinamento do lema “desistir é a saída dos fracos”.

À Deus, por Seus propósitos em minha vida, sustento para realiza-los, e apoio incondicional para enfrentar os desafios e injustiças do mundo com amor, serenidade, fé e perdão.

Agradeço!

Um pouco mais de brandura, um pouco menos de opinião.

Um pouco mais de dar, um pouco menos de ambição.

Um pouco mais de nós, um pouco menos de mim.

Um pouco mais de riso, um pouco menos de choro.

Um pouco mais de flores para o fardo da vida aliviar,

E menos delas nos sepulcros, quando a vida terminar.

(Autor desconhecido)

RESUMO

O Brasil possui a maior biodiversidade de abelhas meliponíneas catalogadas do planeta, e devido essa grande diversidade, não se sabe o suficiente a respeito dos parâmetros e características de desenvolvimento das mais diversas espécies. O crescente interesse pela Meliponicultura vem exigindo dos órgãos competentes ações de pesquisa em técnicas e produtos nesta atividade que ainda não é totalmente padronizada. Estudos são necessários para alcançar uma melhor prática, como por exemplo, o tipo de caixa usada para formação de colônias. Para obter-se conhecimento dos parâmetros de desenvolvimento, produção e qualidade do mel de abelha Mandaçaia MQQ em ambientes urbano e rural desenvolveu-se um planejamento experimental que seguiu um delineamento fatorial com dois tratamentos (modelos de caixas quadrada - OT e Sextavada, com tipos diferentes) e três blocos (meliponários instalados nas cidades de Campina Grande do Sul, Colombo e Curitiba). Cada bloco com cinco repetições do modelo de caixa, totalizando dez colônias em cada Meliponário, e 30 exemplares no total. As coletas de dados foram realizadas mensalmente e nos solstícios e equinócios das cinco estações, de dezembro de 2015 a março de 2017. Os parâmetros produtivos e biométricos avaliados para acompanhar o desenvolvimento dessas colônias foram o peso da colônia (g) e seu ganho de peso obtido ao longo do período experimental, produção de mel (ml), número dos discos de cria (discos/colônia), largura e comprimento dos discos de cria (mm) e estimativa da população da colônia. Considerando os dados médios de produção ao longo de todo experimento e o desempenho biométrico das colônias, houve diferenças entre as áreas de experimentação que se devem ao tipo de caixa utilizada, sendo que a quadrada apresentou melhores índices. Para a análise com abordagem sazonal, ocorreram diferenças entre as áreas e estações do ano, mas não nos modelos de caixa. O ambiente rural ofereceu suporte para um melhor desenvolvimento das colônias do que o ambiente urbano, onde foi produzido um mel mais ácido e rico em sacarose, quando comparado ao elaborado em ambiente rural. As demais análises indicam que estes méis atendem aos parâmetros de qualidades físicas, químicas e microbiológicas indicados para esse produto. Devido à escassez de informações sobre a composição do mel produzido por estas espécies de abelhas, especialmente em ambiente urbano, este trabalho contribui no embasamento da legislação para comercialização deste mel no Estado do Paraná. Há necessidade de pesquisar cada vez mais a qualidade do mel e o potencial das colônias avaliando seu desempenho com objetivo de maximizar a produtividade e destacar sua importância ambiental. Conhecer parâmetros produtivos da abelha Mandaçaia MQQ em diferentes ambientes e condições físicas de desenvolvimento respalda a importância desta pesquisa. Esta tese foi elaborada seguindo as normas de formatação da UFPR, com capítulos escritos em forma de artigo científico.

Palavras-chave: Abelhas nativas sem ferrão. *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. Meliponicultura. Tipos de caixas.

ABSTRACT

Brazil has the highest biodiversity of honey bees cataloged on the planet, and due to this great diversity, it is not known enough about the parameters and developmental characteristics of the most diverse species. The growing interest in Meliponiculture has been demanding from the competent organs research actions on techniques and products in this activity that is not yet fully standardized. Studies are needed to achieve a better practice, for example, the type of box used for forming colonies. In order to obtain knowledge about the development, production and quality parameters of honey Mandaçaia's MQQ in urban and rural environments, an experimental design was developed which followed a factorial design with two treatments (square box models - OT and Hexagonal, with types different) and three blocks (meliponaries installed in the cities of Campina Grande do Sul, Colombo and Curitiba). Each block with five replicates of the box model, totaling ten colonies in each Meliponary, and 30 copies in total. Data collection was performed monthly and at the solstices and equinoxes of the five seasons from December 2015 to March 2017. The productive and biometric parameters evaluated to follow the development of these colonies were the weight of the colony (g) and its weight gain obtained during the experimental period, honey production (ml), number of breeding discs (discs / colony), width and length of breeding discs (mm) and estimation of colony population. Considering the average production data throughout the experiment and the biometric performance of the colonies, there were differences between the experimental areas that are due to the type of box used, and the square had better indexes. For the analysis with a seasonal approach, there were differences between the areas and seasons of the year, but not in the box models. The rural environment provided support for a better development of the colonies than the urban environment, where a more acidic and sucrose rich honey was produced, when compared to the one elaborated in rural environment. The other analyzes indicate that these honeys meet the parameters of physical, chemical and microbiological qualities indicated for this product. Due to the scarcity of information about honey composition produced by these bee species, especially in the urban environment, this work contributes to the legal basis for the commercialization of this honey in the State of Paraná. There is a need to research more and more the quality of the honey and the potential of the colonies evaluating its performance in order to maximize productivity and highlight its environmental importance. To know the productive parameters of the Mandaçaia MQQ bee in different environments and physical development conditions supports the importance of this research. This thesis was elaborated following the formatting rules of UFPR, with chapters written in the form of a scientific article.

Keywords: *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. Meliponiculture. Stingless bees. Types of boxes.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DO PESO (A), GANHO DE PESO TOTAL (B) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (C) DE COLÔNIAS DE ABELHA <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. OBTIDO EM DOIS TIPOS DE CAIXA (QUADRADA E SEXTAVADA) EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.....	67
FIGURA 2 -	VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO (A), NÚMERO DE DISCOS (B) E DIÂMETRO MÉDIO DOS DISCOS (C) EM COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. OBTIDOS EM DOIS TIPOS DE CAIXA (QUADRADA E SEXTAVADA) EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.....	73
FIGURA 3 -	VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DO PESO (A), GANHO DE PESO TOTAL (B) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (C) DE COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. OBTIDO EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL - CGS, COLOMBO - COL- E CURITIBA - CTBA) NO FINAL DE DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO DE 2015 A VERÃO DE 2016).....	76
FIGURA 4 -	VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO (A), NÚMERO DE DISCOS (B) E DIÂMETRO MÉDIO DOS DISCOS (C) DE COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. OBTIDOS EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO A INVERNO DE 2016 E VERÃO DE 2017)	79
FIGURA 5-	PRODUÇÃO DE MEL EXCEDENTE NAS COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. EM CADA ÁREA DE AMOSTRAGEM PARA CADA TIPO DE CAIXA.....	81
FIGURA 6-	TEMPERATURA (PONTOS) E UMIDADE RELATIVA DO AR (BARRAS) MÉDIA MENSAL NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL E COLOMBO (A) E CURITIBA (B), APRESENTA COM CURVAS “SMOOTHING” A VARIAÇÃO DE PESO (C) E GANHO DE PESO (D) DE COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. AO LONGO DO EXPERIMENTO EM CADA UMA DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM, BASEADA NOS MELHORES MODELOS LINEARES GENERALIZADOS ADITIVOS.....	84
FIGURA 7-	VELOCIDADE DO VENTO E GRÁFICOS CLIMÁTICOS INDICANDO TEMPERATURA MÉDIA (PONTOS) E PRECIPITAÇÃO MENSAL (BARRAS) NAS ÁREAS RURAIS DE COLOMBO E CAMPINA GRANDE DO SUL (a) E NA ÁREA URBANA DE CURITIBA (b).....	85
FIGURA 8-	VALORES MÉDIOS DE DEZ PROPRIEDADES QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE MEL DE COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. OBTIDAS DE ÁREA RURAL (CAMPINA GRANDE DO SUL) E URBANA (CURITIBA).....	100

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 -	OPERÁRIAS DA ESPÉCIE DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ.....	126
FOTO 2 -	OPERÁRIA VIGIA DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ POSICIONADA NA ENTRADA RAIADA DO NINHO, CARACTERÍSTICA DA COLÔNIA DESTA ESPÉCIE, CONSTRUÍDA COM MISTURA DE BARRO E GEOPRÓPOLIS.....	126
FOTO 3 -	VISTA EXTERNA FRONTAL DAS CAIXAS RACIONAIS COMPLETAS (TRÊS MÓDULOS) PARA MELIPONÍNEOS, MODELOS SEXTAVADA E OSTROVSKI-TOMPOROSKI.....	127
FOTO 4 -	VISTA SUPERIOR DE TODOS OS MÓDULOS DAS CAIXAS RACIONAIS PARA MELIPONÍNEOS, MODELOS SEXTAVADA E OSTROVSKI-TOMPOROSKI.....	127
FOTO 5 -	ESTRUTURA DE LAZER REAPROVEITADA PARA INSTALAÇÃO DO MELIPONÁRIO NA SEDE DA EMBRAPA FLORESTAS NA CIDADE DE COLOMBO (PR).....	128
FOTO 6 -	INSTALAÇÃO RURAL ADAPTADA PARA MELIPONÁRIO EM PROPRIEDADE PARTICULAR NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE DO SUL (PR).....	128
FOTO 7 -	MELIPONÁRIO INSTALADO NO CONDOMÍNIO PARTICULAR SAN MARTINO EM ÁREA URBANA DA CIDADE DE CURITIBA (PR).....	129
FOTO 8 -	ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR COM DIETA PROTEICA (BOMBONS DE GELEIA REAL) E ENERGÉTICA (XAROPE DE AÇÚCAR INVERTIDO).....	129
FOTO 9 -	AVALIAÇÃO DO COMPRIMENTO, LARGURA E NÚMERO DE DISCOS DE CRIA EM COLÔNIA DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ.....	130
FOTO 10 -	APARELHO ELÉTRICO COM BOMBA A VÁCUO ASPIRADORA PARA COLETA DE MEL.....	130

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	ESPÉCIES DE ANSF DE MAIOR OCORRÊNCIA ENTRE OS CRIADORES CONSERVACIONISTAS E COMERCIAIS DA CIDADE DE CURITIBA E SUA REGIÃO METROPOLITANA, NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL.....	24
TABELA 2 -	MÉTODOS UTILIZADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS EM MÉIS.....	37
TABELA 3 -	ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS ESTABELECIDAS PELOS REGULAMENTOS TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO MEL DE ABELHA NATIVA SEM FERRÃO DOS ESTADOS DO AMAZONAS E PARANÁ.....	40
TABELA 4 -	CRITÉRIOS MICROBIOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE MEL DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO.....	40
TABELA 5 -	ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	56
TABELA 6 -	VALORES DE PESO MÉDIOS NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA EM 16 MESES DE MONITORAMENTO EM COLONIAS DE ABELHA <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L.....	65
TABELA 7 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES DESCREVENDO O EFEITO DA ÁREA, TIPO DE CAIXA E INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA EM VARIÁVEIS PRODUTIVAS RELACIONADAS AO PESO MÉDIO, GANHO DE PESO TOTAL E LÍQUIDO, EM COLONIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.....	66
TABELA 8 -	VALORES MÉDIOS DE GANHO DE PESO (GP) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (GPL) EM COLONIAS DE ABELHA <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA, EM 16 MESES DE MONITORAMENTO.....	69
TABELA 9 -	VALORES MÉDIOS DE PARÂMETROS BIOMÉTRICOS EM COLONIAS DE ABELHA <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL (CGS), COLOMBO (COL) E CURITIBA (CTBA), EM CINCO ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.....	71
TABELA 10 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES DESCREVENDO O EFEITO DA ÁREA, TIPO DE CAIXA E INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA EM VARIÁVEIS DE DESEMPENHO BIOMÉTRICO RELACIONADAS À POPULAÇÃO MÉDIA, NÚMERO E DIÂMETRO MÉDIO DE DISCOS DE CRIA, EM COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. APÓS CINCO ESTAÇÕES MESES DE MONITORAMENTO.....	72
TABELA 11 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES MISTOS GENERALIZADOS DESCREVENDO O EFEITO DA ÁREA, ESTAÇÃO DE COLETA E TIPO DE CAIXA, ASSIM COMO INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA, EM VARIÁVEIS PRODUTIVAS RELACIONADAS AO PESO EM COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. APÓS CINCO ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.....	75
TABELA 12 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES MISTOS GENERALIZADOS DESCREVENDO O EFEITO DA ÁREA, ESTAÇÃO DE COLETA E TIPO DE CAIXA, ASSIM COMO INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA, EM VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS RELACIONADAS À POPULAÇÃO MÉDIA EM COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. APÓS 5 ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.....	78

TABELA 13 - RESULTADOS DE MODELOS LINEARES GENERALIZADOS AVALIANDO O EFEITO DO TIPO DE CAIXA E ÁREA DE AMOSTRAGEM NA OCORRÊNCIA DE PRODUÇÃO EXCEDENTE DE MEL (ASSUMINDO DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL) E QUANTIDADE DE MEL EXCEDENTE PRODUZIDO (ASSUMINDO DISTRIBUIÇÃO COMPOSTA DE POISSON COM P=1.8) EM COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L.....	80
TABELA 14 - RESULTADO DOS MELHORES MODELOS LINEARES ATIVOS ESTIMANDO O EFEITO DO TEMPO DE AMOSTRAGEM, ÁREA DE AMOSTRAGEM, TIPO DE CAIXA E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO PESO E GANHO DE PESO MENSAL DE COLÔNIAS DE ABELHAS <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. AO LONGO DE 16 MESES.....	82
TABELA 15 - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE ABELHA <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. COLETADOS EM ÁREA RURAL DE CAMPINA GRANDE DO SUL (PR) E URBANA DE CURITIBA (PR) E OS VALORES DE REFERÊNCIAS RECOMENDADOS.....	97
TABELA 16 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MÉIS DE <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. PRODUZIDOS EM AMBIENTES URBANO E RURAL.....	101
TABELA 17 - ANÁLISES DE BOLORES E LEVEDURAS DOS MÉIS DE <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i> L. PRODUZIDOS EM AMBIENTES RURAL E URBANO.....	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Objetivos.....	19
1.2	Hipótese.....	19
2	CAPITULO 1: REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	Abelhas Nativas Sem Ferrão (ANSF).....	21
2.2	Principais Espécies comerciais no Paraná.....	23
2.3	A abelha Mandaçaia MQQ (<i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i>). ..	24
2.4	Serviços ambientais, sociais e econômicos.....	26
2.5	Paisagens e ambientes externos (natural e seminatural) para meliponicultura.....	29
2.6	Ambiente interno das colônias de ANSF.....	31
2.7	Tipos de caixas para formação de colônias.....	33
2.8	Mel de meliponíneos.....	35
2.9	Análises físicas, químicas e microbiológicas do mel.....	36
2.10	REFERENCIAS	41
	CAPITULO 2: DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ EM DIFERENTES AMBIENTES E DOIS TIPOS DE CAIXAS PARA FORMAÇÃO DE COLÔNIAS	
3	MANDAÇAIA MQQ EM DIFERENTES AMBIENTES E DOIS TIPOS DE CAIXAS PARA FORMAÇÃO DE COLÔNIAS	50
3.1	INTRODUÇÃO	51
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	53

3.2.1	Período e local do experimento.....	53
3.2.2	Tipos de caixas e controle ambiental (rural e urbano).....	55
3.2.3	Delineamento experimental.....	56
3.2.4	Variáveis avaliadas, metodologia de coleta de dados e forma de análise estatística dos resultados.....	57
3.2.5	Produção das colônias.....	59
3.2.6	Desenvolvimento das colônias - efeito das estações do ano.....	59
3.2.7	Produção de mel.....	61
3.2.8	Padrão de variação no peso e ganho de peso ao longo do tempo.....	61
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.3.1	Parâmetros produtivos.....	64
3.3.2	Parâmetros Biométricos.....	70
3.3.3	Desenvolvimento das colônias - efeito das estações do ano.....	74
3.3.4	Produção de mel.....	80
3.3.5	Padrão de variação do peso e ganho de peso das caixas ao longo do tempo e influencia ambiental (variáveis meteorológicas).....	82
3.4	CONCLUSÃO	86
3.5	REFERÊNCIAS	87
4	CAPITULO 3: QUALIDADE DO MEL DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ EM AMBIENTE URBANO E RURAL	92
4.1	INTRODUÇÃO	93
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	95

4.2.1	Período e local do experimento.....	95
4.2.2	Coleta das amostras de mel.....	96
4.2.3	Análises físicas e químicas.....	96
4.2.4	Análises microbiológicas.....	96
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.3.1	Análises físicas e químicas.....	97
4.3.2	Análises microbiológicas.....	101
4.4	CONCLUSÃO	102
4.5	REFERÊNCIAS	103
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
6	REFERÊNCIAS	109
7	ANEXOS	123

1. INTRODUÇÃO

O declínio da população de abelhas registrado em todos os continentes em consequência do desmatamento, extrativismo, uso de agrotóxicos e manejo inadequado, é um alerta de que devemos trazer o foco de nossa dedicação ao resgate, pesquisa e preservação das abelhas.

A Meliponicultura, criação de abelhas nativas sem ferrão, é uma atividade multifuncional, importante no contexto regional, pois além da possibilidade de obtenção de vários produtos nutracêuticos, ainda nos favorece com a prestação do serviço ecossistêmico de polinização de várias espécies vegetais floríferas, sendo as abelhas insetos que ocupam uma posição de destaque entre os agentes polinizadores. É indicada para produtores rurais por ser compatível com muitas outras atividades, e inclusive possível de ser executada em áreas urbanas. Esses benefícios agregam valores às atividades já desempenhadas, como estratégia de uso sustentável ao produtor rural na agricultura e ecossistemas relacionados, pois a produção de mel e de recursos como cera e geoprópolis, são tão importantes quanto sua contribuição para qualidade ambiental.

Para obter-se sucesso na Meliponicultura, um detalhe importante é a organização de meliponários, que são ferramentas para a preservação do ambiente, pois as abelhas contribuem com a produção de frutos e sementes, e conseqüentemente com a alimentação de vários animais. Portanto, se faz necessário substituir o manejo tradicional extrativista por um manejo técnico, estimulando a criação zootécnica nesses meliponários. Atividades como esta representam uma área de estudo que participa de ações básicas que promovem a sustentabilidade, pois englobam aspectos ambientais, econômicos e sociais.

O Brasil agrega a maior biodiversidade de abelhas catalogadas do planeta, e devido essa grande diversidade, não se sabe o suficiente a respeito dos parâmetros e características de desenvolvimento das mais diversas espécies de meliponíneos, cada uma dependente do ambiente onde vivem, como as características climáticas e florísticas de suas respectivas regiões. A quantificação das características de interesse produtivo e econômico em abelhas

é complexo, pois são muitas as variáveis que exercem influência de forma direta e indireta na produção. Assim, torna-se importante pesquisas sobre modelos de caixas que facilitem os procedimentos de manejo, a fim de incrementar a produção por meio de melhores condições ambientais para seu desenvolvimento. Por ser o Brasil um país com dimensão continental, esta atividade é desenvolvida em diferentes regiões (paisagens e ambientes específicos), necessitando de adaptações e tecnologias locais que favoreçam a manutenção e produção em diferentes áreas e climas. Características regionais como variações climáticas e o tipo da caixa para formação de colônias, interferem no desenvolvimento e também na produção e qualidade do mel.

Uns dos desafios para o desenvolvimento da Meliponicultura são a manutenção e multiplicação de colônias. A utilização de um tipo de caixa adequada à espécie criada, facilita os procedimentos de manejo, tais como, a multiplicação das colônias, o fornecimento da alimentação artificial, o controle dos inimigos naturais, o acompanhamento do desenvolvimento das colônias, a divisão dos ninhos e a extração do mel. Considerando o número de espécies, a área de abrangência destas e a diversidade de biomas, é difícil obter uma padronização nos equipamentos, o que incrementaria as boas práticas de produção.

O crescente interesse pela Meliponicultura vem exigindo dos órgãos competentes ações de pesquisa e desenvolvimento de produtos e técnicas voltadas para a multiplicação das espécies, produção, manipulação e utilização dos produtos. Ações em nível Nacional e Estadual (portarias) estão sendo desenvolvidas para viabilizar legalmente a conservação das espécies, seu manejo e a comercialização de todos os produtos provenientes da Meliponicultura.

Uma espécie de abelha das mais conhecidas popularmente é a Mandaçaia MQQ (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.), muito apreciada para produção de mel. É considerada importante polinizadora de diversos ecossistemas brasileiros contribuindo com a conservação da diversidade ecológica. Para a Câmara Técnica de Meliponicultura do Paraná (CT-PR) a abelha Mandaçaia MQQ é classificada como “comercial” e recebe a recomendação de manejo para produção de mel e outros produtos, divisão e

venda de colônias. Esta espécie foi a escolhida para esta pesquisa devido seu potencial zootécnico de criação em caixas e também, por sua escassez na natureza, condição que a classifica como “criticamente em perigo” de extinção no Estado do Paraná.

Há necessidade de pesquisar cada vez mais a qualidade de seus produtos e o potencial das colônias avaliando seu desempenho com objetivo de maximizar a produtividade e destacar sua importância ambiental. Conhecer parâmetros produtivos da abelha Mandaçaia MQQ em diferentes ambientes e condições físicas de desenvolvimento respalda a importância desta pesquisa.

1.1. OBJETIVOS

Objetivo geral

Conhecimento dos parâmetros de desenvolvimento, produção e qualidade do mel de abelha Mandaçaia MQQ em ambientes urbano e rural.

Objetivos específicos

Avaliar desenvolvimento das colônias em ambientes urbanos e rurais;

Avaliar a influência das estações do ano no desenvolvimento das colônias;

Conhecer tipos de caixas no desenvolvimento das colônias

Quantificar e identificar as qualidades físicas, químicas e microbiológicas do mel produzido nos ambientes urbano e rural.

1.2. HIPÓTESE

O conhecimento dos parâmetros de desenvolvimento e produtividade da abelha Mandaçaia MQQ em ambientes distintos será diferente. Então o desenvolvimento das colônias, a produção e as características do mel serão influenciados pelo tipo de caixa utilizado e pelo ambiente de instalação do meliponário.

CAPÍTULO 1

2. CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Abelhas Nativas Sem Ferrão (ANSF)

Existem aproximadamente 20.000 diferentes espécies de abelhas presentes em nosso planeta (VELTHUIS, 1997), algumas vivendo de forma solitária, enquanto outras apresentam diversos níveis de organização social. As abelhas pertencem à ordem Hymenoptera, Família Apidae, Subfamília Meliponinae. Esta subfamília possui três tribos: Meliponini, Trigonini e Liestrimeleitini. Os Meliponini constituem os gêneros *Melipona* e *Trigona* (NOGUEIRA-NETO, 1986).

Entre as abelhas sociais, os Meliponíneos representam um importante grupo, sendo o mais representativo. Essas abelhas nativas, também conhecidas como "silvestres", "sem ferrão" ou "indígenas", são os meliponíneos, representados por mais de 500 espécies sociais descritas (GRÜTTER et al., 2017), apresentando características muito variadas em tamanho, cor e comportamento. Sua biologia é pouco conhecida e representam aproximadamente 90% do total de espécies de abelhas sociais do mundo (NATES-PARRA, 2005). Destacam-se devido à sua fácil domesticação, produção de mel, captação de pólen e a polinização de plantas floríferas (SILVA et al., 2012).

As características básicas das abelhas nativas sem ferrão (ANSF) são: ferrão atrofiado, organização social e formação de colônias perenes (ROUBIK, 1989). São dependentes do ambiente onde vivem (climas específicos) e apresentam população de centenas a milhares de indivíduos (MICHENER, 2007). Utilizam para construção do ninho cera, barro e resina vegetal, e são naturalmente localizados em ocos de árvores (NOGUEIRA-NETO, 1986), podendo estabelecer-se de forma aérea ou subterrânea para algumas espécies. A distância de voo ou "raio de ação/ atuação" (distância percorrida pelas operárias até a fonte de alimento) que deve ser considerada na instalação do meliponários. Estudos indicam 500 m para jataí, 2.500 m para mandaçaia, 840 m para irapuá e 540 m para mirim (NOGUEIRA-NETO, 1997). No gênero

Melipona as rainhas nascem a partir de células iguais às das operárias, não sendo produzidas células-reais (realeiras). A diferenciação de castas tem base genética (VELTHUIS e SOMMEIJER, 1991). De um modo geral, a função da rainha na colônia é a de oviposição, a fim de perpetuar a espécie e manter a união da família por meio de feromônio (GASPARINI et al., 2008).

Suas fontes naturais de alimento são água, néctar e pólen, sendo os dois últimos armazenados na colônia em potes de cerume (OLIVEIRA et al., 2013). O período de maior disponibilidade para as abelhas são os meses de setembro a janeiro no Brasil, quando as temperaturas são mais elevadas e há a floração da maioria das espécies de plantas. (OLIVEIRA et al., 2013). Em muitas regiões, em certas épocas do ano, ocorre a diminuição acentuada do pasto floral, quando haverá necessidade de suprir as abelhas com uma alimentação artificial semelhante àquela obtida na natureza. Nos períodos de escassez alimentar na natureza, nos meses de estações com clima mais ameno, se faz necessário a fornecer alimentação suplementar para manutenção de recursos energéticos e proteicos proporcionando à colônia a geração de calor para o correto desenvolvimento de suas crias e assim, permanecer com um número mínimo de população.

As abelhas mais utilizadas em sistemas agrícolas são as sociais e solitárias (BOSCH; KEMP, 2002). Klein et al. (2007) afirmam que dos 57 maiores cultivos agrícolas mundiais em volume de produção, 42% são polinizados por ao menos uma espécie de abelha nativa. Ainda assim, apenas aproximadamente uma dúzia dessas espécies de abelhas são manejadas para serviços de polinização em todo o mundo (KREMEN, 2008). Além de serem insetos utilizados para obtenção de renda com a produção de mel e outros produtos da colônia (cera, geoprópolis, pólen, etc.) a importância desses agentes polinizadores na produção agrícola associada as constatações da redução de abelhas no ambiente, especialmente nos agroecossistemas mundiais vem preocupando produtores, governos, organizações não governamentais (ONGs) e pesquisadores (FAO, 2004; WINFREE et al., 2007).

Nogueira-Neto (1986) descreveu a existência de 200 espécies no Brasil, número considerado subestimado por Michener (2007). O destaque fica por conta de o Brasil conter a maior biodiversidade de abelhas do planeta (KERR et

al., 1996;), com aproximadamente 390 espécies catalogadas de meliponíneos (CAMARGO; PEDRO, 2007). Grande parte dessas espécies produzem mel só para o consumo da colmeia e manutenção da espécie, enquanto outras produzem excedentes que podem ser utilizados para beneficiar a dieta humana.

Os meliponíneos estão distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais (30°C latitude Norte e Sul) do planeta e cada espécie depende das características climáticas e florísticas de suas respectivas regiões (KERR et al., 1996; VENTURIERI, 2003a). As ANSF são reconhecidas em vários países tropicais e subtropicais, que integram a América Central e do Sul, África e Oceania, apresentando uma diversidade expressiva e riqueza de espécies (SOUZA et al., 2009). Abelhas do gênero *Melipona* (Mandaçaia, Guaraipo, Uruçu, Jandaíra, etc.), são encontradas nas Américas, do norte do México ao norte do Uruguai (NOGUEIRA-NETO, 1986).

No Brasil existem inúmeras espécies de ANSF, existindo a necessidade de pesquisas para reconhecer essa diversidade. As espécies mais conhecidas são: Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), Guaraipo (*Melipona bicolor*), Uruçu (*Melipona scutellaris* sp.), Jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke), Jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille), Borá (*Tetragona clavipes*), Mirim (*Plebeia* sp.), Rajada (*Melipona asilvae*), Canudo (*Scaptotrigona* sp) e Tiúba (*Melipona compressipes*). De todas as espécies catalogadas no Brasil, 35 são encontradas no Paraná, 25 em Santa Catarina e 22 no Rio Grande do Sul (SANTOS, 2016; IAP, 2009).

2.2. Principais Espécies comerciais no Paraná

A atividade da meliponicultura vem ganhando espaço em produções que vão além da criação por simples hobby, estando os meliponicultores em busca de tecnificação que elevam os meliponários a um nível profissional, classificando-os em preservacionistas, científicos ou comerciais.

Segundo os documentos Catalogue of Bees (*Hymenoptera, Apoidea*) in the Neotropical Region (MOURE; URBAN e MELO, 2007), para Câmara Técnica de Meliponicultura do Estado do Paraná (CT-PR) (Anexo 1), das 35 espécies endêmicas, presentes e identificadas neste Estado, quatorze são classificadas

com status de potencial econômico, sendo elas: *Cephalotrigona capitata* (Mombucão, papa-terra), *Geotrigona subterrânea* (Iruçu, Uruçu), *Melipona (Eomelipona) bicolor schencki* (Guaraipo, guarupú, pé-de-pau), *Melipona (Eomelipona) marginata marginata* (Mandurim, mandurí), *Melipona (Eomelipona) obscurior* (Mandury-de-palo, Mondori), *Melipona (Melikerria) quinquefasciata* (Mandassaia-de-chão), *Melipona (Melipona) quadrifasciata quadrifasciata* (Mandaçaia), *Melipona (Michmelia) mondury* (Tujuba, Monduri), *Nannotrigona testaceicornis* (Iraí), *Scaptotrigona bipunctata* (Tubuna), *Scaptotrigona depilis* (Mandaguari), *Tetragona clavipes* (Borá), *Tetragonisca angustula* (Jataí), *Tetragonisca fiebrigi* (Jataí-do-Sul).

Na Tabela 1 encontram-se as espécies de ANSF mais comuns na meliponicultura exercida em Curitiba e região metropolitana, no Estado do Paraná.

TABELA 1- ESPÉCIES DE ANSF DE MAIOR OCORRÊNCIA ENTRE OS CRIADORES CONSERVACIONISTAS E COMERCIAIS DA CIDADE DE CURITIBA E SUA REGIÃO METROPOLITANA, NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL.

Abelha	Gênero	Observação	kg/mel/ colônia/ ano	Referência
Mandaçaia	<i>Melipona</i>	Em risco de extinção	1-2	LONDOÑO, (2001); IAP (2009)
Guaraipo	<i>Melipona</i>	Poliginia	5-6	BALLIVÁN, (2008); WITTER et al., (2005)
Mandurí	<i>Melipona</i>	Mais sensível aos processos de degradação dos habitats	1-2	ABENA, (2013)
Jatai	<i>Trigona</i>	Mais adaptável em relação ao hábito de nidificação	Até 1	BALLIVÁN, (2008)
Miríns	<i>Trigona</i>	Várias espécies de <i>Plebeias</i>	Até 1	WITTER et al., (2005)
Tubuna	<i>Trigona</i>	Comportamento defensivo	4 – 5	BALLIVÁN, (2008)

FONTE: O autor

Entre as espécies de ANSF comuns no Estado do Paraná destacam-se a Jatai, as Miríns, a Tubuna e a Mandaçaia (IAP,2009).

2.3. A abelha Mandaçaia MQQ (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*)

No gênero *Melipona* a abelha popularmente identificada como Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* L.) é uma das mais conhecidas

(CALASANS, 2012), mais utilizada para produção de mel (VILLAS-BÔAS, 2012). Principal polinizadora dos grandes ecossistemas brasileiros (FAQUINELLO et al., 2013) e importante na conservação da diversidade ecológica (NEVES; CASTRO, 2006), sendo a mais comum para criação racional em caixas e raramente encontrada na natureza, por isso é classificada como “criticamente em perigo” de extinção no Estado do Paraná (IAP, 2009). Seu nome comum, em tupi guaraní significa “Vigia-Bonito” (BALLIVIÁN, 2008).

Existem duas subespécies de Mandaçaia descritas na literatura, e que são classificadas como *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Mandaçaia MQA) e a *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Mandaçaia MQQ). O padrão de listras é muito importante na identificação das duas subespécies de Mandaçaia, pois sua principal característica são as bandas terciais (faixas amarelas) presente no dorso do abdome, do 2º ao 5º segmento, que em se apresentam contínuas na Mandaçaia MQQ (Anexo 2, Foto 1) e descontínuas em Mandaçaia MQA (DUCKE, 1916; SCHWARZ, 1932).

Ambas subespécies possuem aspecto robusto, com tamanhos que podem variar de 7 a 15mm de comprimento, considerada de médio a grande porte para abelhas (SILVEIRA et al., 2002), cabeça e tórax pretos, abdômen com quatro faixas amarelas e asas ferrugíneas. Nidifica em árvores ocas, com buracos de entrada feito de barro, em forma de placa perfurada, com sulcos irradiando do centro. Os ninhos em geral são grandes e não raro contêm alguns litros de mel, de sabor agradável e aromático (IHERING, 1968).

Além da sua diferença morfológica, a Mandaçaia assim como outras Melíponas, ornamenta a entrada de seus ninhos com o batume (Anexo 2, Foto 2). O batume é uma estrutura raiada e porosa que protege a cavidade interna do ninho do meio externo, delimitando o espaço ocupado pelo ninho. É constituído por uma mistura de barro e própolis, mas também pode ser formada por diferentes tipos de mistura à base de barro, cera, resina vegetal, fibras vegetais, sementes, dentre outros (NOGUEIRA-NETO 1997; VENTURIERI, 2003b).

Nas Mandaçaia, assim como em outras Melíponas, não ocorre a formação de realeiras. A diferenciação das larvas em rainhas é influenciada por

fatores genéticos e alimentares. Apenas algumas larvas fêmeas, tem o potencial genético para se tornar uma rainha, e para que isso ocorra, um mínimo de alimento é necessário, que varia de acordo com a espécie. Sendo assim, caso a larva tenha um genótipo de rainha, mas não tenha a nutrição adequada, acabará se tornando uma operária (DE MACEDO ROCHA, 2015). A população da colônia depende da postura da rainha fisiogástrica e das reservas de alimento. Espécies de Melíponas de potencial zootécnico vivem até 92 dias, já a rainha tem longevidade média em torno de até dois anos (KERR et al., 1996).

A Mandaçaia ocorre ao longo da costa leste brasileira, que vai desde o Rio Grande do Sul até a Paraíba (MOURE, 1950). Estudos indicam que a Mandaçaia MQQ tem preferência por regiões com altitude acima de 600 metros. O que pode justificar o fato de ser encontrada em regiões de clima frio ao sul do país, como nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (KERR 1951; MOURE, 1975).

A produção de mel de uma colônia de abelhas Mandaçaia pode chegar de 2 a 3 kg/colmeia/ano, sendo este um mel nutritivo, diferenciado e muito bem aceito no mercado (SAMPAIO et al., 2013). A qualidade do seu mel vai além do uso nutricional, também é considerado terapêutico. O mel da Mandaçaia possui características físico-químicas distintas do mel de *Apis mellifera*, o que assegura um nicho de mercado como produto diferenciado (ALVES, 2005).

2.4. Serviços ambientais, sociais e econômicos

As abelhas são as principais polinizadoras das plantas floríferas do planeta, sendo responsáveis pela manutenção da biodiversidade de diversos ecossistemas naturais (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).

Além de proporcionarem manejo facilitado, produção de mel e captação de pólen, também constituem elemento indispensável à economia agrícola mundial (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; SLAA et al., 2006), pois pesquisas indicam cada vez mais ganhos obtidos realizando a polinização dirigida por abelhas em diversas culturas vegetais. Este serviço além de favorecer a quantidade e qualidade de frutos, serve como renda por serviço de manejo dirigido prestado à produtores agrícolas.

Nas regiões do Norte e Nordeste brasileiro o mel destas abelhas é muito apreciado e seu comércio regional traz um complemento financeiro importante para as populações rurais (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2004).

O mesmo volume de mel de ANSF pode ter um incremento médio financeiro de três à dez vezes maior que o mel mais comumente produzido, que é o da abelha *Apis mellifera* africanizada L., um polihíbrido resultante do cruzamento de várias subespécies da *Apis mellifera* L. em nosso país. Estas abelhas com ferrão foram introduzidas a partir do final do século XIX por imigrantes e pesquisadores no Brasil, portanto, um animal exótico em nosso ecossistema.

A importância ambiental, social e econômica dos meliponíneos já tem se estendido a todas as demais regiões do Brasil onde é praticada a meliponicultura, embora ainda em sua maioria de uma maneira tradicional, rústica e extrativista.

Além do caráter ambiental conservacionista por promover o processo de polinização, a meliponicultura (criação de abelhas nativas sem ferrão) é uma atividade importante por apresentar potencial econômico: torna-se lucrativa pela produção e aproveitamento de mel e geoprópolis, os quais têm sido utilizados cada vez mais pela sociedade que está em busca de produtos nutracêuticos para compor sua dieta.

A criação de animais dentro e em torno das cidades, é indicado por Schiere et al., (2006) como ferramenta de diversificação das atividades e uso da terra. Além de ser uma atividade viável legalmente de ser desempenhada em ambientes urbanos, em muitas localidades rurais do Brasil, a meliponicultura constitui fonte adicional de renda, sendo parte importante da agricultura familiar (LOBATO; VENTURIERI, 2010).

Um dos entraves para o desenvolvimento da meliponicultura em nosso país é o fato de ser uma atividade agropecuária ainda praticada com manejos rudimentares e conhecimento técnico escasso dos meliponicultores (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; GEHRK, 2010). A grande maioria destes não investe em tecnologia ou manejos que podem contribuir substancialmente para a produtividade e a renda (JAFFÉ et al., 2015).

Para a meliponicultura subsistir, é necessário substituir o manejo tradicional extrativista por um manejo técnico, observando em primeiro lugar o local de nidificação, pois os ninhos de algumas espécies exibem condições específicas (NOGUEIRA-NETO, 1997), estimulando assim a criação das espécies de abelhas locais em meliponários. A otimização e padronização das práticas de manejo na meliponicultura tem potencial para aumentar a produtividade e renda dos criadores, fazendo da criação de ANSF uma prática mais sustentável e mais atrativa para novos empreendedores. Essa otimização da meliponicultura poderia transformar a atividade em uma ferramenta chave de desenvolvimento e conservação, uma vez que a geração de renda alternativa pode reduzir a necessidade de explorar outros recursos naturais, criando incentivos para proteger as plantas frequentadas pelas abelhas, assegurando a produtividade das culturas, e mantendo a biodiversidade vegetal em ecossistemas naturais (CORTAPASSI-LAURINO, 2006; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012)

Vários aspectos relacionados à atividade ainda precisam ser melhor estudados, como métodos eficientes de reprodução artificial dos ninhos, desenvolvimento de modelos de colmeias mais adaptadas às diferentes espécies de abelhas nativas sem ferrão, elucidação da influência de diferentes aspectos do clima e abundância de recursos florísticos sobre o desenvolvimento das colônias (AIDAR, 1996). Algumas características que têm sido investigadas na seleção de colônias são: peso da rainha, comprimento da glossa, peso da colônia, produção de mel e pólen (ALVES et al., 2012).

A meliponicultura tem sido praticada e difundida em diversas instituições de ensino e pesquisa, na tentativa de aumentar o potencial produtivo de abelhas da tribo *Meliponini* (FAQUINELO et al., 2013). As pesquisas de interesse em meliponíneos destacam-se na área ambiental, análise de seus produtos, na extensão e educação ecológica, no manejo e na produção de colmeias e colônias - avaliando o desenvolvimento destas sob a influência dos ambientes e floradas, modelos de colmeias, espécies, enxames por meliponários, técnicas e frequência de colheita de seus produtos.

A meliponicultura é uma atividade integradora da agricultura/ silvicultura com os ecossistemas naturais que contribui sinergicamente para a conservação

de recursos e para a produção vegetal. Ela promove o uso de sistemas agrícolas mistos, contribuindo significativamente para a manutenção da biodiversidade e de práticas responsáveis (agroecológicas) resultando em benefícios como a redução de agroquímicos.

Meliponário é o termo técnico para designar a presença de colônias de meliponíneos em uma determinada área, com as colmeias dispostas por ação e organização humanas.

Reconhecendo que muitas espécies de abelhas estão sendo impactadas devido ao aumento da antropização e a consequente fragmentação do meio ambiente, o que desta forma reduz os sítios de nidificação e aumenta a destruição de colônias, afetando a capacidade de suporte das áreas de reserva florestal (KERR, 1997; KEVAN, 1999). É importante que tecnicamente se leve em consideração a região original de ocorrência da espécie, respeitando seus atributos ecológicos de melhor adaptação ambiental.

Em cada região do país há espécies de ocorrência natural, bem adaptadas às condições locais, ou seja, mais adequadas à criação racional (VILLAS-BÔAS, 2012). Deve ser estimulada a criação técnica dessas espécies em meliponários.

2.5. Paisagens e ambientes externos (natural e seminatural) para meliponicultura

O conceito de paisagem baseia-se em uma área que é descrita por suas características naturais, culturais, econômicas e ecológicas (MORAN, 2005).

Conforme o Shetland Islands Council (2006), a aparência de uma determinada área resulta de uma identidade distinta fundamentada na interação de sua forma (topografia), texturas (geologia e uso da terra) e cores (ecologia e arquitetura).

Considerando que o ambiente rural (natural) é necessariamente territorial e não setorial, diferencia-se por reduzida densidade demográfica e pressão antrópica sobre ecossistemas pouco artificializados (VEIGA, 2002). Sendo um ambiente fora do perímetro urbano das cidades, caracterizado por paisagens

geográficas, estruturais e funcionais próprias, com predominância campal/ agrícola e reduzido grau de urbanização (MARCUIZZO; RAMOS, 2004). Quanto mais diversificada for a paisagem de uma região, quanto mais áreas cobertas por mata essa paisagem tiver, mais ricas em polinizadores são as propriedades rurais e mais fácil é manejar para a conservação. Com pequenas mudanças no manejo das propriedades rurais os agricultores podem garantir as condições necessárias para a conservação dos polinizadores junto aos campos de cultivo (ROBERTO, 2015).

Foi no ambiente rural que a meliponicultura começou a ser conhecida, pela ação dos meleiros (traficantes de ninhos naturais) pagos para identificar, derrubar e conduzir a colônia até o comprador, ou mesmo agindo apenas para venda do mel, acarretando a morte uma grande centena de ninhos de ocorrência natural (PEREIRA et al., 2008).

Para Ferreira et al. (2013) a meliponicultura é uma atividade sustentável das comunidades rurais que auxilia a conservação dos biomas tropicais e, caso haja flora abundante, praticada para a comercialização do mel. É uma atividade agroecológica importante na rede de apoio social no meio rural, favorecendo o papel da mulher na geração de ocupação e renda (PINTO et al., 2013). Fischborn (2017) considera que o meio rural se apresenta como multifuncional e, no cenário recente, surgiu o agricultor em tempo parcial, o qual não se dedica exclusivamente à agricultura, sendo a meliponicultura uma atividade importante que representa as potencialidades da pluriatividade no ambiente rural.

Segundo os critérios oficiais, é considerado um ambiente urbano (seminatural), a área onde concentra-se mais de 50% da população de um determinado município, apresentando melhores índices de desenvolvimento econômico e social, comparado com o rural, o que resulta em uma concentração de estruturas humanas, com diversos imóveis (edifícios públicos, comerciais e residenciais) elaborados com diferentes materiais artificiais, pavimentações, automóveis e conseqüente redução de áreas verdes (IBGE, 2018; NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2018). As áreas urbanas caracterizadas pelas cidades são geradoras de um clima próprio, resultante da interferência de todos os fatores (substituição da superfície natural) que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local

(AMORIM, 2010), como aumento de temperatura e precipitação e redução de umidade e velocidade do vento (AYOADE, 2003). As grandes cidades enfrentam consequências negativas do crescimento e urbanização com impacto na qualidade de vida dos habitantes, como a redução da qualidade do ar (FENGER, 1999) e da água (GÖBEL; DIERKES e COLDEWEY, 2007), e mudanças na temperatura atmosférica (YUAN; BAUER, 2007). Para Carvalho et al. (2016), o processo de urbanização que desconsidera a presença de infraestruturas verdes compromete a qualidade de vida nas grandes metrópoles em relação às condições ambientais de poluição do ar e temperatura atmosférica elevada.

A meliponicultura tem sido praticada em áreas urbanas e nos últimos anos tem aumentado o interesse nessa atividade, fazendo com que muitas espécies estejam adaptadas a esses ambientes mais artificiais, sendo criadas em casas e até apartamentos/ edifícios como animais de estimação.

Os fatores artificiais que determinam um clima local distinto nas cidades, conhecido como “Clima Urbano”, estão relacionados com as características de sua superfície, ausência de vegetação, poluição do ar e as características dos materiais e edificações, comprometendo elementos climáticos como precipitação, temperatura, umidade relativa e circulação do ar (BERNATZKY, 1980; GOMEZ; GAJO e REIG, 1998). Mesmo os efeitos da urbanização no clima serem documentados há longo tempo (GRIMMOND, 2007), os efeitos deste fenômeno associado à manutenção de animais nativos e consequente produção animal ainda necessitam de experimentações.

2.6. Ambiente interno das colônias de ANSF

As ANSF constroem suas colônias preferencialmente nos troncos das árvores, mas também se utilizam de ninhos e cupinzeiros abandonados, muros e paredes (GOMES et al., 2013), apresentando disposição vertical na maioria das espécies, com uma base de geoprópolis e cerúmen, uma área de ninho onde constroem os discos de cria e na região mais apical fazem a reserva de alimentos (mel e pólen). Pesquisas confirmam que as ANSF possuem a capacidade de controlar a temperatura do ninho dentro de uma faixa específica. Este processo é denominado termorregulação colonial (WILSON, 1971). Para Vollet Neto et al.

(2010), a temperatura dentro do ninho é mantida dentro de limites estreitos, mesmo quando há grandes variações na temperatura do ambiente externo, mantendo-se em geral entre 25°C e 32°C.

A criação de abelhas sem ferrão em troncos, cortiços e caixas rústicas representa uma atividade tradicional extrativista. É importante quantificar características de interesse econômico em abelhas que exerçam influência na produção de maneira a incentivar o restabelecimento e manutenção de colônias. Uma destas características a ser explorada é a própria caixa racional adequada para formação da colônia para cada espécie.

Conforme Gomes (2013), é cada vez mais comum encontrarmos produtores que criam ANSF em “caixas racionais”, este termo é científico e diferencia as espécies que vivem em comunidade (racionais) das abelhas solitárias. Fazemos a mesma indicação neste trabalho, porém utilizando o termo “tipos de caixas para formação de colônias”, por não concordarmos com a definição de “racional” referindo-se a uma construção humana para substituir o ambiente natural oferecido à estas abelhas.

Como a meliponicultura necessita de padrões que organizem e aperfeiçoem o processo produtivo, entende-se que com um modelo de caixa adequado à espécie e clima, a colônia apresente um melhor desempenho na criação e multiplicação de enxames durante todas as estações do ano, promovendo a manutenção da temperatura interna numa faixa ideal para o correto desenvolvimento das crias, independente da temperatura externa ser elevada ou reduzida.

A caixa além de facilitar os procedimentos de manejo e o acompanhamento do desenvolvimento das colônias, também define as competências térmicas necessárias às variações do local, sejam as circadianas ou as circanuais. Por isto o tipo de caixa pode incrementar a produção quando fornece as melhores condições para seu desenvolvimento. Apesar das muitas implementações para diferentes espécies e climas são poucas as formalizações técnicas, levando os produtores a utilizarem qualquer modelo de caixa sem comprovação de sua eficácia.

No cenário meliponícola é fundamental que se faça a distinção entre desenhos de caixas populares e descrições técnicas de tipos de caixas, formalizando modelos com adaptações regionais e para a espécie de meliponíneo utilizada. A maioria dos modelos descritos (em publicações técnico/científicas) visam climas mais quentes (maior parte do território nacional) e não atendem as necessidades de regiões frias.

2.7. Tipos de caixas para formação de colônias

Uma colmeia racional de disposição vertical é composta de unidades (módulos) sobrepostas: fundo, ninho, sobreninho, melgueira e uma tampa que fecha o conjunto (VILLAS-BÔAS, 2012). O ninho consiste em uma área para o alojamento das crias, situada na base da colmeia, apresentando um orifício circular (lateral ou central) para entrada e saída das abelhas. O sobreninho é o módulo fundamental no processo de multiplicação dos ninhos, pois auxilia na divisão da caixa ao meio e, conseqüentemente, dos discos de cria. A melgueira é o módulo superior onde as abelhas constroem os potes de cerume para armazenamento de alimento. O dimensionamento ideal da largura da caixa deve levar em conta o diâmetro máximo dos discos de cria que determinada espécie é capaz de construir. Uma regra apropriada é calcular a área de cria da caixa racional de modo que o dimensionamento interno das laterais proporcione dois ou três centímetros a mais que o diâmetro máximo dos discos de cria (VILLAS-BÔAS, 2012).

A madeira utilizada para construção de colmeias de meliponíneos deve ser bem seca, leve (porosa), resistente, sem cheiro e que não tenha sido tratada com algum produto sintético. Deve-se optar por madeira disponível na região. É importante saber sua procedência para não correr o risco de utilizar espécies de árvores ameaçadas de extinção ou que precisam de certificação dos órgãos competentes (VILLAS-BÔAS, 2012). Podem ser pintadas externamente com tinta atóxica nas cores azul, amarelo, verde ou branco, cores que as abelhas distinguem bem. No lugar da tinta pode ser utilizado também um verniz ecológico composto de batume mais álcool etílico (FONSECA et al., 2006).

A colmeia ideal deve abrigar as abelhas do frio, ser fácil para inspecionar, facilitar transporte, colheita do mel, alimentação artificial, acesso ao ninho para dividir a colônia, adaptação ao tamanho dos discos de cria, ser de fácil construção e viável economicamente. Nas regiões mais frias, onde o inverno é mais rigoroso, as baixas temperaturas consistem em um dos fatores que determinam as espécies a serem criadas e o sucesso na criação das que são adaptadas ao clima. Na tentativa de criar condições adequadas para o desenvolvimento das colônias nestas regiões, os meliponicultores desenvolveram caixas especiais com controle de temperatura (VOLLET NETO et al., 2010).

Acompanhando a variedade de espécies de meliponíneos, é grande a variabilidade de modelos de colmeias utilizadas por meliponicultores para abrigar suas colônias. Dois tipos de caixas para abelha Mandaçaia que evitam a utilização de aquecimento artificial, indicados para serem utilizados em áreas classificadas com clima temperado, como os de Curitiba e Região Metropolitana, são descritos a seguir:

- Tipo de caixa “Ostrovski-Tomporoski” (OT): caixa quadrada, composta por três módulos (ninho, sobreninho e melgueira) com 7,5 cm de altura cada. As dimensões internas de todos os módulos são de 15 x 15 cm. As paredes são confeccionadas com duas tábuas de dois centímetros de espessura, tendo entre elas uma proteção térmica de um centímetro preenchida com lâmina de poliestireno (isopor), totalizando cinco centímetros de espessura. A parte superior é vedada com uma folha de material plástico (evitar propolinização em excesso), mais uma lâmina de poliestireno de um centímetro para o isolamento térmico em uma tampa de madeira com espessura de três centímetros. Estes três últimos materiais citados nas dimensões de 20 x 20 cm (somadas as dimensões internas da melgueira com a espessura das paredes). De modo semelhante o fundo da colmeia acompanha o dimensionamento dos módulos e é composto de tábua, com espessura três centímetros cada (Anexo 2, Foto 3).

- Tipo de caixa Sextavada: caixa composta de seis lados, em forma hexagonal, para aproximar-se mais do ambiente natural de tronco e evitar a deposição de própolis nos cantos. Esta caixa apresenta a mesma medida interna de área da caixa quadrada modelo Ostrovski-Tomporoski (225 cm²), apresentando a

mesma altura para os módulos (7,5 cm cada), porém com uma parede de madeira com espessura de quatro centímetros mais um centímetro de isopor externamente, totalizando os mesmo cinco centímetros de espessura (Anexo 2, Foto 4).

Ao avaliarem a capacidade de retenção de calor na área do ninho em experimento laboratorial, comparando sete diferentes tipos de caixas convencionais para ANSF, Ostrovski-T. et al. (2017) concluíram que a espessura das paredes da caixa e o material utilizado, lâmina de poliestireno (isopor), são variáveis importantes na manutenção da temperatura interna, o que permite maior eficiência na retenção do calor na área de cria. Sendo que os modelos descritos acima (OT e Sextavada) obtiveram um desempenho superior aos demais modelos, ou seja, perderam calor mais lentamente, favorecendo a termorregulação do ninho por mais tempo.

2.8. Mel de meliponíneos

Mel é o néctar (líquido açucarado constituído por água, açúcares, sais minerais e substâncias antibióticas, colhido das flores e transportado na vesícula melífera das abelhas até a colmeia, onde passa por processos de transformação físico - desidratação e químico - ação de enzimas (KERR, 2001). Em geral é classificado conforme sua origem como “mel de melato” e “mel floral”. O mel de melato pode ser formado pela coleta de seiva de plantas ou secreções de insetos, pelas abelhas (MOREIRA, 2001). Já o mel floral é aquele que pode ser obtido a partir da transformação do néctar de flores da mesma família - monofloral - ou de diferentes origens florais - multifloral (BRASIL, 2001). É um produto natural utilizado para alimentação humana, também podendo ser utilizado para fins terapêuticos (IOIRISH,1981). Também é aproveitado na indústria de cosméticos, demonstrando a diversidade de seu uso e consequente potencial econômico de produção. Inicialmente explorado por índios, é valorizado pela medicina tradicional, e apresenta demanda crescente estimulada pelo mercado *gourmet*.

Os meliponíneos são generalistas na busca de néctar e pólen, visitando diversas plantas. Seu mel contém sabores diversificados e características físicas

e químicas peculiares. O mel das ANSF é considerado o mais delicioso que existe, além de ser diferenciado por sua consistência, aroma e coloração, sendo diferente do mel de *Apis mellifera* L. pois é mais fluido e cristaliza lentamente (KERR, 2001; VENTURIERI, 2003b). Seu valor comercial é pelo menos 3 vezes mais alto que das *Apis melliferas* L. (abelhas africanizadas), inclusive porque uma colmeia de ANSF produz em média dois quilogramas/mel/ano, enquanto uma colônia de *Apis* sem manejo zootécnico produz 20 quilogramas/mel/ano. Ao considerarmos uma relação direta do número de indivíduos que compõe as colônias, e a quantidade de mel produzido/ano, percebemos que as ANSF são abelhas mais ativas, pois produzem mais mel que as abelhas africanizadas.

A quantidade de mel produzido pelos meliponíneos varia muito, de acordo com espécie, pastagem apícola, época do ano e clima (NASCIMENTO et al., 2011). Os principais fatores que interferem na produção e qualidade do mel além da espécie de abelha, são fatores regionais de composições ambientais (clima e floradas), modelo de caixa racional, técnica e frequência de colheita, uso de alimentação artificial e quantidade de colônias por meliponários.

O Paraná é o Estado que apresentou a maior produção de mel de abelha africanizada no Brasil na safra 2016/2017, mesmo havendo tendência de redução da produção nacional de mel - resultado de problemas climáticos e mortalidade das abelhas por inúmeros fatores (SEAB, 2017). No entanto, a produção de mel de melíponas é pouco quantificada na literatura (FELDHAUS, 2014) embora seja produto da sociodiversidade brasileira, pois é uma produção apreciada por indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais, gerando renda em seu território, além de ser um poderoso aliado da conservação da biodiversidade e restauração florestal (MEIRELES FILHO, 2017).

2.9. Análises físicas, químicas e microbiológicas do mel

Com o desenvolvimento da criação comercial de ANSF, tem havido um grande interesse pela tipificação do mel oriundo destas abelhas, para caracterização dele como alimento e também como agente bactericida (GÓIS et al., 2010). Por ser um produto bastante apreciado, rico em nutrientes, e de fácil

adulteração, são indicadas algumas análises para que se possa determinar a sua qualidade e condições higiênico sanitárias (SILVA et al., 2006).

Os principais parâmetros físicos e químicos avaliados no mel compreendem a umidade, o teor de açúcares redutores, a concentração de sacarose aparente, as cinzas, o pH, a acidez, o índice de diástase, a concentração de hidroximetilfullfural (HMF) e a cor, a partir dos métodos citados na Tabela 2.

TABELA 2 - MÉTODOS UTILIZADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS EM MÉIS.

Parâmetro Analisado	Método	Referência
Umidade	Refratometria	AOAC, 2000
Açúcares redutores	Titulometria de Lane-Eynon	BOGDANOV; MARTIN, LULLMANN, 1997
Sacarose aparente	Titulometria de Lane-Eynon	BOGDANOV; MARTIN, LULLMANN, 1997
Cinzas	Gravimetria	VARGAS, 2006
pH e acidez	pHmetria e Titulometria	BOGDANOV; MARTIN, LULLMANN, 1997; KOMATSU, 1996
Índice de diástase	Método de Malaspina	SANTOS; MALASPINA; PALMA, 2003
Hidroximetilfurfural	Espectrofotometria	AOAC, 2000
Cor	Método de Bianchi	BIANCHI, 1981

FONTE: O autor (2019)

O teor de umidade é de grande importância na determinação da qualidade, visto que pode interferir em outras características do mel, como por exemplo, no sabor, peso, cristalização, conservação e na viscosidade (VENTURINI, 2007). Um elevado teor de umidade no mel facilita a proliferação de leveduras, acarretando na sua fermentação e tornando-o impróprio para comercialização e consumo (RIBEIRO et al., 2013).

Os principais açúcares redutores que estão presentes no mel são glicose e frutose, sendo normalmente a frutose a proporção que mais predomina, o que faz com que seja considerada como um dos fatores responsáveis pela doçura e alta higroscopicidade do mel. A vantagem de méis com elevado teor de frutose é a capacidade de permanecer líquido por um longo período de tempo e dificilmente cristalizar (ALVES, 2005). Em relação ao teor de sacarose, quando o mesmo está elevado, uma das razões pode ser devido à colheita antecipada, onde a sacarose não foi completamente transformada pela ação da invertase em glicose e frutose (CONAP, 2016). Porém, essa teoria não é válida para todos os méis, alguns podem ser colhidos ainda prematuros e não apresentar teores

elevados de sacarose, isso ocorre devido a diferenças dos néctares das flores utilizados pelas abelhas e acaba afetando a composição química de carboidratos do produto final (VARGAS, 2006).

Os sólidos insolúveis do mel podem ser ocasionados por diversas causas, dentre elas podemos citar partículas de cera em suspensão, fragmentos de insetos e plantas, grãos de pólen e resíduos gerados por processos a que foram submetidos (SILVA et al., 2006). Esta análise é de grande importância, porque por meio dela é possível verificar a presença de impurezas no mel.

A quantidade de cinzas presentes no mel é um fator importante para ser usado como um determinador de irregularidade, fraudes e adulterações bem como a eficiência nos processos em que o mel foi submetido (SCHLABITZ, 2010; CONAP, 2016). O mel deve apresentar um baixo teor de cinzas, porém isso dependerá do material que a abelha coletará do néctar (RODRIGUEZ et al., 2014). Consideradas como um dos fatores pode influenciar na coloração do mel, quanto maior for o teor de cinzas presente no mel, mais escuro o mel será (SOUZA et al., 2002).

Para Crane (1983), o pH encontrado no mel pode ser influenciado por alguns fatores como: pH do néctar, composição do solo e espécies vegetais. As substâncias que estão presentes na saliva da abelha e que entram em contato com o néctar também podem auxiliar na alteração do pH do mel. Já a acidez é originária dos inúmeros ácidos orgânicos presentes no néctar coletado pelas abelhas, os quais por meio da ação da enzima chamada glicose-oxidase, forma o ácido glucônico. A enzima glicose-oxidase está sempre em ação, ou seja, possui atividade até durante o armazenamento. A acidez do mel quando adequada pode auxiliar na redução de risco de desenvolvimento de microrganismos indesejáveis além de indicar as condições de armazenamento a qual o mel está ou foi submetido e processos de fermentação (CONAP, 2016).

Segundo White (1994), o índice de diástase é o nome da enzima alfa-amilase, sendo originária da secreção salivar da abelha. A ausência da alfa-amilase pode ocorrer por alguns motivos, dentre eles: utilização de temperaturas acima de 60°C, adição de açúcar invertido e armazenamento inadequado.

O hidroximetilfurfural (HMF) é conhecido como um indicador de aquecimento e modificações provenientes de um armazenamento incorreto do

mel. Ocorre de forma natural no mel, quando presente de forma elevada, pode ser um indício de adulteração por adição de açúcar comercial ou exposição a aquecimento inadequado (CONAP, 2016). Quando ele é encontrado de forma natural no produto, é considerado não tóxico e não prejudicial ao consumidor.

A cor está relacionada ao ponto de coleta onde a abelha busca matéria-prima para a produção do mel, mas pode ser influenciada pelo armazenamento prolongado, reações enzimáticas, fatores climáticos, aquecimento e formas de colheita do produto final (CONAP, 2016). De acordo com a escala de Pfund, a cor do mel varia de conforme a medida de absorvância podendo estar entre o branco- água até âmbar escuro (MARCHINI et al.,2004). Para Crane (1983), a cor influencia no valor em que o mel será vendido, visto que grande parte dos consumidores busca méis com coloração mais clara, este quando vendido tem o preço mais alto, ou seja, méis mais claros preços mais elevados e méis mais escuros preços mais baixos.

Em busca de padronizações junto a meliponicultura, estão sendo elaboradas Portarias nos Estados do Brasil que regulamentam a comercialização de ANSF (como Bahia e Espírito Santo) e Regulamentações técnicas para manejo e transporte (Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas publicou o primeiro Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel de abelha sem ferrão (Tabela 3) que serve como uma diretriz de padrões para análises. No ano de 2017 o governo do Estado do Paraná aprovou a Lei 19.152/17, que regulamenta a criação, produção, comercialização e o registro do mel de ANSF, e uma portaria da Agencia de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) n° 63/17 que estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (RTIQM) de ANSF neste Estado, com seus índices especificados na Tabela 3.

TABELA 3 - ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS ESTABELECIDAS PELOS REGULAMENTOS TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO MEL DE ABELHA NATIVA SEM FERRÃO DOS ESTADOS DO AMAZONAS E PARANÁ.

Parâmetro	Especificações		
		ADAF/AM	ADAPAR/PR
Umidade (g/100g)	in natura desumidificado	22	Máximo 20
	In natura refrigerado	23 a 35	Máximo 35
	In natura	23 a 35	Máximo 35
Açúcares redutores (g/100g)		Mínimo 50	Mínimo 47
Sacarose aparente (g/100g)		Máximo 6	Máximo 5
Sólidos insolúveis (g/100g)		Máximo 0,1	Máximo 0,1
Minerais (g/100g)		Máximo 0,6	Máximo 0,8
Acidez (mEq/Kg)		Máxima 80	Máximo 60
Hidroximetilfurfural (mg/Kg)		Máximo 40	Máximo 40
Índice de diástase (escala Göthe)		Máxima 3	Máximo 4

FONTE: ADAF/AM (2016); ADAPAR/PR (2017)

A qualidade microbiológica do mel está fortemente ligada às condições higiênicas de produção e manipulação, envolvendo mais o social que o botânico (GÓIS et al., 2010). A recomendação é que o mel seja colhido seguindo as “Boas Práticas de Colheita”, de forma a garantir requisitos de qualidade (Tabela 4).

TABELA 4 - CRITÉRIOS MICROBIOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE MEL DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO

MICRO-ORGANISMOS	TOLERÂNCIA PARA AMOSTRA INDICATIVA	TOLERÂNCIA PARA AMOSTRA REPRESENTATIVA				MÉTODO DE ANÁLISE
		n	C	M	M	
Coliformes a 45°C (NMP/g ou mL)	10 ²	5	2	10	10 ²	APHA
Salmonella spp. 25g	Aus	5	0	Aus	---	FDA/BAM
Bolores e leveduras (UFC/g ou mL)	10 ⁴	5	2	10 ³	10 ⁴	APHA

FONTE: (ADAF/AM, 2016); ADAPAR/PR (2017).

LEGENDA: n: número de unidades a serem colhidas aleatoriamente em um mesmo lote e analisada individualmente; M: limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável (valores acima de M são inaceitáveis); m: é o limite que um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável; c: número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de mel.

Em relação ao mel de ANSF há muito ainda a ser pesquisado, pois devido ao grande número de espécies existentes no Brasil, há também uma grande variedade de méis.

2.10. REFERÊNCIAS

A.O.A.C. 16th Edition, Rev. 4th, 2000.

ABENA, Arquivos avulsos de Meliponicultura. Informativo técnico–científico dos criadores de abelha sem ferrão. Fórum brasileiro de meliponicultura, 2013.

ADAF/AM, Agência de Defesa Agropecuária E Florestal Do Estado Do Amazonas. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha Social Sem Ferrão**. Portaria ADAF nº 253 DE 31 de outubro de 2016. Disponível em: <
<https://www.escavador.com/diarios/426701/DOEAM/publicacoes-diversas/2016-11-01?page=7>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ADAPAR/PR, Agencia De Defesa Agropecuária Do Paraná. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão para o Estado do Paraná**. Portaria nº 63 de 10 de março de 2017. Disponível em:<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/63_17.pdf>. Acesso em 10 fev. 2019.

AIDAR, D. S. **A Mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996, 104 p. (Série Monografia nº 4).

ALVES, R. M. de O. et al. Características físico-químicas de amostras de Mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). 2005.

ALVES, R. M. de O. et al. Parâmetros biométricos e produtivos de colônias de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) em diferentes gerações. **Magistra**, v. 24, p.105-111, dez. 2012.

AMORIM, M.C.C.T. **Climatologia e gestão do espaço urbano**. Mercator: Fortaleza, número especial, p. 71-90, 2010.

APHA, American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. Washington, DC, 2001.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BALLIVIÁM, J. M. P. P. (Org.). **Abelhas Nativas sem Ferrão**. São Leopoldo: Oikos, 129p., 2008.

BIANCHI, E.M. **La miel, características y composición – Análisis y Adulteraciones**. Santiago del Estero: UNSE-CEDIA, 1981;

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LÜLLMANN, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. **Apidologie**, p. 1-59, 1997.

BOSCH, J.; KEMP, W. P. **How to manage the blue orchard bee, *Osmia lignaria*, as an orchard pollinator**. Sustainable Agriculture Network, Washington,DC: USDA, 2002. (Series, Book 5)

BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro/2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18-23. Disponível em: < http://anvisa.gov/legis/resol/mercosul/alimentos/89_99.htm.> Acesso em : 01 mai. 2016.

CALASANS, H. C. M. **Avaliação molecular e morfométrica de abelhas mandacaias (*Melipona* spp.) da região da fóz do rio São Francisco**. 52 p. Dissertação (Mestrado em ecologia e conservação), Universidade Federal do Sergipe, 2012.

CAMARGO, J. M.F.; PEDRO, S.R.M. *Meliponini Lepeletier*, 1836. In: MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, p. 272-578, 2007.

CARVALHO, J.P.G de; FANTIN, R.L; DITTRICH, J.R. O papel multifuncional da equinocultura em ambientes urbanizados. **Revista Acadêmica de Ciência Equina** v. 01, n. 1, p.1-18 (2016).

CONAP, **Fundamentos das análises do mel**, 2016. Disponível em <http://www.conap.coop.br/control-de-qualidade/>. Acesso em: 03 dez. 2016.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: **CRANE, E. O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983.

DE MACEDO ROCHA, E.E; FELIX, J.A. Dimensões Tecnológicas e Sociais da Zootecnia. XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTECH, 2015.

DUCKE, A. Enumeração dos *Hymenopteros colligidos* pela Comissão e Revisão das espécies de abelhas do Brasil. **Comm. Lin. Teleg. Estr. M.Gr. ao Amaz.** 35: 3–171, 1916.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B. M.;

PORTELA, J. O. B. (Ed.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 285.

FAQUINELLO, P. et al. Correlação entre parâmetros biométricos e produtivos em colônias de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, 2013.

FDA/BAM, Food and Drug Administration US/Bacteriological Analytical Manual. Disponível

em:<<https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>>. Acesso em: 20 jan 2019.

FELDHAUS, D. et al. Avaliação da produção de mel de três espécies de abelhas nativas com uso de melgueira no município de Santa Rosa de Limas (SC). **X JUNIC – Jornada UNISUL de Iniciação Científica**, 2014.

FENGER, J. Urban air quality. **Atmospheric Environment**. v. 33, p. 4877-4900, 1999.

FERREIRA, E.A. et al. Meliponicultura como ferramenta de aprendizado em educação ambiental. **Rev. Ensino, Saúde e Ambiente**. V6 (3), pp. 162-174, dez. 2013

FISCHBORN, G.S; CONTERATO, M. A.; MACHADO, J. A. D.; NIEDERLE, P. A. **As potencialidades da pluriatividade no município de Rolante/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

FONSECA, A. A. O. et al. **Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação**. (Série Meliponicultura, n. 5). Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/SECTI-FAPESB, 2006, 70 p.

GASPARINI, T. F; RODRIGUES, T. B; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Organização social das abelhas e da espécie humana e a educação ambiental. **Arq Mudi**, v. 12, n,1, p. 15-22, 2008.

GEHRK, R. **Meliponicultura: O caso dos criadores de abelhas nativas sem ferrão no Vale do Rio Rolante (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Catalogação na Fonte Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – Funbio, 2010.

GÖBEL, P., Dierkes, C. e Coldewey, W. G. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. **Journal of Contaminant Hydrology**. v. 91, p. 26–42, 2007.

GÓIS, G.C.; CARNEIRI, G.G.; RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.O.; CAMPOS, F.S. Qualidade microbiológica do mel de abelhas *Melipona scutellaris*. **PUBVET**, Londrina, V.4, N.9, Ed. 114, Art. 769, 2010.

GOMES, G.S; REDA, F.R.; BORBA, M.L. **Plantas melíferas e seus ambientes: princípios práticos para uma apicultura sustentável**. Londrina: R2W Gráfica., 2013, 47p.

GOMEZ, F.; GAJO, E.; REIG, A. Vegetation and climatic changes in a city. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 10, p. 355-360, 1998.

GRIMMOND, S. **Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming**. The Royal Geographical Society, London, p. 83-88, 2007.

GRÜTER, C. et. al. Repeated evolution of soldier sub-castes suggests parasitism drives social complexity in stingless bees. **Nature Communications** v.8: 4, 2017.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Plano de conservação para abelhas sociais nativas sem ferrão**. Projeto Paraná Biodiversidade. Curitiba, 2009. 29 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [Ambiente Urbano]. Disponível em: <http://www.IBGE.gov.br>. Acesso em: 24 out. 2018.

IHERING, R. V. **Dicionário dos animais do Brasil**. São Paulo: UnB, 1968, 790 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al., Eds. **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CONTRERA, F. A. L.; KLEINERT, A. M. P. A meliponicultura e a iniciativa brasileira dos polinizadores. **XV Congresso Brasileiro de Apicultura e 1º Congresso Brasileiro de Meliponicultura**. Natal/ RN, Brasil, 2004.

IOIRISH, N. **As abelhas, farmacêuticas com asas**. Moscou: Mir, 1981.

JAFFÉ, R. et al. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLoS ONE**, v.10, n. 3, p. 121-157, 2015.

KERR, W.E. et al. **Curso Básico de Meliponicultura**. Manaus: INPA, 2001, 42p.

KERR, W.E. Estudos sobre a genética de populações de himenópteros em geral e dos apíneos sociais em particular. **Ann. Esc. Sup. Agric. L. Queiroz** 8: 219-354, 1951.

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

KERR, W.E., CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V.A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte, MG: Acangaú/ Fundação Banco do Brasil, 1996, 144 p.

KEVAN, P.G. **Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity**. Department of Environment Biology, Ontário: University of Guelph, Canada. 1999.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B.**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KOMATSU, S.S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (*Hymenoptera: Apidae*) de diferentes municípios do Estado de São Paulo**. 90f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz," Piracicaba, 1996.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. *Enterobacteriaceae*, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: Downes, F. P., Ito, K. (Ed.) Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. **4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA)**, p.69-82, 2001.

KREMEN, C. **Crop pollination services from wild bees**. In: JAMES, R. R.; PITTS-SINGER, T. (Ed.). Bee pollination in agricultural ecosystems. Oxford, UK: Oxford University Press, 2008. p. 10-26. 232 p.

LOBATO, T; VENTURIERI, G.E. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (*Apidae: Meliponini*) no nordeste paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. 364 p., 2010.

LONDOÑO, J.M.R, **Criação de meliponíneos no Brasil**. 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/Katia/Area%20de%20trabalho/TESE/CAP%201%20-%20REVISÃO%20DE%20LITERATURA/livros%20asf/criacao_meliponineos%20ppt.ppt>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel Brasileiro: composição e normas**; Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004.

MARCUZZO, J.L; RAMOS, M.P. A definição de rural e urbano e o desenvolvimento regional: uma avaliação de diferentes metodologias de classificação. **II Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Mestrado e Doutorado Santa Cruz do Sul, RS – Brasil** - 28 setembro a 01 de outubro, 2004.

MEIRELES FILHO, J. **A revolução das abelhas sem ferrão**. Revista Página 22, 2017. Disponível em : <<http://pagina22.com.br/2017/10/24/revolucao-das-abelhas-sem-ferrao/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore and London: The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 2007.

MORAN, D. **The economic valuation of rural landscapes**. 2005

MOREIRA, R.F.A; DE MARIA, C.A.B;. Glicídios no mel. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 24, n. 4, p. 516-525, Ago. 2001 .

MOURE J.S. Notas sobre as espécies de *Melipona* descritas por Lepetelier em 1836 (*Hymenoptera, Apidae*). **Rev. Bras. Biol.** 3: 15–17. 1975.

MOURE, J. S.; KERR, W. E. Sugestões para modificação da sistemática do gênero *Melipona* (*Himen. Apoidea*). **Dusenía**, v.1, p. 105-129, 1950.

MOURE, J.S; URBAN, D; MELO, G.A.R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, 1058 p.

NASCIMENTO, F. S. et al. Abelhas sem ferrão: Biologia, manejo e perspectivas de conservação. In: XIMENES, L. J. F; COSTA, L. S. de A.; NASCIMENTO, J. L. S. do. **Manejo Racional de Abelhas Africanizadas e de Meliponíneos no Nordeste do Brasil**. 6. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, Cap. 11, 2011, p. 250.

NATES-PARRA, G. Abejas silvestres y polinización. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**. Costa Rica, v. 75, 7-20 p., 2005.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. [Urban Area]. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-area/>. Acesso em: 13 nov. 2018.

NEVES, E. L; CASTRO, M. S. Mandaçaia: uma abelha-chave para a conservação da caatinga. **Revista Virtual**, Candombá, v. 2, n. 1, 2006. Disponível em <http://www.fja.edu.br/candomba/2006-v2n1/pdfs/Abelha_Boletim_Informativo.pdf> Acesso em: 04 abr. 2017.

NOGUEIRA-NETO, P. et al. **Biologia e manejo das abelhas sem ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 1986. 54p.

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

OLIVEIRA, F. F. et al. **Guia ilustrado das abelhas “sem-ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Tefé: IDSM, 2013, 267 p.

OSTROVSKI T., K.R. et al., Heat retention capacity in different models of rational hives for stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Foz do Iguaçu: **54. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia** 25 a 28 de Julho de 2017.

PEREIRA, C.D., et. al. Curso de meliponicultura, uma reflexão sobre a experiência concreta no ensino e uso sustentável da diversidade de abelhas na Amazônia. **Arq Mudi**; 12(2.3):43-49 p., 2008.

PINTO, N.M.A., et al., A rede de apoio social e o papel da mulher na geração de ocupação e renda no meio rural. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto , v. 21, n. 2, p. 297-315, dez. 2013. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 19 jan. 2019.

RIBEIRO, M. de F.; LIMA, C. B. da S.; BRAGA, J. R. Avaliação do peso de ninhos de mandaçaia (*Melipona mandacaia*) usando dois modelos de colmeias em área de caatinga, em Petrolina (PE). **VIII Congresso Nordestino de Produção Animal**. Fortaleza (CE), 2013.

ROBERTO, G.B. et al. **As abelhas polinizadoras nas propriedades rurais**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015, 32 p.

RODRIGUEZ, G.O; FERRER, B.S; FERRER, A; RODRIGUEZ, B. **Characterization of honey produced in Venezuela**. Food Chemistry, 2014.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology Series. 1989. 514p.

SAMPAIO, R. B. et al. Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). **Archivos de zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 619-622, 2013.

SANTOS, K. S.; MALASPINA, O.; PALMA, M. S. Cinética da diástase em mel de diferentes origens florais um novo protocolo experimental. São Paulo: **Mensagem Doce**, n. 70, p. 2-8, mar. 2003.

SANTOS, R.M.S. **Contribuição à elaboração de um guia das abelhas nativas do Brasil**. Pombal, 2016. 220f. il. color. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

SCHIERE, H. et al. Livestock keeping in urbanised areas, does history repeat itself? em **Cities Farming for the Future - Urban Agriculture for Green and Productive Cities**. RUAF Foundation, IDRC and IIRR, 2006.

SCHLABITZ, C; SILVA, S.A.F; SOUZA, C.F.V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.80-90, 2010.

SCHWARZ, H. The genus *Melipona* IV. The type genus of the Meliponidae or stingless bees. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 63, 231–460 P., 1932.

SEAB/PR, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. Brasil é o 8º maior produtor mundial de mel e 8º maior exportador. **Boletim de Apicultura em foco n°1**. DERAL - Departamento de Economia Rural, 2017.

SHETLAND ISLANDS COUNCIL. Basic principles of landscape and visual impact assessment for sponsors of development. 2006.

SILVA, R.A.; RODRIGUES, L.M.F.M.; LIMA, A.; CAMARGO, R.C.R. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, estado do Piauí, Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo. V.20, n.144, p. 90-94, 2006.

SILVA, W. R. T.; ARAÚJO, E. D.; SCHER, R. Caracterização do cariótipo de uma população de abelhas *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Meliponini), no município de Brejo Grande/Se. **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, 2012.

SILVEIRA, F.A; MELO, G.A.R; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Fundação Araucária, Minas Gerais, Belo Horizonte. Zoologia, Juiz de Fora, Minas Gerias. 2002, 76 p.

SLAA, E. J., et al. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SOUZA, D. C. et al. Correlation between honey production and some morphological traits in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). **Ciência Rural**, v.32, n.5, p.869-872, 2002.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M.; DIAS, C. S.; CLARTON, L. **Mundurí (Melipona asilvai): a abelha sestrosa**. Cruz das Almas-BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bruno de A. Souza, 2009.

VARGAS, T. **Caracterização da qualidade do mel produzido nos Campos Gerais**. 150f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006.

VEIGA, José Eli da. **Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.

VELTHUIS, H. H. W.; SOMMEIJER, M. J. **Roles of morphogenetic hormones in caste polymorphism in stingless bees**. In: Gupta AP (ed). Morphogenetic of arthropods. New Jersey: Rutgers Univ. Press, p.346-83, 1991.

VELTHUIS, H.W., **Biologia das abelhas sem ferrão**. 100ª Apimondia – Antverpia. São Paulo: USP, 1997, 34 p.

VENTURIERI, G. **Meliponicultura: Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Embrapa Amazônia Oriental, 2003b.

VENTURIERI, G.; RAIOL, V. J. F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina) entre os agricultores familiares de Bragança – PA, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2003a.

VENTURINI, K.S; SARCINELLI, M.F; SILVA, L.C. **Características do Mel**. Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107, 2007.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: abelhas sem ferrão**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012, 96 p. (Série Manual Tecnológico).

VOLLET NETO, A.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA. V.L. Aquecimento de colméias de abelhas sem ferrão: vale a pena? APACAME: **Rev. Mensagem Doce**. 103: 1-4, 2010.

WHITE, J.W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. **Bee World**, v,75, n.3, p.104- 117, 1994.

WILSON, E. O. **Insect Societies**. Harvard University Press, 1971, 562 p.

WINFREE, R.; WILLIAMS, N.M.; DUSHOFF, J.; KREMEN, J. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. **Ecology Letters**, v. 10, p. 1105-1113, 2007.

WITTER, S; BLOCHTEIN, B; SANTOS, C. dos. **Abelhas sem ferrão do Rio Grande do Sul: manejo e conservação**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005, 36 p.

YUAN, F; BAUER, M. E. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**. v. 106 p. 375–386, 2007.

CAPÍTULO 2

3. CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ EM DIFERENTES AMBIENTES E DOIS TIPOS DE CAIXAS PARA FORMAÇÃO DE COLONIAS

Katia Regina Ostrovski¹; Adhemar Pegoraro²; Guilherme Schenel e Schüllli³; João Ricardo Dittrich²;

¹ Estudante de doutorado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba / PR/ Brasil– katiaski@gmail.com

² Professor Doutor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba / PR/ Brasil;

³ Pesquisador Doutor da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Florestas, Colombo/ PR/ Brasil;

3.1. INTRODUÇÃO

As ANSF são consideradas indicadoras de qualidade de ambiente e indispensáveis na manutenção do equilíbrio na natureza, pois são animais que além de elaborarem produtos com aproveitamento para saúde humana, trabalham em sinergia com diversas espécies vegetais floríferas que necessitam de agentes polinizadores para sua multiplicação e manutenção no ambiente. Com essas capacidades polinizadoras singulares, as abelhas têm importância mundial na maioria das culturas agrícolas e também na preservação de florestas e ambientes naturais, por meio da manutenção do fluxo gênico dos vegetais. São reconhecidas frequentemente devido à produção de mel, cera, pólen e própolis. Entretanto, segundo Kerr et al. (1996), muito mais importante que esses produtos é a polinização de plantas úteis propiciada por esses insetos.

Para oferecer serviços ecossistêmicos e também atender demandas crescentes por produtos agropecuários com competitividade, existe uma tendência em valorizar o papel ecológico de sistemas produtivos (DORÉ et al., 2011) como a meliponicultura, que é a criação de abelhas nativas sem ferrão. Essa cultura representa uma atividade agropecuária multidisciplinar com importância no contexto regional, pois além de ser compatível com muitas outras atividades, pode ser desenvolvida tanto em ambientes rurais como em ambientes urbanos também.

Dentre as mais de 500 espécies de ANSF catalogadas pelo mundo (GRÜTTER et al., 2017), 14 são classificadas com potencial para o uso em criações comerciais no Estado do Paraná – Brasil, segundo a Câmara Técnica de Meliponicultura do Paraná (Anexo 1), estando entre estas a *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*, conhecida regionalmente pelo nome popular de Mandaçaia MQQ, sendo uma das espécies mais conhecidas e indicadas para o manejo comercial. Em sua distribuição geográfica natural no Brasil é considerada espécie endêmica também na Região Sul. No Estado do Paraná, nas cidades de Curitiba e sua Região Metropolitana, esta espécie está recebendo estímulos para sua criação por diversos produtores conservacionistas e comerciais, favorecendo assim sua recuperação no ambiente, pois segundo IAP (2009) estava classificada com risco de extinção neste Estado, que perdeu aproximadamente 80% de sua cobertura vegetal natural em 100 anos devido pressões antrópicas.

O declínio da população de abelhas registrado no mundo todo (POTTS et al., 2010) é um alerta de que devemos trazer o foco de nossa dedicação científica para as questões técnicas envolvendo estes insetos (OSTROVSKI et al., 2016). Muitos são os fatores que podem influenciar a redução da população de abelhas, como o uso de pesticidas, novas enfermidades e/ou inimigos naturais e mudanças climáticas. Devemos também considerar um detalhe importantes no crescente interesse pela meliponicultura, que é o fato da maioria dos produtores não adotarem práticas e equipamentos apropriados que preservem e multipliquem seus enxames.

O adequado desenvolvimento das crias e a sobrevivência de abelhas jovens dependem da manutenção e do controle de temperatura e umidade dentro da colônia, sendo a temperatura do ambiente uma variável que exerce influência nesse processo (PETZ et.al., 2004; ROLDÃO, 2011). Para Loli (2008) ao escolherem um local de nidificação, as abelhas consideram a capacidade isolante térmica do local a fim de favorecer a manutenção de temperatura e umidade adequados na área de cria. Como as abelhas nativas sem ferrão (ANSF) não toleram baixas temperaturas, os tipos de caixas utilizados para formação das colônias devem ser apropriados a cada espécie, considerando a

área do ninho, controle de temperatura, e a conveniência em dividir ou multiplicar as colônias (AMANO, 2004).

A criação de abelhas nativas sem ferrão ainda não é totalmente padronizada. Estudos são necessários para alcançar uma melhor prática, como por exemplo, o tipo de colmeia usado na criação, que deve ser projetado para facilitar o manejo de colônias e ser adequado para cada espécie, já que o tamanho, o comportamento e a arquitetura do ninho variam entre os meliponíneos (LEÃO et al., 2016). A utilização de uma caixa com tipo adequado à espécie, clima local, e aos diferentes manejos necessários, favorece o bem-estar da colônia e conseqüentemente contribui com uma melhor performance produtiva e biométrica do enxame. Os dois tipos de caixas utilizados neste experimento, foram propostos por Ostrovski-T. et al. (2016). Estes autores descrevem tipos de caixas desenvolvidas com elemento de proteção térmica para criação e manejo de abelha Mandaçaia MQQ em regiões de clima subtropical, visando um melhor desempenho da colônia.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O início da execução do projeto foi após a aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (CEUA-SCA)/ UFPR com número de certificação 067/2015, e registro de Meliponários Científicos (001/15, 002/15 e 001/16) junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), segundo resolução nº346 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2004).

3.2.1. Período e local do experimento

No estabelecimento do experimento, para a formação dos meliponários, as colônias matrizes de abelhas Mandaçaia MQQ foram transferidas e/ou divididas diretamente das caixas dos produtores para as caixas modelos a serem testadas (quadrada e sextavada) a partir de setembro de 2015. Essa atividade

foi realizada com intuito de padronização em equivalência em número de discos de cria e oferta alimentar em todas as 30 colônias. As coletas de dados foram realizadas no período das cinco estações seguintes, de dezembro de 2015 a março de 2017.

O experimento foi desenvolvido em áreas da cidade de Curitiba e sua Região Metropolitana, em três meliponários instalados em três diferentes cidades. Dois dos meliponários em áreas consideradas rurais de cidades da região metropolitana de Curitiba (PR): um na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Florestas em Colombo (PR) (Anexo 2, Foto 5), e outro em área particular na cidade de Campina Grande do Sul (PR) (Anexo 2, Foto 6). O terceiro meliponário foi instalado em área urbana na cidade de Curitiba, em um condomínio privado situado no Bairro Bacacheri (Anexo 2, Foto 7).

O meliponário instalado nas dependências da Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA - Florestas) é uma área localizada no município de Colombo e pertence ao complexo de Floresta mista do sul do Brasil, Região Metropolitana de Curitiba (25°20'S, 49°14*W), com altitude de 920 m. O clima da região é temperado, sempre úmido, do tipo Cfb, de acordo com a classificação de Köppen (SILVA; MARCONI, 1991). O trabalho destes mesmos autores revela que a composição florística do local apresenta espécies típicas da Floresta Natural de Araucária, características da região do primeiro planalto paranaense, com presença mais significativa de *Ilex paraguariensis* (Erva Mate), *Jacaranda puberula* (Caroba do Campo), *Campomanesia xanthocarpa* (Guabiroba), *Araucaria angustifolia* (Pinheiro do Paraná) e *Casearia sp* (Guaçatonga ou Erva-de-lagarto). Muito semelhante nas características de descrição local foi instalado o meliponário na área rural da cidade de Campina Grande do Sul (PR), condomínio de Chácaras Olhos d'Água, localizado também na região Metropolitana de Curitiba.

O meliponário instalado em área urbana, na cidade de Curitiba, localizava-se ao posicionamento global de 25°23'37''S e 49°13'59''W, em 921m de altitude, num condomínio vizinho ao Parque General Iberê de Mattos, conhecido popularmente como Parque Bacacheri. O clima desta cidade é classificado como clima mesotérmico controlado por massas de ar tropicais e polares, sendo

do tipo Cfb com verão fresco (MENDONÇA, 2001). Conforme Portal da Prefeitura de Curitiba, o Parque Bacacheri é um local de lazer no perímetro urbano de Curitiba e ocupa uma área de 152.000 m², possuindo como flora predominante a presença de Pinheiro do Paraná, canelas, aroeiras, açoita-cavalos, eucaliptos, pinus, ipês amarelos, acácia-mimosa, nêspera, uva-japão, corticeiras (CURITIBA, Prefeitura Municipal, 2018).

3.2.2. Tipos de caixas e controle ambiental (rural e urbano)

Foram avaliados dois modelos de caixas com tipos diferentes: uma quadrada e outra sextavada. Esses modelos de colmeias utilizados e avaliados apresentam o padrão vertical, compostos de módulos sobrepostos (ninho, sobreninho e melgueira), sendo todas as caixas confeccionadas com madeira de Cedro Australiano (*Toona ciliata*) nos modelos Ostrovski-Tomporoski e Sextavada, segundo padrão Ostrovski-T. et al. (2016), e dispostas em suportes ao abrigo de vento e incidência direta e intensa do sol, em prateleiras com cobertura (Anexo 2, Fotos 5, 6 e 7).

A influência do ambiente foi avaliada relacionando dados climatológicos com o desenvolvimento da colônia e sua produção. Desse modo, os efeitos meteorológicos foram testados com dados de precipitação (mm), temperatura (C°), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) durante todo o experimento. Esses dados climatológicos foram obtidos nas Estação meteorológicas do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), sendo utilizadas as médias mensais.

Durante todo período de escassez alimentar (outono e inverno), favorecido no período pelo efeito climatológico conhecido como “El Niño” (SIMEPAR, 2018), foi necessário o uso de alimentação suplementar. Portanto as colônias receberam semanalmente (até o início da florada da safra 2016/2017) um xarope de açúcar invertido composto de água e açúcar cristal (1:2), ácido cítrico e núcleo polivitamínico, de igual conteúdo e volume (35 ml) para todas as caixas em estudo. Do mesmo modo, para manter o desenvolvimento da colônia foi oferecido no período mais crítico, uma alimentação proteica sólida composta de mel de abelha *Apis mellifera* L. cristalizado, geleia real, açúcar de confeitiro

e canela (atrativo). Esta alimentação foi feita na forma de “bombons” de 20 g, mergulhando-se as bolotas proteicas em cera derretida de meliponíneos, com propósito de manter o alimento protegido de forma a não atrair inimigos naturais (como forídeos), além de, oferecer-lhes material para construção de estruturas na colônia - discos de cria, potes de alimento ou invólucros (Anexo 2, Foto 8).

3.2.3. Delineamento experimental

O planejamento experimental que avaliou os dois tipos de caixas e três locais distintos, seguiu um delineamento fatorial com dois tratamentos e três blocos. Cada bloco com cinco repetições do modelo de caixa, totalizando dez colônias em cada meliponário, e 30 exemplares no total.

Tratamentos = Modelo de caixa (Ostrovski-Tomporoski e Sextavada);

Blocos = Ambientes (Campina Grande do Sul, Colombo e Curitiba);

Assim, em cada meliponário foram avaliadas 10 colônias, 05 de cada modelo de caixa (Tabela 5), sendo a distribuição destas aleatorizada.

TABELA 5 - ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.

LOCAL (Meliponário)	NÚMERO DE COLÔNIAS	TIPO DE CAIXA Ostrovski-Tomporoski	TIPO DE CAIXA Sextavada
Campina Grande do Sul	10	05	05
Colombo	10	05	05
Curitiba	10	05	05
Total	30	15	15

FONTE: O autor (2019).

Considerando que cada colônia representa um superorganismo (MORITZ; SOUTHWICK, 1992), foram analisadas um total de 30, sendo todos os enxames de Mandaçaia MQQ avaliadas de propriedade particular de vários colaboradores da pesquisa (todas obtidas por empréstimo de pequenos produtores e criadores conservacionistas), devolvidas ao final da experimentação.

O número de repetições foi adaptado a realidade local de comércio e situação ecológica da abelha Mandaçaia MQQ, devido à dificuldade em adquirir

colônias desta espécie, que embora represente uma espécie de alta produção e aceitação de seus produtos no mercado, está cada vez mais raro encontra-la naturalmente no ambiente, passando assim por um processo de recuperação, devido a pressão antrópica sofrida. Por ser um projeto com viabilidade financeira totalmente particular, outra dificuldade foi o alto custo utilizado no comércio destes animais que até o momento da implantação do projeto ainda não possuíam legislação no Paraná, variando de R\$ 350 à R\$ 600,00 a unidade/colônia no comércio informal.

3.2.4. Variáveis avaliadas, metodologia de coleta de dados e forma de análise estatística dos resultados

Os parâmetros produtivos e biométricos avaliados para acompanhar o desenvolvimento dessas colônias foram o peso da colônia (g) e seu ganho de peso obtido ao longo do período experimental, produção de mel (ml), número dos discos de cria (discos/colônia), largura e comprimento dos discos de cria (mm) e estimativa da população da colônia.

O peso da colônia foi obtido pelo peso da caixa vazia subtraído do peso bruto (discos de cria, cerume, potes com alimento, geoprópolis e abelhas), com auxílio de balança digital de precisão modelo DST 30/P - Triunfo, seguindo metodologia utilizada por Alves et al. (2012). As medidas aritméticas de largura e comprimento foram realizadas com régua graduada (Anexo 2, Foto 9).

A população de uma colônia de abelhas meliponas está diretamente relacionada com a postura da rainha fisiogástrica e com as reservas alimentares. A determinação do número de células de cria de uma colônia de meliponíneo é trabalhosa e prejudicial durante a revisão da colônia. Com base no método do pesquisador Aidar (1996) para *Melipona quadrifasciata* L., contando-se o número de favos e seus respectivos diâmetros, obtém-se o número total de crias de acordo com a relação (para favos de mandacaria) 25 células de cria por cm². Assim, favos de 6 cm possuem em média 150 células. A estimativa da população foi obtida segundo a fórmula adaptada de Brito et al. (2013), a partir do número médio de células de cria por centímetro de favo. Estes autores consideram que o número de células de cria é diretamente proporcional à multiplicação do

diâmetro médio dos favos de cria e o número de favos por uma constante ($k = 25$) obtida pelo número de células por área (número de células /diâmetro do favo) para a espécie de abelha Mandaçaia MQA (*Melipona quadrifasciata anthidioides*), que apresenta apenas diferenças fenotípicas com a Mandaçaia MQQ (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*).

Os volumes dos potes de mel foram mensurados daquelas caixas que apresentavam reservas de mel no módulo “melgueira” no período de safra, pela sucção de seu conteúdo com auxílio de bomba a vácuo aspiradora com pote graduado. Um aparelho elétrico com tubos isolados que penetram em sua tampa e cujas extremidades são direcionadas uma ao pote de cerume contendo o mel, e outra ao aparelho sugador do coletor, evitando o contato manual com o alimento (Anexo 2, Foto 11). Os módulos de melgueiras foram adicionadas exclusivamente em colônias já estabelecidas em ninho e sobreninho, e no período de grandes floradas. O mel foi coletado somente dos potes que estavam totalmente operculados na ocasião da coleta. Potes de cerume com mel que se encontram abertos ainda não têm mel maduro para coleta (NASCIMENTO et al. 2011).

As coletas de dados para obtenção de informações de performance produtivas por meio das avaliações de desempenho (pesagem e ganho de peso) ocorreram mensalmente, durante todo o período experimental em intervalos de 28 dias (a cada quatro semanas), seguindo um cronograma de datas e horários para manejo nos meliponários. E a coleta de dados para obtenção de característica biométricas (número e tamanho médio de discos de cria e estimativa de população) ocorreram nas datas em que incidiram os equinócios e solstícios das estações do ano (a cada três meses), a fim de evitar uma intensidade de manejo que interferisse significativamente no desenvolvimento das colônias.

A influência do ambiente externo no desenvolvimento e produção das colônias foi obtido com um cruzamento destas informações com dados meteorológicos no período experimental. Dados de precipitação (mm), temperatura (C°), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento foram obtidos de Estações Meteorológicas e cedidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), sendo utilizadas as médias mensais.

Inicialmente, com dados coletados foi realizada uma análise estatística exploratória com análise de variância, media e desvios padrões para observação de comportamento dos dados.

3.2.5. Produção das colônias

Utilizou-se modelos lineares generalizados para identificar o efeito do tipo de caixa (Quadrada e Sextavada) e da área de amostragem (Campina Grande do Sul, Colombo e Curitiba) no peso médio - PM, no ganho de peso total - GPT (soma do ganho de peso dos meses em que esse foi positivo), na perda de peso total - PPT (soma dos valores de ganho de peso nos meses em que esse foi negativo) e no ganho de peso líquido - GPL (ganho de peso total menos a perda de peso total). No caso de variáveis obtidas apenas uma vez a cada estação do ano (população - POP, número de discos de cria- NDC e diâmetro médio dos discos de cria- DMDC), utilizou-se o valor médio de 5 amostragens. Embora essa abordagem despreze a variação ao longo do experimento, nesse caso o objetivo foi identificar o efeito geral da área de amostragem e do tipo de caixa independentemente do momento de amostragem, tendo em vista que o efeito do tempo e estação, assim como sua interação com o efeito da área e do tipo de caixa, foram avaliados em análises independentes.

Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R (R_DEVELOPMENT_CORE_TEAM., 2018), assumindo uma distribuição gaussiana dos erros em todas as variáveis. Os melhores modelos (com ou sem interação entre área e tipo de caixa) foram selecionados a partir do resultado de teste de razão de verossimilhança, privilegiando os modelos mais simples no caso de ausência de diferenças significativas entre modelos (ZUUR et al. 2009). O efeito do tipo de caixa, área e interação caixa x área dos melhores modelos foi obtido a partir de uma Análise de Variância. Do caso de efeitos significativos, comparações pareadas entre todas as combinações, com correção para múltiplos testes, foram realizadas no pacote “multcomp” (Hothorn et al. 2016).

3.2.6. Desenvolvimento das colônias - efeito das estações do ano

O efeito da estação de amostragem, área de estudo e tipo de caixa em variáveis populacionais e de peso foram avaliados a partir de modelos lineares

generalizados mistos. Variáveis dependentes nessas análises foram o peso médio - PM (média de 3 amostragens em cada estação), ganho de peso total – GPT, e ganho de peso líquido – GPL ao longo de cada uma das cinco estações (2015/2016: verão, outono, inverno, primavera; 2016/2017: verão), assim como os valores originais das variáveis obtidas apenas ao final de cada estação (número de discos de cria, diâmetro médio dos discos de cria e população estimada). Influenciada pelo fenômeno meteorológico El Niño, primavera de instalação do experimento em 2015 foi quente e chuvosa com eventos de temporais e tempestades (SIMEPAR, 2018). Esses valores iniciais obtidos nesta primavera foram desconsiderados, tendo em vista que refletiriam a fase inicial do estabelecimento da colônia ao invés do efeito das condições durante a estação.

Análises preliminares indicaram que a distribuição de erros do número de discos de cria e população estimada seguiu uma distribuição não-normal, com diversas unidades amostrais com baixo número de discos e população pequena. Testes de razão de verossimilhança comparando modelos com distribuição gaussiana, de Poisson ou binomial negativa indicaram que o uso de uma distribuição binomial negativa resultou no melhor modelo para a população estimada, enquanto uma transformação logarítmica resultou nos melhores modelos para o número de discos de cria.

A área de estudo (Campina Grande do Sul, Colombo e Curitiba), tipo de caixa (Quadrada e Sextavada) e estação (5 níveis: 2015/2016: verão, outono, inverno, primavera; 2016/2017: verão), assim como interações entre esses fatores, foram considerados efeitos fixos categóricos, enquanto um intercepto aleatório para cada uma das unidades de amostragem (caixas) foi utilizado como efeito aleatório. Obteve-se a melhor combinação de efeitos fixos para cada variável dependente a partir de comparações entre modelos sem interação e incluindo cada uma das combinações de interação entre estação, área e tipo de caixa, com base no resultado de testes de razão de verossimilhança (ZUUR et al., 2009).

Os modelos foram gerados no pacote “lme4” (BATES et al., 2016) e a significância dos efeitos fixos dos melhores modelos foi obtida a partir do pacote lmerTest (KUZNETSOVA et al., 2015). No caso de efeitos fixos significativos,

foram realizadas comparações pareadas entre todos os níveis de cada fator com correção para múltiplos testes, a partir da função “glht” do pacote multcomp (HOTHORN et al. 2016). Valores médios das variáveis dependentes em cada área e estação foram apresentados graficamente a partir do pacote “cowplot” (WILKE, 2016) e “ggplot2” (WICKHAM, 2010).

3.2.7. Produção de mel

Modelos lineares generalizados foram utilizados para avaliar o efeito da área e tipo de caixa no número de caixas que produziram quantidade de mel excedente, ou seja, suficiente para extração, durante os 16 meses de monitoramento. Nesse modelo a produção de mel excedente que foi avaliada a partir de uma distribuição binomial (1 - produção de mel e 0 - sem produção de mel), com comparação de modelos com e sem interação a partir de testes de razão de verossimilhança. Tendo em vista que a maior parte das caixas não produziu excedente de mel, avaliou-se o efeito da área, tipo de caixa e interação caixa x área na quantidade de mel excedente produzido por cada caixa durante o período de estudo a partir de um modelo linear generalizado com distribuição composta de Poisson obtida com valores do parâmetro p obtidos a partir do método de Tweedie no pacote “twedie” (DUNN; SMYTH, 2005). Esse é um dos métodos mais indicados no caso de distribuição contínuas com alta concentração de valores nulos e assimetria positiva (MIN; AGRESTI, 2002).

Além dos pacotes citados anteriormente, os pacotes “data.table” (DOWLE et al., 2018), “gtable”(WICKHAM, 2012) e “dplyr” (WICKHAM, 2016) também foram usados durante a organização e manipulação dos dados no ambiente R.

3.2.8. Padrão de variação no peso e ganho de peso ao longo do tempo

O padrão de variação no peso e ganho de peso líquido das caixas ao longo do experimento, assim como sua interação com área de amostragem e tipo de caixa, foi avaliado a partir de Modelos Generalizados Aditivos Mistos. Nesses modelos o tipo de relação entre tempo e peso/ganho de peso não é definido *a priori*, mas estimado a partir dos próprios dados a partir de diferentes funções “smoothing” ajustadas ao longo da curva; a validação da melhor

combinação de funções para uma dada curva é obtida a partir de um procedimento de validação cruzada (WOOD, 2006; ZUUR et al., 2009). Devido a essa flexibilidade, esses modelos são utilizados no caso de relações que não seguem um padrão linear e não apresentam um comportamento típico que permita ajustamento de curvas com base em funções tradicionais (DODONOV et al., 2014; XAVIER et al., 2017), que foi o caso do efeito do tempo no peso e ganho de peso das colônias nesse estudo.

Além de um termo “smoothing” entre o tempo de amostragem e o peso ou ganho de peso das colônias, assim como termos “smoothing” para cada combinação de área e tipo de caixa, os modelos aditivos incluíram um efeito fixo linear da área, tipo de caixa e de quatro variáveis meteorológicas (temperatura média mensal, temperatura mínima mensal, temperatura máxima mensal, precipitação total, umidade do ar e velocidade do vento).

O efeito aleatório consistiu em um intercepto aleatório para cada unidade de amostragem (caixa), tendo em vista que as mesmas unidades foram medidas repetidamente ao longo do experimento. A seleção de modelos seguiu o mesmo procedimento de análises de dados médios e por estação, com modelos incluindo todas as interações (incluindo curvas diferentes para cada combinação entre tipo de caixa e ambiente) sendo comparados a modelos com todas as demais combinações. Entretanto, nesse caso foram considerados como melhores modelos aqueles que apresentaram valores menores de REML (WOOD, 2006). Os modelos foram gerados no pacote R “gamm4”(WOOD; SCHEIPL, 2014); no caso de efeitos fixos paramétricos significativos comparações foram realizadas no pacote “itsadug” (VAN RIJ et al., 2017). A relação entre tempo e peso/ganho de peso nos melhores modelos foi representada graficamente a partir dos pacotes “voxel” (GARZA et al., 2018) e “ggplot2” (WICKHAM, 2010).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, tem aspectos interessantes e características bem definidas para estudos de urbanização e clima, em virtude dos diferentes usos do solo, ordenados pelo zoneamento que

estabelece parâmetros de ocupação, e pela presença de diferentes tipologias de florestas urbanas, com distribuição irregular em sua área intraurbana (LEAL et al., 2010). Esta cidade está situada na região Sul do Brasil, latitude 25°31' Sul, longitude 49°11' Oeste e altitude média de 917 metros. Seu clima é classificado como clima mesotérmico controlado por Massas de Ar Tropicais e Polares, sendo do tipo Cfb com verão fresco (MENDONÇA, 2001), apresentando as seguintes características climáticas: clima úmido, temperado e sem estação seca definida; maior incidência pluviométrica, em média, no verão, podendo ocorrer inversão desta sazonalidade; velocidade do vento moderada, com direção predominante NE; no inverno, é comum a ocorrência de geadas (temperatura inferior ou igual a 0°), podendo ocorrer entre abril a setembro (FILL, SUGAI; HILU, 1999).

Áreas urbanas são caracterizadas por apresentarem um clima próprio (AMORIM, 2010), como as “Ilhas de Calor Urbano” fenômeno que ocorre nas áreas densamente construídas onde há temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno. Antagonicamente também ocorre outro fenômeno conhecido por “Ilhas de Frescor Urbano”, gerado pelas diferentes coberturas vegetais, como ruas arborizadas, canteiros centrais de ruas e avenidas, praças, parques, bosques, jardins públicos e quintais de residências, que favorecem um resfriamento localizado na área intraurbana (SOLECKIA et al., 2005). Para Coltri (2006), esses fenômenos são evidenciados na diferença de temperatura entre as áreas urbanas e rurais.

A área de produção agrícola de toda Região Metropolitana de Curitiba (RMC) é de 650.000 ha, ocupando 50% da área total da região. A maioria dos municípios da RMC situa-se em áreas ambientalmente frágeis, devido à composição geológica de rochas cársticas. Pensar, portanto, em projetos de desenvolvimento voltados à conservação dos ambientes e ao uso menos depredador dos recursos naturais é fundamental. Apesar da fragilidade ambiental e da tradição rural dos municípios da RMC, diversas atividades industriais, mineradoras e agrícolas intensivas vêm comprometendo a qualidade socioambiental da região (CANDIOTTO, 2010).

Campina Grande do Sul é um município situado no primeiro planalto paranaense, na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), a leste desta cidade

(LIMA, 2001). Apresenta como característica vegetacional a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. As principais atividades econômicas do município são agropecuárias, as quais levaram à fragmentação das Florestas com Araucária, transformando grande parte do município em área rural (SCHIMIDT; GARCIA, 2003). A Floresta com Araucária é uma vegetação típica das regiões subtropicais e planaltos acima de 500m de altitude, a qual vem sofrendo gravíssimas agressões ao longo dos tempos (LEIVAS; FISCHER, 2008). Segundo a classificação de Köppen, o clima é temperado – Cfb –, caracterizado por temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (VASHCHENKO et al., 2007).

O Município de Colombo também está situado no primeiro planalto paranaense, ao norte de Curitiba (LIMA, 2001), inclusive pertencendo a RMC. Sua região apresenta topografia bastante ondulada, quase montanhosa. Localizado a 25°17'30" de latitude sul e 49°13'27" de latitude oeste, em uma altitude entre 1.027 m (OLIVEIRA; MATTOS, 2010) e 938 m (LIMA, 2011). Esta área é conhecida por cinturão verde da RMC e caracteriza-se pelo cultivo de hortaliças diversas (CANDIOTTO, 2010). Colombo também está inserida na bacia do Rio Ribeira onde os solos são jovens, rasos e não servem para cultivos de espécies anuais em larga escala, por isso destaca-se a silvicultura de Bracatinga e Pinus. Sua economia está baseada na mineração de calcário dolomítico, granitos e mármore e agricultura de pequena escala, centrada na produção de olerícolas (CANDIOTTO, 2010). Segundo a classificação de Köppen, o clima é Cfb, salubre e temperado, sem estação seca. Fresco no verão, com temperatura média inferior a 22°C e com ocorrência de geadas severas e frequentes no inverno, com temperatura média inferior a 18°C. O índice pluviométrico anual varia entre 1.400 mm e 1.600 mm (IAPAR, 2019).

3.3.1. Parâmetros produtivos

O melhor modelo para o peso médio das caixas ao longo do experimento incluiu uma interação entre área de amostragem e tipo de caixa; não houve diferenças entre os tipos de caixa a partir de testes pareados, mas o peso das

colônias em caixas do tipo sextavada em Curitiba foi menor em relação às caixas do mesmo tipo nas demais áreas (Tabela 6; $p < 0.05$, Figura 1 - A).

TABELA 6 - VALORES DE PESO MÉDIOS NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA EM 16 MESES DE MONITORAMENTO EM COLONIAS DE ABELHA *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.

MESES DE MONITORAMENTO	PESO (g)					
	CAMPINA GRANDE DO SUL		COLOMBO		CURITIBA	
	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext
1	306	306	490	410	272	218
2	876	709	958	1030	558	252
3	1080	896	1024	1088	650	284
4	1186	1018	1076	1184	760	434
5	1206	1138	1052	1182	916	474
6	1058	1262	1236	1348	1028	464
7	1080	1254	1294	1450	1168	510
8	1204	1276	1192	1326	1270	556
9	1434	1470	1402	1564	1192	561
10	1534	1560	1866	2246	1062	630
11	1910	1926	2234	2564	1246	716
12	2386	2082	1770	2186	1142	810
13	2160	1702	1986	2236	1656	1195
14	2360	1692	2262	2388	1724	1323
15	2198	1710	1524	1754	1022	975
16	1184	748	1172	1404	978	655
TOTAL PESO MÉDIO/ CAIXA	1447,63^a	1296,81^a	1408,63^a	1585,00^a	1040,26^a	628,53^b

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Qua = quadrada; Sext= sextavada

NOTA: letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ($p < 0,05$).

Considerando a produção das colônias de abelhas Mandaçaia MQQ e o efeito geral da área e tipo de caixa, em geral houve diferenças significativas entre as áreas com base dos dados médios e finais do experimento, mas essas diferenças em geral foram influenciadas pelo tipo de caixa (Tabela 7; Figura 1).

TABELA 7 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES DESCRIVENDO O EFEITO DA ÁREA, TIPO DE CAIXA E INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA EM VARIÁVEIS PRODUTIVAS RELACIONADAS AO PESO MÉDIO, GANHO DE PESO TOTAL E LIQUIDO, EM COLONIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.

	Gl	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor de F
Peso médio				
Área	2	2632323	1316161	12.73*
Caixa	1	145023	145023	1.40
Caixa x área	2	487147	243573	2.35
Residual	24	2481658	103402	
Ganho de peso total				
Área	2	7487318	3743659	9.2137***
Caixa	1	1903105	1903105	4.6838*
Residual	26	10564166	406314	
Ganho de peso líquido				
Área	2	551756	275878	2.23
Caixa	1	228988	228988	1.85
Caixa x área	2	890012	445006	3.60*
Residual	24	2965889	123579	

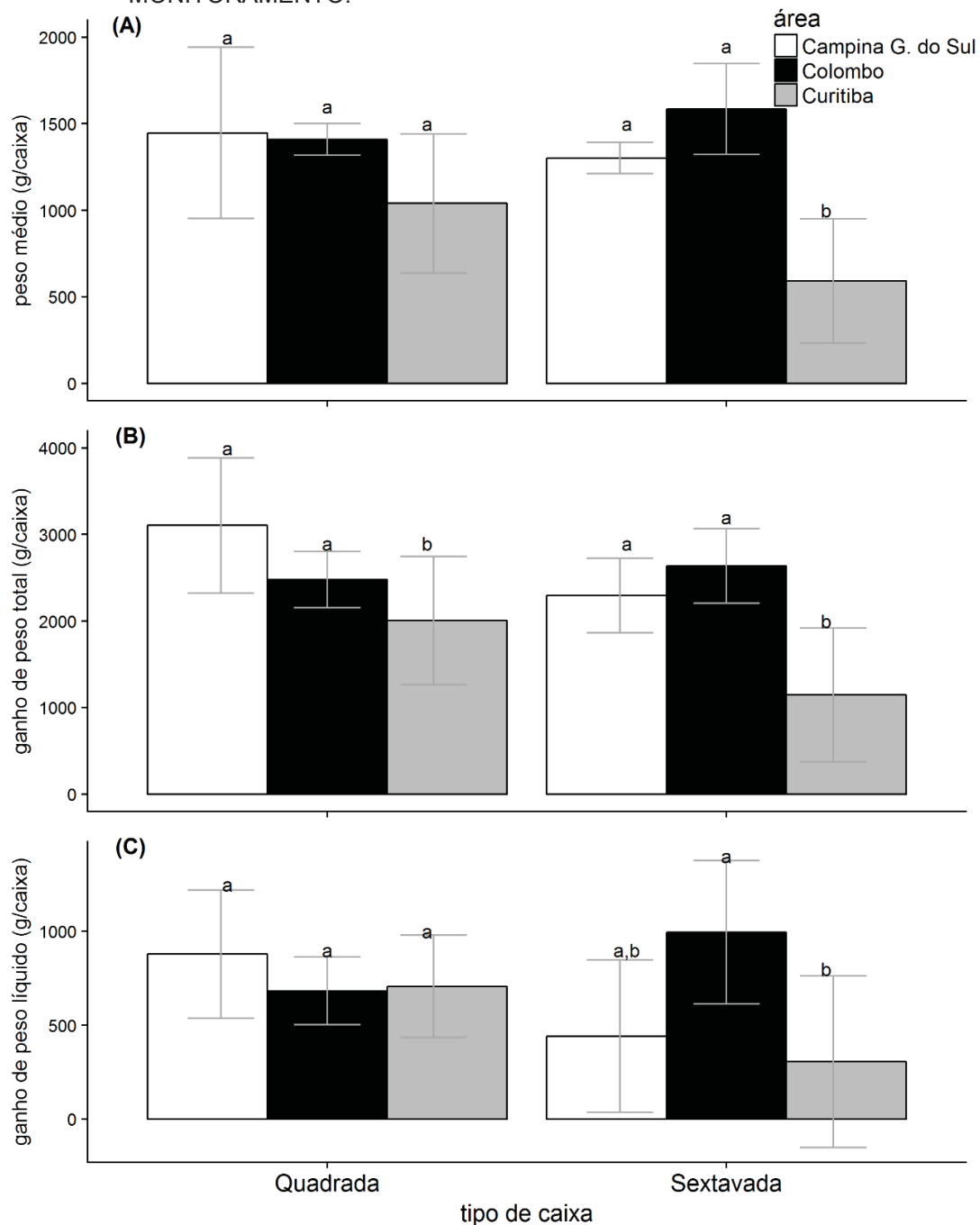
FONTE: O autor (2019)

NOTA: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

A caixa de modelo quadrado apresentou melhor desempenho na área urbana (Curitiba) em relação ao modelo sextavada.

Considerando a facilidade e agilidade de medição do peso da colônia pelo meliponicultor, este dado tem se mostrado bastante interessante para auxiliar na seleção de colônias, embora deva ser utilizado com certo critério na avaliação, pois a Mandaçaia MQQ, tem como característica a coleta de grande quantidade de resina e conseqüente depósito de geoprópolis, influenciando diretamente o peso da colônia (ALVES et al., 2012; FAQUINELO et al.2013). Assim, o manejo utilizado deve priorizar a “limpeza” das caixas, fazendo a retirada dessa resina misturada ao barro antes da pesagem, como foi o método utilizado neste estudo.

FIGURA 1 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DO PESO (A), GANHO DE PESO TOTAL (B) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (C) DE COLÔNIAS DE ABELHA *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. OBTIDO EM DOIS TIPOS DE CAIXA (QUADRADA E SEXTAVADA) EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.



FONTE: O autor (2018).

LEGENDA: A ausência de letras iguais indica diferenças significativas entre áreas a partir do mesmo tipo de caixa (testes pareados *a posteriori* – $p < 0,05$).

O ganho de peso total ao longo do experimento (sem considerar as perdas) foi muito menor em Curitiba em relação às demais áreas

independentemente do tipo de caixa (Tabela 7, Figura 1 - B) e ligeiramente maior na caixa quadrada em relação à sextavada (Tabela 8, Figura 1 - B). Nesta tabela cada coleta é a média do ganho total e ganho líquido considerando as 5 caixas de cada tratamento em cada área. Ao final, somaram-se todos os ganhos (ou perdas) para obter o valor médio de quanto cada tipo de caixa ganhou e perdeu ao final do experimento.

TABELA 8 - VALORES MÉDIOS DE GANHO DE PESO (GP) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (GPL) EM COLONIAS DE ABELHA *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA, EM 16 MESES DE MONITORAMENTO.

MESES	CAMPINA GRANDE DO SUL						COLOMBO						CURITIBA						
	GPI (g)		Perda (g)		GPL (g)		GPI (g)		Perda (g)		GPL (g)		GPI (g)		Perda (g)		GPL (g)		
	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext	
1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	570	484	0	0	570	484	468	620	0	0	468	620	286	82	0	-48	286	34	34
3	204	112	0	-6	204	106	68	64	-2	-6	66	58	92	58	0	-26	92	32	32
4	118	122	-12	0	106	122	52	108	0	-12	52	96	130	150	-20	0	110	150	150
5	66	120	-46	0	20	120	10	24	-34	-26	-24	-2	156	60	0	-20	156	40	40
6	122	124	-270	0	-148	124	184	166	0	0	184	166	124	10	-12	-20	112	-10	-10
7	34	42	-12	-50	22	-8	94	104	-36	-2	58	102	140	46	0	0	140	46	46
8	124	72	0	-50	124	22	16	0	-118	-124	-102	-124	102	50	0	-4	102	46	46
9	230	208	0	-14	230	194	210	238	0	0	210	238	8	32	-86	-27	-78	5	5
10	310	378	-210	-288	100	90	464	682	0	0	464	682	30	103	-160	-34	-130	69	69
11	408	380	-32	-14	376	366	382	318	-14	0	368	318	184	102	0	-16	184	86	86
12	476	158	0	-2	476	156	0	0	-464	-378	-464	-378	24	20	-128	-88	-104	-68	-68
13	176	0	-402	-380	-226	-380	216	132	0	-82	216	50	514	308	0	0	514	308	308
14	254	56	-54	-66	200	-10	314	180	-38	-28	276	152	100	126	-32	-24	68	102	102
15	14	40	-176	-22	-162	18	0	0	-738	-634	-738	-634	0	0	-702	-278	-702	-278	-278
16	0	0	-1014	-962	-1014	-962	0	0	-352	-350	-352	-350	116	0	-160	-256	-44	-256	-256
TOTAL/ÁREA	3106^a	2296^a	-2228	-1854	878^a	442^{ab}	2478^a	2636^a	-1796	-1642	682^a	994^a	2006^b	1147^b	-1300	-841	706^a	306^b	306^b

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: ND= não disponível; Qua= quadrada; Sext= sextavada.

NOTA: letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ($p < 0,05$).

Houve uma interação significativa entre tipo de caixa e área de coleta quanto ao ganho de peso líquido ao final do experimento; testes *a posteriori* indicaram um ganho líquido maior nas caixas do tipo sextavada em Colombo em relação a Curitiba (Tabela 6; Figura 1 - C).

O modelo de caixa sextavada apresentou melhor desempenho em Colombo quando comparada ao mesmo modelo em Curitiba. Em geral os resultados obtidos também indicam o impacto da urbanização sobre o ambiente no que se refere à flora de interesse para criação e manutenção de colônias de abelhas, pois nas áreas rurais as colônias apresentaram melhor desempenho produtivo que na urbana. Para Andrade Silva e Peixe (2010) a vegetação formada por um conjunto de plantas que fornecem néctar e pólen para as abelhas (base do desenvolvimento de suas colônias) está carente de políticas de defesa priorizem as plantas de interesse meliponícola no Estado do Paraná, sua preservação e recomposição na vegetação original.

Quanto aos parâmetros produtivos ao longo do experimento, peso médio não apresentou diferença entre as caixas, embora seja menor na área urbana em relação ao desempenho das colônias em área rural, e o ganho de peso total foi menor em área urbana, sendo o desempenho das colônias melhor nas caixas quadradas em relação as sextavadas em todas as áreas. Considerando o tipo de caixa sextavada, o ganho de peso líquido (GPL) foi maior em Colombo do que em Curitiba.

3.3.2. Parâmetros Biométricos

Na Tabela 9 a média das populações (Figura 2 - A), o número médio de discos (Figura 2 - B), e o diâmetro médio dos discos de cria (Figura 2 - C), foram obtidas considerando as cinco caixas em cada ambiente em cada coleta.

As comparações indicaram populações, número e diâmetro de discos de cria menores em Curitiba em relação às demais áreas (Tabela 9 $p < 0.05$, Figura 2).

TABELA 9 - VALORES MÉDIOS DE PARÂMETROS BIOMÉTRICOS EM COLONIAS DE ABELHA *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL (CGS), COLOMBO (COL) E CURITIBA (CTBA), EM CINCO ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.

ESTAÇÕES DO ANO	POPULAÇÃO MÉDIA ESTIMADA (indivíduos /colônia)					
	CGS		COL		CTBA	
	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext
Verão 1	645	764	711	826	767	469
Outono	448	385	535	486	302	278
Inverno	1702	1286	1928	1983	1462	924
Primavera	1757	1800	1624	1935	1509	1080
Verão 2	551	544	557	456	513	358
TOTAL	1020,54 ^a	955,80 ^a	1070,80 ^a	1137,02 ^a	910,40 ^a	621,56 ^b

ESTAÇÕES DO ANO	NUMERO MEDIO DE DISCOS DE CRIA					
	CGS		COL		CTBA	
	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext
Verão 1	3,6	3,8	4,2	4,0	4,4	2,6
Outono	2,4	2,0	3,0	2,2	2,2	2,0
Inverno	6,4	4,8	6,8	6,6	6,4	4,4
Primavera	7,2	7,2	7,0	7,2	6,0	4,0
Verão 2	2,8	2,8	3,0	2,4	2,6	2,0
TOTAL	4,48 ^a	4,12 ^a	4,80 ^a	4,48 ^a	4,32 ^a	3,00 ^b

ESTAÇÕES DO ANO	DIAMETRO MEDIO DOS DISCOS DE CRIA (cm)					
	CGS		COL		CTBA	
	Qua	Sext	Qua	Sext	Qua	Sext
Verão 1	4,6	5,3	4,5	5,4	4,6	4,8
Outono	4,8	4,5	4,8	5,5	3,0	3,8
Inverno	7,0	7,2	7,5	8,0	6,1	5,5
Primavera	6,5	6,7	6,3	7,0	6,6	5,4
Verão 2	5,3	5,2	5,0	5,2	5,2	3,8
TOTAL	5,63 ^a	5,78 ^a	5,61 ^a	6,22 ^a	5,11 ^b	4,68 ^b

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Qua= quadrada; Sext= sextavada.

NOTA: letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Consistente com os resultados para o peso das caixas, a população média e o diâmetro médio dos discos de cria diferiram entre áreas (Tabela 10).

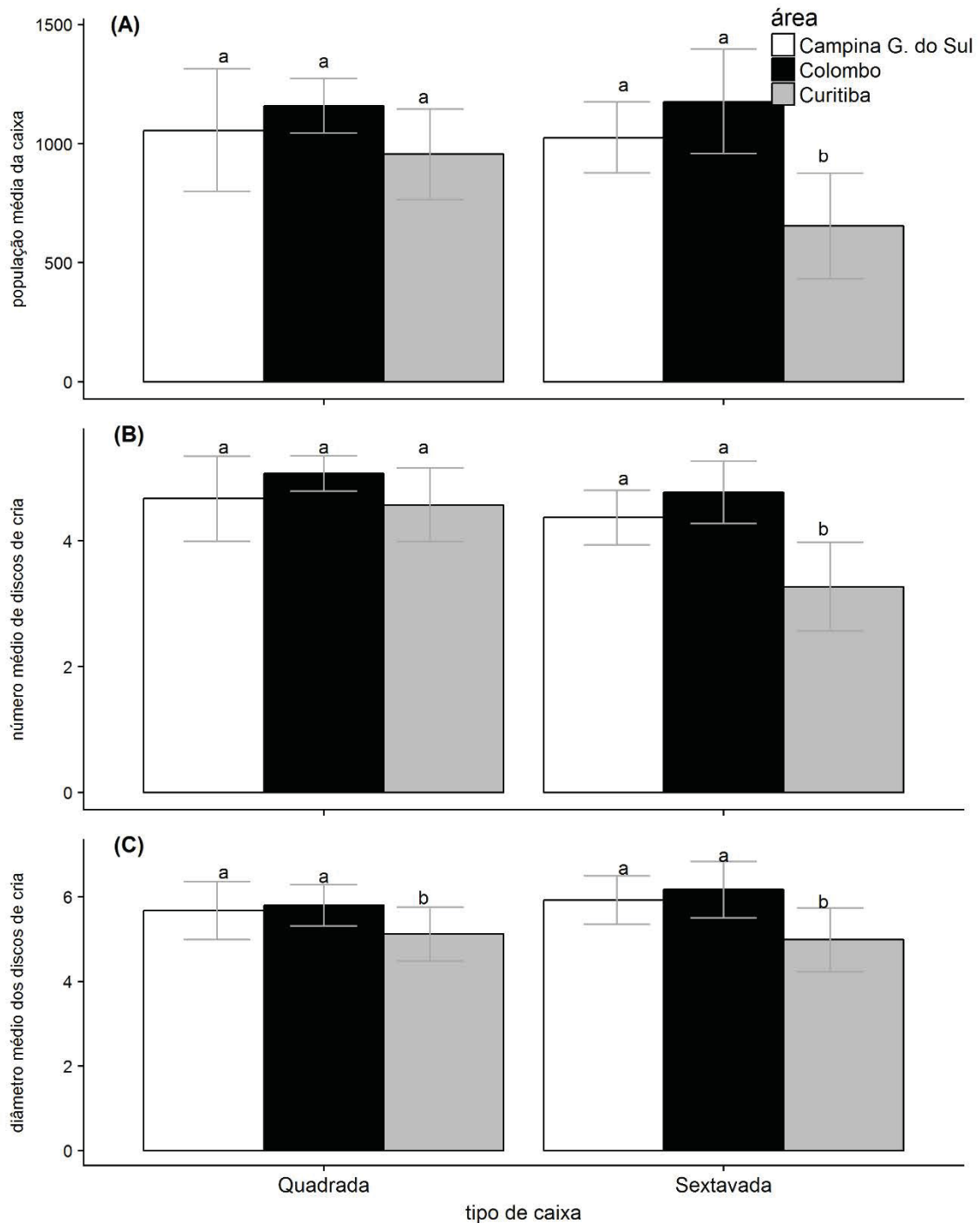
TABELA 10 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES DESCRIVENDO O EFEITO DA ÁREA, TIPO DE CAIXA E INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA EM VARIÁVEIS DE DESEMPENHO BIOMÉTRICO RELACIONADAS À POPULAÇÃO MÉDIA, NÚMERO E DIÂMETRO MÉDIO DE DISCOS DE CRIA, EM COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. APÓS CINCO ESTAÇÕES MESES DE MONITORAMENTO.

	gl	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor de F
População média				
Área	2	685282	342641	8.15**
Caixa	1	83176	83176	1.98
Residual	26	1093615	42062	
Número de discos de cria				
Área	2	5.0667	2.53333	8.43**
Caixa	1	3.0083	3.00833	10.01**
Caixa x área	2	1.6667	0.83333	2.77
Residual	24	7.2111	0.30046	
Diâmetro médio do disco de cria				
Caixa	1	0.1907	0.19067	0.49
Área	2	4.8764	2.43818	6.28**
Residual	26	10.0871	0.38796	

FONTE: O autor (2018)

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

FIGURA 2 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO (A), NÚMERO DE DISCOS (B) E DIÂMETRO MÉDIO DOS DISCOS (C) EM COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* QUADRIFASCIATA L. OBTIDOS EM DOIS TIPOS DE CAIXA (QUADRADA E SEXTAVADA) EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) APÓS 16 MESES DE MONITORAMENTO.



FONTE: O autor (2018)

LEGENDA: A ausência de letras iguais indica diferenças significativas entre áreas a partir do mesmo tipo de caixa (testes pareados *a posteriori* – $p < 0,05$).

Faquinelo et. al., (2013) concluíram em seu trabalho que o tamanho da população está correlacionado com número dos discos de cria em colônias de abelhas Mandaçaia MQA, confirmando que estas variáveis biométricas apresentam correlação positiva. O melhor modelo para o número de discos de cria incluiu uma interação entre área e tipo de caixa (Tabela 10). Testes indicaram que o número de discos de cria nas caixas sextavadas foi inferior em Curitiba em relação às demais áreas ($p < 0,05$, Figura 2 - B). Esse resultado pode estar sendo influenciado por condições dos ambientes interno e externos sobre o desenvolvimento das colônias, devido à variabilidade dos ambientes dos meliponários, além da adaptabilidade de cada espécie de abelhas melíponas (KERR, 2006).

É interessante lembrar que os dados observados levam em consideração a espécie de abelha Mandaçaia MQQ, os tipos de caixas utilizados indicados para esta espécie desenvolvendo-se em ambientes de clima temperado (OSTROVSKI T. et al., 2016), e o manejo igualitário dispensado em todos os meliponários.

Quanto aos parâmetros biométricos ao longo do experimento, a população média e o diâmetro dos discos de cria apresentaram diferenças entre todas as áreas. POP média NDC foi menor em Curitiba na caixa do tipo sextavada e o DMDC foi menor em Curitiba tanto no tipo sextavada quanto na quadrada.

3.3.3. Desenvolvimento das colônias - efeito das estações do ano

Diferentemente do observado com base em dados gerais, o melhor modelo para o efeito conjunto do tipo de caixa, área e estações do ano, no peso médio não incluiu interação entre efeitos e indicou diferenças altamente significativas entre áreas e estações de amostragem, mas nenhuma distinção entre tipos de caixa (Tabela 11).

TABELA 11 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES MISTOS GENERALIZADOS DESCRIVENDO O EFEITO DA ÁREA, ESTAÇÃO DE COLETA E TIPO DE CAIXA, ASSIM COMO INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA, EM VARIÁVEIS PRODUTIVAS RELACIONADAS AO PESO EM COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. APÓS CINCO ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.

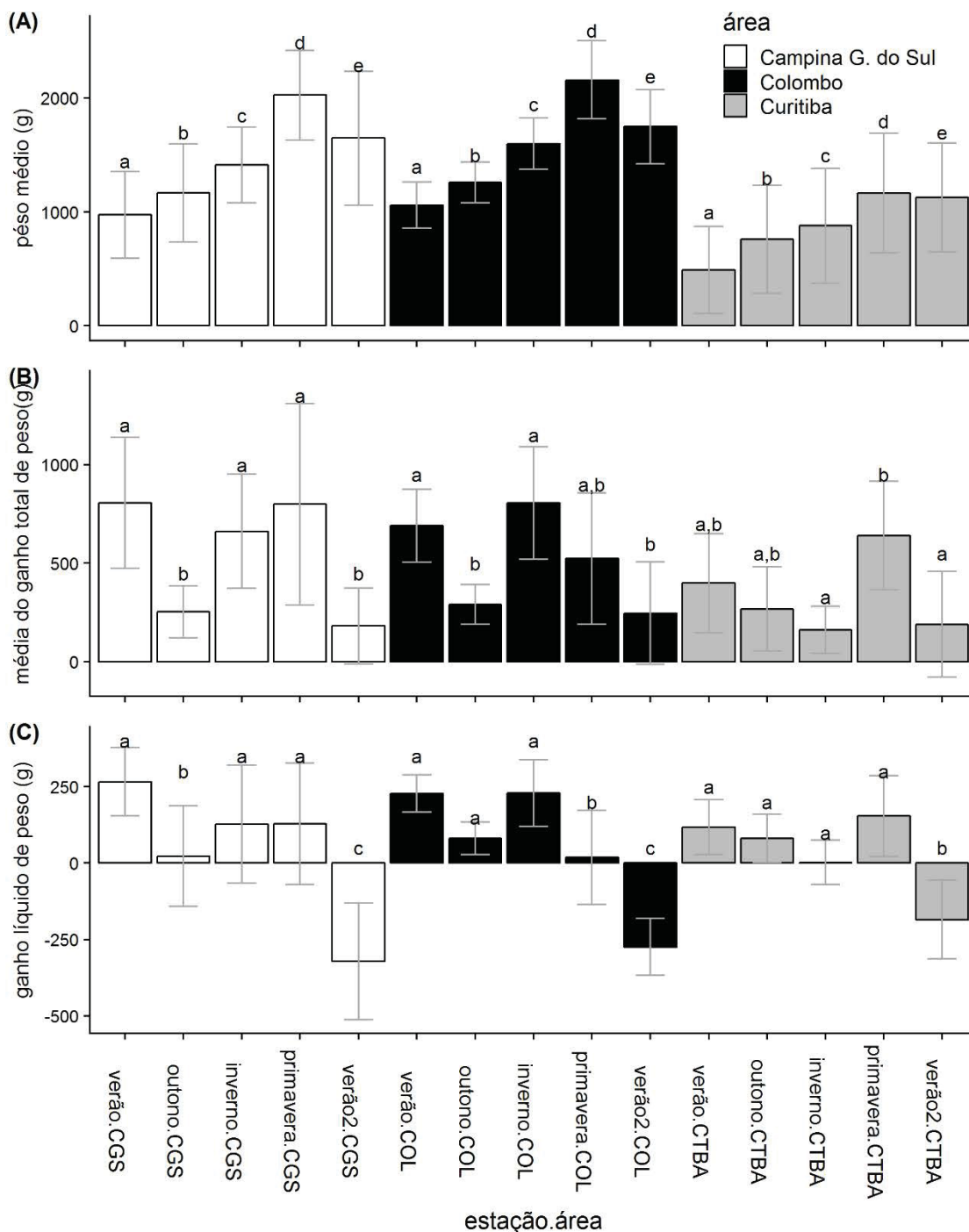
	gl	Soma de Quadrados	Quadrados médios	Valor de F
Peso médio				
Estação	4	15848645	3962161	75.90***
Área	2	1152942	576471	11.04***
Caixa	1	53442	53442	1.02
Ganho de peso líquido				
Estação	4	3808935	952234	55.54***
Área	2	12261	6131	0.35
Caixa	1	5089	5089	0.30
Estação: área	8	583655	72957	4.25***
Ganho de peso total				
Estação	4	5117661	1279415	18.65***
Área	2	1123968	561984	8.19**
Caixa	1	272408	272408	3.97
Estação: área	8	2236281	279535	4.07***

FONTE: O autor (2018)

LEGENDA: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Testes pareados mostraram um peso médio menor em Curitiba em relação às demais áreas e diferenças entre todas as estações de amostragem (p<0.001, Figura 3).

FIGURA 3 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DO PESO (A), GANHO DE PESO TOTAL (B) E GANHO DE PESO LÍQUIDO (C) DE COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. OBTIDO EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL - CGS, COLOMBO - COL- E CURITIBA - CTBA) NO FINAL DE DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO DE 2015 A VERÃO DE 2016).



FONTE: O Autor (2018).

LEGENDA: a ausência de letras iguais indica diferenças significativas entre as estações para cada uma das áreas ($p < 0,05$).

No entanto, o melhor modelo para ganho de peso total e ganho de peso líquido incluiu uma interação altamente significativa entre estação e área, mas também não houve diferenças entre os tipos de caixa. As comparações indicaram padrões diferentes de ganho de peso dependendo da área de amostragem, em geral com ganhos maiores no primeiro verão, inverno e primavera nas áreas de Campina Grande do Sul e Colombo, enquanto em Curitiba o ganho foi maior apenas no inverno ($p < 0.05$, Figura 3 - B). No estudo de Rossi et al. (2011), os autores demonstraram que na cidade de Curitiba o índice UTCI (Universal Thermal Climate Index) que tem como objetivo avaliar as condições térmicas de ambientes externos por meio da resposta fisiológica do corpo humano, indicaram que existem diferenças entre as respostas de conforto térmico obtidas no verão e no inverno. Essa região é considerada problemática para criação de abelhas devido suas condições climáticas de variações rápidas, apresentando as menores temperaturas do Estado do Paraná. Por isso o meliponicultor deve estar atento, por meio de observação, a todas as demandas biológicas e de produção, atendendo-as com manejo mais apropriado à espécie e clima regional.

Considerando as três diferentes áreas, testes pareados indicaram que o ganho de peso líquido foi menor em todos os meliponários na estação do 2° verão, onde as colônias já estavam estabelecidas. Em Campina Grande do Sul os maiores GPL ocorreram no inverno e na primavera, em Colombo nas três primeiras estações (verão 1, outono e inverno) reduzindo na primavera e em Curitiba, o GPL sempre se apresentou menor que as demais áreas, sendo os períodos de menor ganho o inverno e o 2° verão (Figura 3 - C). Este comportamento revela as fases de maior estabilidade das colônias, pois na região Sul do Brasil, de clima mais temperado, em parte do período de outono e no inverno as colônias de abelhas entram em diapausa, um comportamento normal onde a rainha reduz sua postura devido à escassez de oferta alimentar na natureza e maior gasto energético para manutenção de temperatura na área de cria.

Os melhores modelos para a população e número de discos das caixas também não inclui interações e indicou diferenças entre as estações e áreas de

amostragem, assim como número maior de discos nas caixas do tipo quadrada (Tabela 12).

TABELA 12 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA A PARTIR DOS MELHORES MODELOS LINEARES MISTOS GENERALIZADOS DESCRIVENDO O EFEITO DA ÁREA, ESTAÇÃO DE COLETA E TIPO DE CAIXA, ASSIM COMO INTERAÇÃO ÁREA X CAIXA, EM VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS RELACIONADAS À POPULAÇÃO MÉDIA EM COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. APÓS 5 ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.

	gl	Soma de Quadrados	Quadrados médios	Valor de F
População média				
Estação	4	356.02	89.005	89.00***
Área	2	12.03	6.016	6.02**
Caixa	1	2.02	2.019	2.02
log (Número de discos de cria)				
Estação	4	28.3996	7.0999	73.96***
Área	2	0.9523	0.4761	4.96*
Caixa	1	0.6028	0.6028	6.28*
Diâmetro médio do disco de cria				
Estação	4	148.547	37.137	51.01***
Área	2	5.333	2.667	3.66*
Caixa	1	0.964	0.964	1.32
Estação x área	8	19.263	2.408	3.31*

FONTES: O autor (2018).

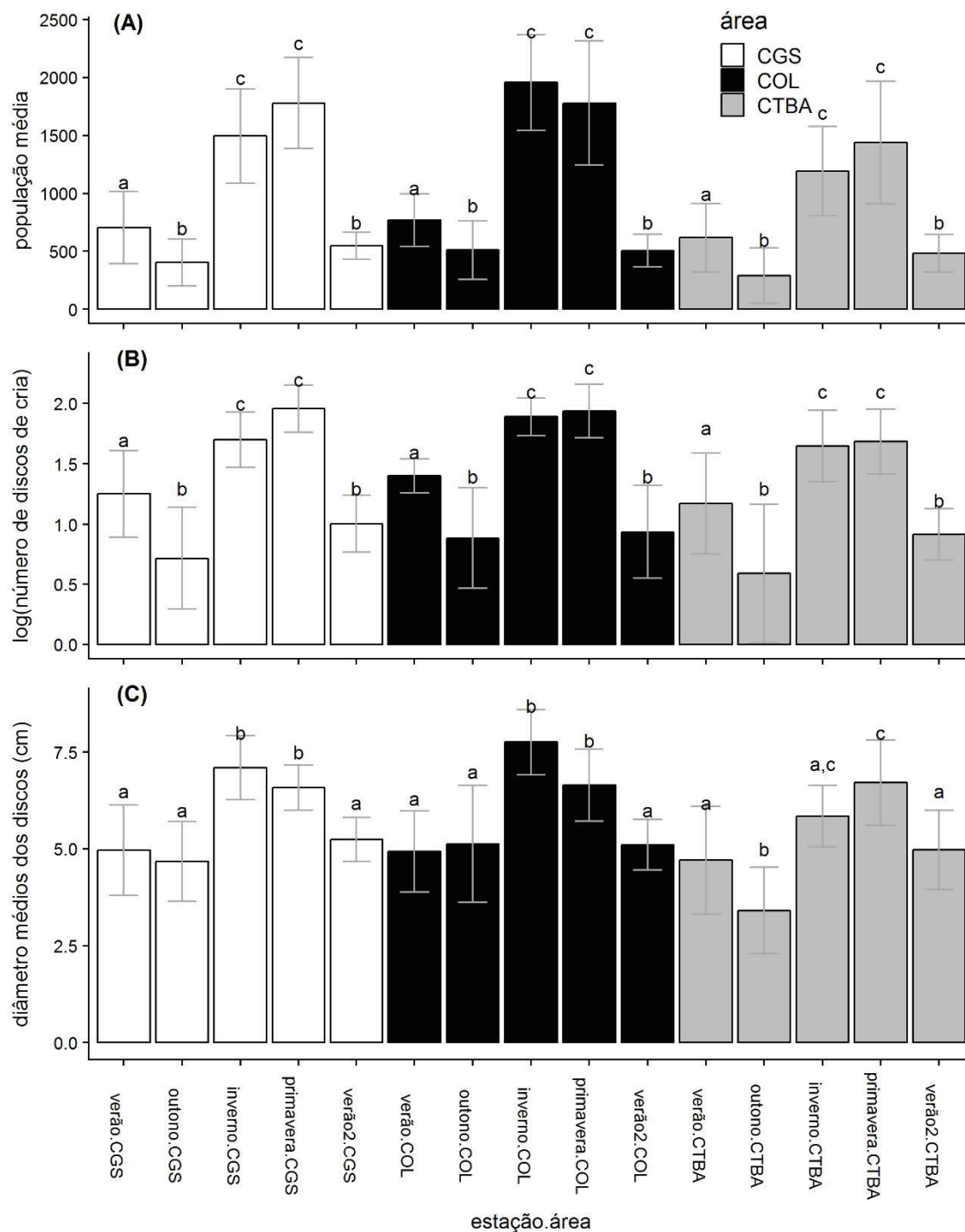
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

As comparações indicam que a população e o número de discos foram maiores na área de Colombo em relação a Curitiba, maiores no inverno e na primavera em relação às demais estações e maiores no primeiro verão em relação ao outono e segundo verão ($p < 0.05$, Figura 4 - A e B).

Por outro lado, o diâmetro dos discos de cria diferiu entre as estações e áreas de amostragem, mas o melhor modelo incluiu uma interação entre esses dois fatores; comparações *a posteriori* indicaram discos menores na área de Curitiba em relação à área de Colombo no outono e no inverno, assim como discos maiores no inverno e na primavera em Colombo e Campina Grande do Sul e na primavera em Curitiba ($p < 0.05$, Figura 4 – C).

A primavera caracteriza-se pela estação do ano em que as colônias possuem maior disponibilidade de recursos alimentares na natureza, a população cresce, inclusive apresentando neste período, os maiores índices de enxameação.

FIGURA 4 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO (A), NÚMERO DE DISCOS (B) E DIÂMETRO MÉDIO DOS DISCOS (C) DE COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. OBTIDOS EM TRÊS ÁREAS DE AMOSTRAGEM (CAMPINA GRANDE DO SUL, COLOMBO E CURITIBA) EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO A INVERNO DE 2016 E VERÃO DE 2017).



Fonte: o Autor (2018).

LEGENDA: A ausência de letras iguais indica diferenças significativas entre as estações para cada uma das áreas ($p < 0,05$).

3.3.4. Produção de mel

Não houve efeito da área de amostragem ou do tipo de caixa na presença de excedente de mel (distribuição binomial, com ou sem produção) ou na quantidade de mel excedente produzida por caixa durante o período de estudo (distribuição composta de Poisson, quantidade de mel produzido) como observado na Tabela 13 e Figura 5.

TABELA 13 – RESULTADOS DE MODELOS LINEARES GENERALIZADOS AVALIANDO O EFEITO DO TIPO DE CAIXA E ÁREA DE AMOSTRAGEM NA OCORRÊNCIA DE PRODUÇÃO EXCEDENTE DE MEL (ASSUMINDO DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL) E QUANTIDADE DE MEL EXCEDENTE PRODUZIDO (ASSUMINDO DISTRIBUIÇÃO COMPOSTA DE POISSON COM $P=1.8$) EM COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.

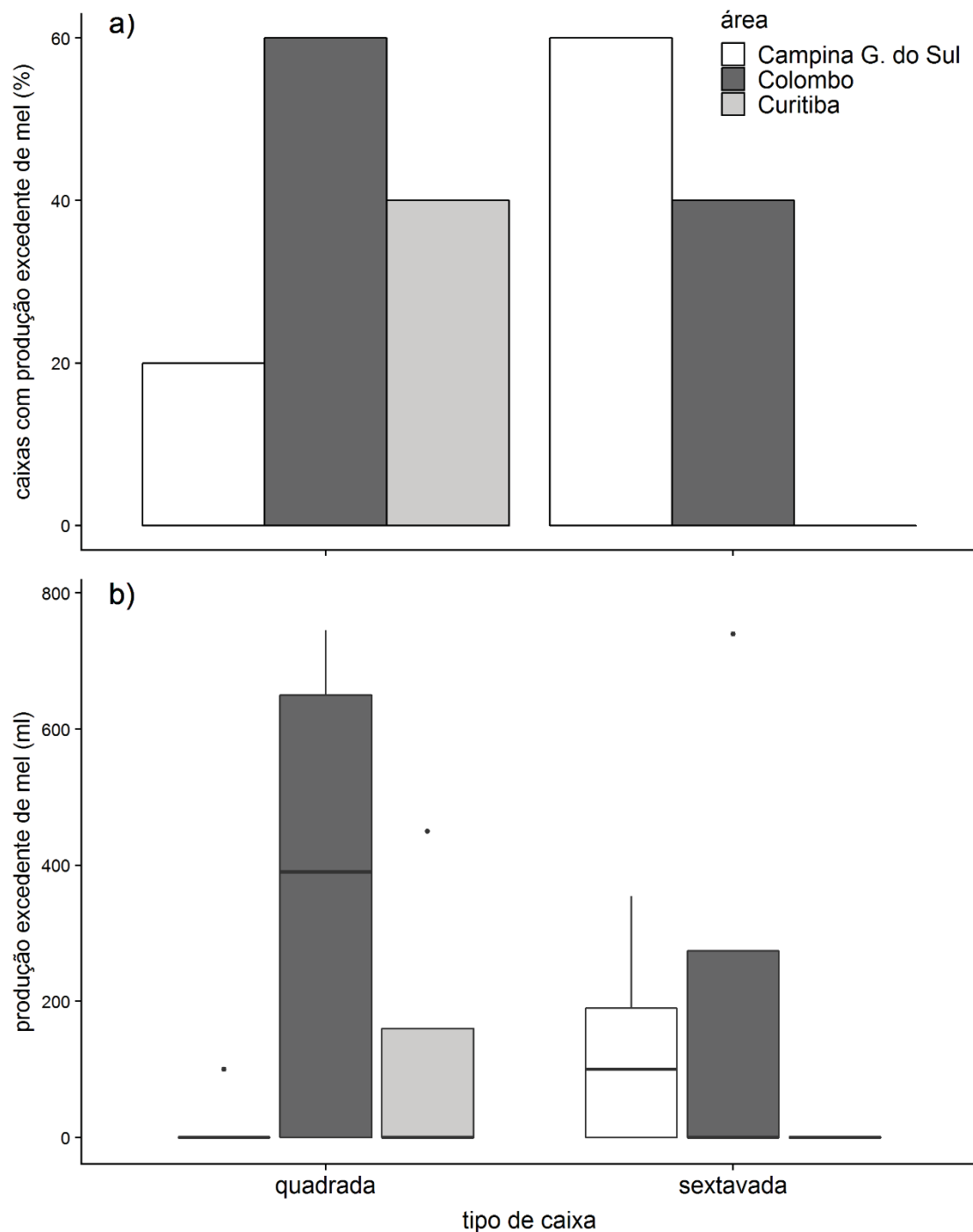
	Ocorrência de produção de mel excedente			Quantidade de mel excedente produzida		
	Estimativa	Erro		Estimativa	Erro	
		padrão	Valor z		padrão	Valor z
(Intercepto)	-0.28	0.75	-0.38	4.61	0.64	7.23***
Tipo de caixa	-0.24	0.79	-0.31	-0.38	0.64	-0.59
Colombo	0.41	0.90	0.45	1.18	0.75	1.57
Curitiba	-0.87	1.03	-0.84	-0.36	0.83	-0.44

FONTE: O Autor (2018).

A área de Colombo foi a que apresentou maior porcentagem de caixas do tipo quadrada (OT) com estoque de excedentes de mel, seguida das áreas de Campina Grande do Sul e Curitiba, respectivamente. Em relação à caixa tipo sextavada, ocorreu uma maior porcentagem de excedente de mel no meliponário de Campina Grande do Sul, seguida de Colombo com 40% aproximadamente. Já no meliponário urbano de Curitiba não houve produção de mel neste tipo de caixa (Figura 5- a).

O meliponário localizado em Colombo apresentou os melhores índices de produção excedente de mel tanto nas caixas tipo quadrada como nas de tipo sextavada, enquanto em Campina Grande do Sul a caixa sextavada foi destaque. Curitiba não apresentou produção expressiva independente do modelo de caixa (Figura 5- b).

FIGURA 5 – PRODUÇÃO DE MEL EXCEDENTE NAS COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. EM CADA ÁREA DE AMOSTRAGEM PARA CADA TIPO DE CAIXA.



FONTE: O Autor (2018).

LEGENDA: A) NÚMERO DE CAIXAS EM QUE HOUVE PRODUÇÃO EXCEDENTE DE MEL.

B) BOXPLOTS MOSTRANDO A VARIAÇÃO NA QUANTIDADE DE MEL

EXCEDENTE PRODUZIDO NAS CAIXAS;

LINHAS HORIZONTAIS INDICAM A MEDIANA,

LINHAS VERTICAIS O QUARTIL SUPERIOR E PONTOS OS OUTLIERS.

Durante o período experimental não foi possível verificar alguma influência significativa do tipo de caixa, nem da área na produção de mel. Os

dados mostram uma maior produção em área rural, onde as caixas de tipo quadrado tiveram um maior estoque de excedente de mel.

3.3.5. Padrão de variação do peso e ganho de peso das caixas ao longo do tempo e influencia ambiental (variáveis meteorológicas)

O melhor modelo aditivo descrevendo o efeito conjunto do tempo de amostragem, área, tipo de caixa e variáveis meteorológicas no peso das caixas ao longo do experimento inclui curvas diferentes para área de amostragem, assim como uma interação entre área e tipo de caixa (Tabela 14).

TABELA 14 – RESULTADO DOS MELHORES MODELOS LINEARES ATIVOS ESTIMANDO O EFEITO DO TEMPO DE AMOSTRAGEM, ÁREA DE AMOSTRAGEM, TIPO DE CAIXA E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO PESO E GANHO DE PESO MENSAL DE COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. AO LONGO DE 16 MESES.

	gl	F
Peso da caixa		
Área	2	2.46
Caixa	1	0.52
Área x Caixa	2	2.17
s(coleta):Campina G. do Sul	7.50	62.51***
s(coleta):Colombo	7.89	63.61***
s(coleta): Curitiba	6.51	25.50***
Ganho de peso da caixa		
Área	2	3.94
Caixa	1	0.19
Umidade do ar (%)	1	10.07**
Precipitação mensal (mm)	1	5.06*
Temperatura mínima (°C)	1	2.24
s(coleta):Campina G. do Sul	8.22	18.07***
s(coleta):Colombo	8.53	15.13***
s(coleta): Curitiba	5.66	5.12***

FONTE: O Autor (2018).

LEGENDA: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.01

NOTA: O prefixo “s” indica funções “smoothing” estimadas para a relação entre tempo de amostragem e peso/ganho de peso para cada uma das áreas de amostragem.

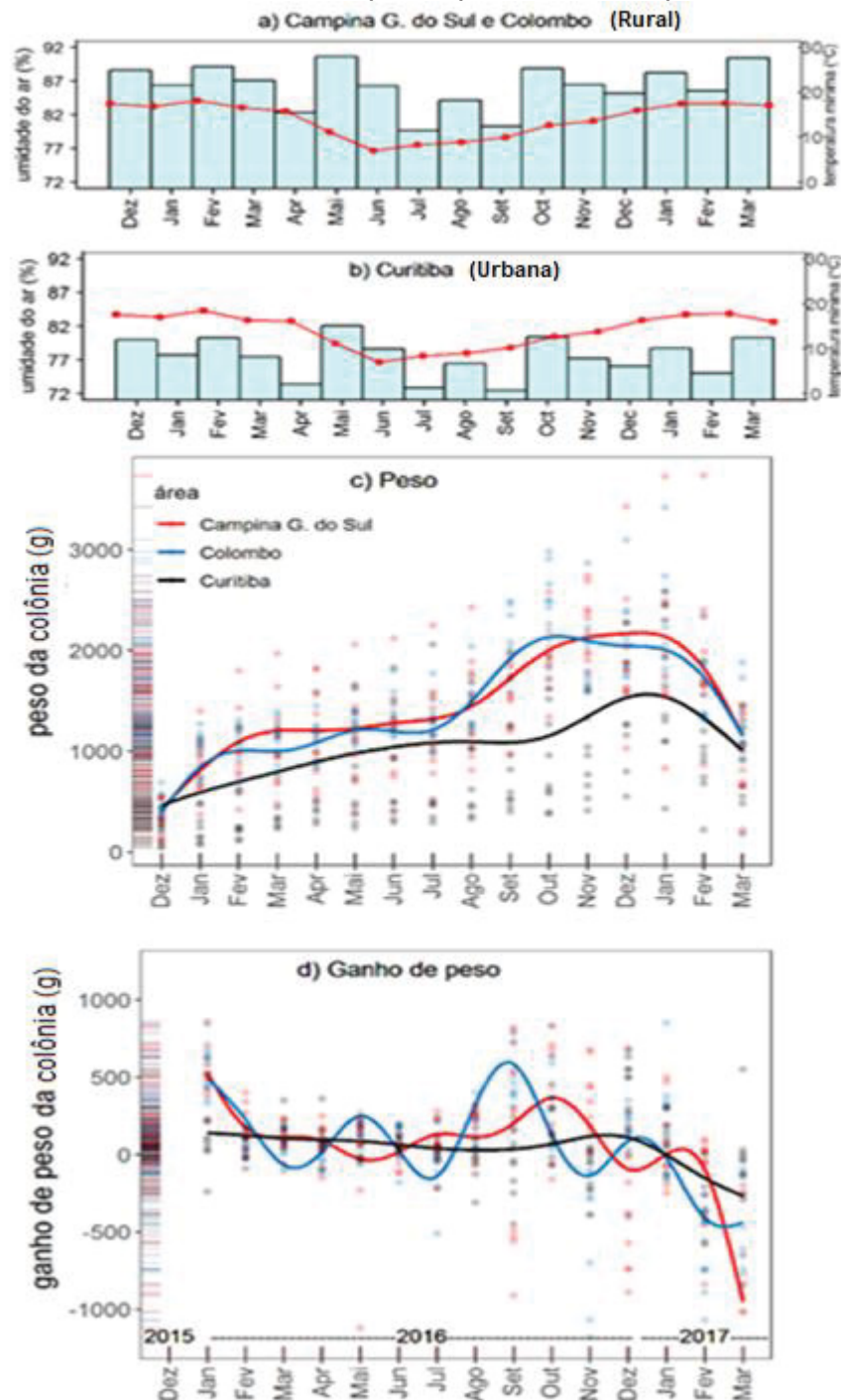
Testes pareados indicaram peso menor nas caixas do tipo sextavada na área de Curitiba em relação às demais, assim como peso menor na caixa sextavada em relação à quadrada nessa mesma área. O padrão de relação entre as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa, precipitação e velocidade do vento) e o peso das colônias foi similar nas áreas rurais de Colombo e Campina Grande do Sul (Figura 6 c), com aumento de peso de agosto a outubro de 2016 e redução em fevereiro e março de 2017 (Figura 6 a, b), enquanto em Curitiba o peso aumentou lentamente até julho de 2016 e foi máximo de

dezembro de 2016 a janeiro de 2017. Este aumento está relacionado às variáveis climáticas, mais especificamente a umidade e temperatura. As colônias em ambiente rural apresentaram seu maior desenvolvimento em um período de final de inverno e início de primavera, que coincide com a floração de Bracatinga (*Mimosa scrabella*) na região, que pode ter oferecido substrato nutricional para esse aumento de peso. Já em Curitiba o desenvolvimento das colônias apresentou-se mais tardio, tendo o peso máximo após o início do verão 2016/2017. O fato da área urbana apresentar índices de umidade relativa do ar inferiores aos da área rural (Figura 6 a, b) também pode ter influenciado o desenvolvimento das colônias, uma vez que as abelhas dispõem energia para conseguir regular a quantidade de água dentro da caixa.

Consistente com os resultados para o peso total da caixa, o melhor modelo aditivo para o ganho de peso também inclui curvas distintas para cada área de amostragem, mas também inclui um efeito pequeno da temperatura mínima e efeitos significativos da precipitação mensal e umidade do ar (Figura 6 e 7); entretanto, nesse caso não houve diferenças entre áreas de amostragem e nenhum efeito do tipo de caixa (Tabela 11). Embora todas as áreas tenham apresentado perda acentuada de peso em fevereiro e março de 2017, o padrão de ganho de peso em geral foi diferente entre as áreas de coleta, com picos e quedas em momentos distintos em Colombo e Campina Grande do Sul e ganho pequeno ou levemente negativo na área de Curitiba durante a maior parte do experimento (Figura 6d). Embora as ANSF sejam tolerantes a altas e baixas temperaturas, não são tão eficientes como as abelhas *Apis* em manter a temperatura da área do ninho, fazendo com que direcionem grande parte da energia para esta tarefa, afetando o desenvolvimento das colônias. Essa variação do ganho de peso pode também ter sofrido influência das grandes amplitudes térmicas diárias comuns em Curitiba e sua Região Metropolitana.

Observam-se efeitos negativos no ganho de peso após os períodos de maior concentração de precipitação, nos meses de fevereiro de 2016 e janeiro de 2017, quando as chuvas de verão reduzem a disponibilidade do néctar na natureza (Figura 7).

FIGURA 6 – TEMPERATURA (PONTOS) E UMIDADE RELATIVA DO AR (BARRAS) MÉDIA MENSAL NAS ÁREAS DE CAMPINA GRANDE DO SUL E COLOMBO (A) E CURITIBA (B), APRESENTA COM CURVAS “SMOOTHING” A VARIACÃO DE PESO (C) E GANHO DE PESO (D) DE COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.



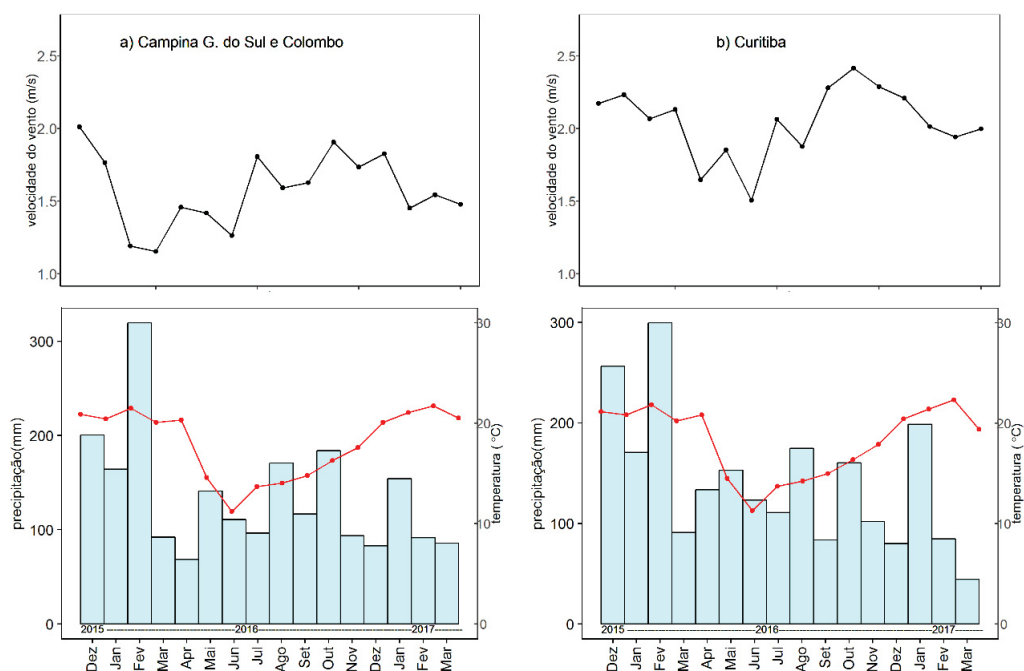
FONTE: O Autor (2018).

Sendo conhecido que existe correlação entre temperatura do ar e as atividades de forrageamento (SCHWARZ, 1948), é possível que não tenha ocorrido influência direta que caracterize alguma diferença nos parâmetros produtivos e biométrico das colônias nas distintas áreas e modelos de caixa, pois

a variação de temperatura do ar seguiu um padrão muito semelhante entre os meliponários rurais e o urbano, embora este último tenha se caracterizado mais chuvoso e com maior velocidade do vento.

Mesmo apresentando um padrão de variação semelhante entre as áreas urbana e rurais, Curitiba registrou velocidade do vento superior às notadas em Campina Grande do Sul e Colombo, ocorrendo o mesmo com os índices de precipitação que se apresentou levemente mais concentrada na área urbana.

FIGURA 7 – VELOCIDADE DO VENTO E GRÁFICOS CLIMÁTICOS INDICANDO TEMPERATURA MÉDIA (PONTOS) E PRECIPITAÇÃO MENSAL (BARRAS) NAS ÁREAS RURAIS DE COLOMBO E CAMPINA GRANDE DO SUL (a) E NA ÁREA URBANA DE CURITIBA (b).



FONTE: O Autor (2018).

Para a análise conforme as estações do ano, o comportamento dos dados foi diferente quando comparados ao longo do ano. Nos parâmetros produtivos nas estações do ano, o peso médio não apresentou diferenças entre os tipos de caixas, mas foi diferente entre as áreas e as estações do ano, sendo menor na área urbana. O GPT foi maior no inverno de Curitiba, mas o GPL apresentou-se maior no inverno e primavera de Campina Grande do Sul. Os menores GPL ocorreram na primavera e no segundo verão em Colombo e no segundo verão em Curitiba.

Considerando os parâmetros biométricos nas estações do ano, a POP e NDC foram maiores em Colombo em relação a Curitiba nas estações de inverno

e primavera em relação as demais, e maiores no primeiro verão em relação ao outono e segundo verão. O DMDC foi menor em Curitiba em relação a Colombo nas estações de outono e inverno, sendo que os maiores DMDC ocorreram durante o inverno e primavera na área rural e durante a primavera na área urbana.

Embora com um clima ameno e muitas paisagens verdes, conferindo-lhe um título de “biocidade”, o meliponário instalado na região urbana de Curitiba apresentou desempenho inferior de suas colônias quando comparado aos meliponários no ambiente rural.

3.4. CONCLUSÃO

Considerando os dados médios de produção ao longo de todo experimento e o desempenho biométrico das colônias de Mandaçaia MQQ, houve diferenças entre as áreas de experimentação que se devem ao tipo de caixa utilizada, sendo que a quadrada (OT) apresentou melhores índices. Para a análise com abordagem sazonal, ocorreram diferenças entre as áreas e estações do ano, mas não nos modelos de caixa. O ambiente rural ofereceu suporte para um melhor desenvolvimento das colônias do que o ambiente urbano.

3.5. REFERENCIAS

AIDAR, D. S. **A Mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996, 104 p. (Série Monografia n° 4).

ALVES, R.M. de O.; CARVALHO, C.A.L.; FAQUINELLO, P.; LEDO, C.A.S.; FIGUEIREDO, L. Parâmetros biométricos e produtivos de colônias de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) em diferentes gerações. **Magistra**, v. 24, p.105- 111, dez. 2012.

AMANO, K. **Attempts to introduce stingless bees for the pollination of crops under greenhouse conditions in Japan**. 2004. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library/tb/167/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

AMORIM, M.C.C.T. **Climatologia e gestão do espaço urbano**. Fortaleza: Mercator. número especial, p. 71-90, 2010.

ANDRADE SILVA, R.C.P de; PEIXE, B.C.S. **Estudo da Cadeia Produtiva do Mel no Contexto da Apicultura Paranaense – uma Contribuição para a Identificação de Políticas Públicas Prioritárias**. Escola de gestão: Painel de agricultura do Governo de Estado do Paraná, 2010. Disponível em:< http://www.escoladegestao.pr.gov.br/arquivos/File/anais/painel_agricultura/estudo_da_cadeia.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

BATES, D., M. et al. **Package ‘lme4’**. R Package Version 1.1–10, 2016.

BRITO et al., Parâmetros biométricos e produtivos de colônias em gerações de *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 265-273, 2013.

CANDIOTTO, L.Z.P. **Circuito italiano de turismo rural, Colombo – PR: gênese, desenvolvimento e implicações socioespaciais**. Cascavel: EDUNIOESTE, 2010. 380 p.

COLTRI, P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto**. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução n° 346** (06/07/2004) Disponível em: <http://mel.cpatu.embrapa.br/criacoes/legislacao>. Acesso em: 24 jun. 2015

CURITIBA, Prefeitura Municipal de Curitiba. Portal de Prefeitura de Curitiba – Parques e Bosques. Disponível em:< <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/parques-e-bosques-parque-bacacheri/291>>. Acesso em: 29 set. 2018.

DODONOV, P., et al. Driving factors of small-scale variability in a savanna plant population after a fire. **Acta Oecologica**, 56:47-55, 2014.

DORÉ, T., MAKOWSKI, D., MALÉZIEUX, E., et al. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**. v. 34, p. 197-210, 2011.

DOWLE, M., et al. **Package 'data.table'**, 2018.

DUNN, P. K; SMYTH, G. K. Series evaluation of Tweedie exponential dispersion model densities. **Statistics and Computing**, 15:267-280, 2005.

FAQUINELLO, P. et al. Correlação entre parâmetros biométricos e produtivos em colônias de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, 2013.

FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B; HILU, A. Caracterização climatológica da região metropolitana de Curitiba. **Engenharia e Construção**, Curitiba, n.28, p.17-21, jan.1999.

GARZA, A. G. et al. **Mass-Univariate Voxelwise Analysis of Medical Imaging Data**. R package version 1.3.5. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=voxel>. Acesso em: 06 set. 2018.

GRÜTER, C. et al., Repeated evolution of soldier sub-castes suggests parasitism drives social complexity in stingless bees. **Nature Communications** v.8: 4, 2017.

HOTHORN, T. et al., **Package 'multcomp'. Simultaneous inference in general parametric models**. Project for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Plano de conservação para abelhas sociais nativas sem ferrão**. Projeto Paraná Biodiversidade. Curitiba, 2009, 29 p.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas: classificação climática**. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso: 24 jan. 2019.

KERR W.E. Método de seleção para melhoramento genético em abelhas. **Magistra**, v.18, n.4, p.209-212, 2006.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte, MG: Acangaú/ Fundação Banco do Brasil, 1996, 144 p.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; CHRISTENSEN, R.H.B. **Package 'lmerTest'. R package version 2.**, 2015.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C.; MARTINI, A. Estudos microclimáticos no ambiente urbano - Validação de mini-abrigos para proteção de sensores meteorológicos. In: Congresso Brasileiro De Arborização Urbana, XIV, 2010, Bento Gonçalves - RS. **Anais...** Bento Gonçalves: SBAU, p. 1-13, 2010.

LEÃO, K.L. et al. Colony Development and Management of the Stingless Bee *Scaptotrigona aff. postica* (Apidae: Meliponini) Using Different Hive Models. **Sociobiology**, 63(4): 1038-1045, 2016.

LEIVAS, F; TREVISAN, W; FISCHER, M.L. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. Florianópolis: **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 65-73, jan. 2008. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21757925.2008v21n1p65/18973>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

LIMA, C. A. Considerações sobre ocupações irregulares e parcelamento urbano em áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba-PR. **UFPR: Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 3, p. 97-114, jan./jun. 2001.

LIMA, O.G de. **Indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em plantios florestais e floresta ombrófila mista na Embrapa Florestas, Colombo – PR**. 67p. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. 2011.

LOLI, D, **Termorregulação colonial e energetic individual em abelhas sem ferrão (Hymenopra, Apidae, Meliponini)**. 229 p. Tese de doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP., 2008.

MENDONÇA, F. **Clima e criminalidade**. Curitiba: Editora de UFPR, 2001.

MIN, Y.; Agresti, A. Modeling nonnegative data with clumping at zero: a survey. **Journal of the Iranian Statistical Society**. 1:7-33., 2002.

MORITZ, R.F.A.; SOUTHWICK, E.E. **Bees as superorganisms**. New York: Springer-Verlag, 1992, 395 p.

NASCIMENTO, F. S. et al. Abelhas sem ferrão: Biologia, manejo e perspectivas de conservação. In: XIMENES, L. J. F; COSTA, L. S. de A.; NASCIMENTO, J. L. S. do. **Manejo Racional de Abelhas Africanizadas e de Meliponíneos no Nordeste do Brasil**. 6. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, Cap. 11, 2011, p. 250.

OSTROVSKI-T., K.R; DITTRICH, J.R; SCHNELL E SCHÜHLI, G. **Modelos de colmeias racionais para a criação de Mandaçaia (Melipona quadrifasciata quadrifasciata L.)**. Comunicado Técnico 383. Colombo: EMBRAPA Florestas, ISSN 1980-3982, set/ 2016.

PETZ, M., Stabentheiner A., Crailsheim C. Respiration of individual honeybee larvae in relation to age and ambient temperature, **J. Comp.Physiol. B** 174, 511–518 p., 2002.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

R_DEVELOPMENT_CORE_TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2018.

ROLDÃO, Y.S. **Termorregulação colonial e a influência da temperatura no desenvolvimento da cria em abelhas sem ferrão, *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

ROSSI, F.A.; KRÜGER, E; BRÖDE, P. Definição de faixas de estresse térmico para espaços abertos em Curitiba, Paraná. Búzios: **VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído** (ELACAC), 2011.

SCHIMIDT, M.A.; GARCIA, T.M.F.B. **Recriando histórias de Campina Grande do Sul**. 1. ed. Keops Indústria Gráfica S/A, Campina Grande do Sul, Brasil, 2003, 192 p.

SCHWARZ, H.F., Stingless bees (meliponidae) of the western hemisphere. New York: **Bulletin of the American Museum of Natural History**. Vol. 90, 568p., 1948.

SILVA, F.C. da; MARCONI, L.P. Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo-PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 20, p.23-38, jun. 1991.

SIMEPAR, Sistema Meteorológico do Paraná. Centro Politécnico da UFPR – Curitiba/PR 81531-980. Disponível em:<www.simepar.br>. Acesso em: 29 set. 2018.

SOLECKIA, W.C.; et al. Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. **Environmental Hazards**, Oxford, v. 6, p. 39-49, 2005.

VAN RIJ, J., et al. “**itsadug: Interpreting Time Series and Autocorrelated Data Using GAMMs.**” R package version 2.3, 2017.

VASHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. **Fragilidade ambiental nos picos camapuã, camapuã e tucum, Campina Grande do Sul,PR**. Floresta, [S.l.], ago. 2007. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/8650/6007>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. **J Stat Softw** 35:65-88, 2010.

WICKHAM, H. **gtable: Arrange grobs in tables**. R package. Available at CRAN. R-project. org/package= gtable. Version 0.1 2, 2012.

WICKHAM, H; FRANCOIS, R. **dplyr: A Grammar of Data Manipulation**R package version 0.5. 0 <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>, 2016.

WILKE, C.O. **Cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'ggplot2'**. R package version 0.7. 0, 2016.

WOOD, S. **Generalized Additive Models: An Introduction with R**. CRC Press. 2006.

WOOD, S.; SCHEIPL, F. **gamm4: Generalized additive mixed models using mgcv and lme4**. R package version 0.2-3., 2014.

XAVIER, R.D.O; LEITE, M. B; SILVA-MATOS, D. M. da. Stress responses of native and exotic grasses in a Neotropical savanna predict impacts of global change on invasion spread. **Austral Ecology**, 42:562-576., 2017.

ZUUR, A; IENO, E.N., WALKER, N; SAVELIEV, A.A; SMITH, G.M. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Springer, Berlin, 2009.

CAPÍTULO 3

4. CAPITULO 3

QUALIDADE DO MEL DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ EM AMBIENTE URBANO E RURAL

Katia Regina Ostrovski¹; Guilherme Schenel e Schüllli²; João Ricardo Dittrich³; Mareci Mendes Almeida⁴;

¹ Estudante de doutorado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba / PR/ Brasil– katiaski@gmail.com

² Pesquisador Doutor da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Florestas, Colombo/ PR/ Brasil;

³ Professor Doutor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba / PR/ Brasil;

⁴ Professora Doutora do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa

4.1. INTRODUÇÃO

As abelhas nativas sem ferrão (ANSF) são conhecidas por suas habilidades como produtoras de mel e outros recursos como cera e geoprópolis, que são tão importantes como o serviço ambiental de polinização prestado, contribuindo para a conservação de recursos e para a produção vegetal, pois estes insetos ocupam uma posição de destaque entre todos os agentes polinizadores.

A meliponicultura é uma atividade integradora de ambientes urbanos ou rurais com os ecossistemas naturais, reconhecidamente promove o uso de sistemas agrícolas mistos, contribuindo significativamente para a manutenção da biodiversidade e de práticas responsáveis (agroecológicas). Seus benefícios trazem uma agregação de valor a qualquer atividade já desempenhada. Praticada como hobby por algumas pessoas e como comércio para outras (ROUZIC et al., 2014), a meliponicultura, tradicionalmente era praticada em ambientes rurais, mas percebe-se um nítido e crescente interesse por esta criação também em áreas urbanas. É uma opção legalmente viável de produção de mel nas grandes cidades.

Para Almeida-Muradian et al. (2013) o mel de ANSF é um valioso produto, com uma longa tradição de consumo nas áreas de ocorrência dessas abelhas, ao qual são atribuídos vários usos medicinais, além de possuir propriedades

nutracêuticas e elevados preços de comercialização, apresentando demanda crescente no mercado. O mel produzido por essas abelhas é conhecido por sua doçura distinta misturada com um sabor ácido, uma textura fluida e cristalização lenta (ABD JALIL et al., 2017).

O interesse pela produção de mel dos meliponíneos tem gerado um esforço no sentido de determinar as características físico-químicas dos diferentes méis produzidos no Brasil (CARVALHO et al., 2005), pois é um produto que não é incluído nas normas nacional ou internacional que regulamentam o mel, devido ao pouco conhecimento sobre sua composição, advinda da diversidade de espécies de abelhas existentes. Para se determinar os parâmetros de qualidade do mel de meliponíneos (intimamente relacionada com as variações da florada e do clima local) é necessário primeiro conhecer a qualidade físicas, químicas e microbiológicas do mel de cada espécie.

O Brasil ainda não possui um modelo Federal oficial com parâmetros de controle de qualidade para o mel de ANSF. A legislação brasileira define os padrões para o mel de abelha *Apis*, estabelecendo os requisitos mínimos de qualidade que o mel destinado ao consumo deve possuir, contudo estes não são aplicáveis para o controle de qualidade e identidade dos méis de ANSF. Alguns Estados lançaram Regulamentos Técnicos para normatizar regionalmente o manejo e o comércio advindo da meliponicultura, e nem todos apresentam regulamentos para identidade e qualidade desse mel. Isso leva à necessidade de se intensificar os estudos de diferentes méis de ANSF a fim de estabelecer um padrão coerente e uma futura legislação brasileira que possa assegurar a qualidade e identidade deste produto.

A diversidade de espécies sugere, preliminarmente, a necessidade de se estudar o grupo dos meliponíneos individualmente (LIRA et al., 2014). A abelha Mandaçaia MQQ (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.), é uma espécie de ANSF, encontrada em diversas regiões do Brasil, conhecida por produzir um mel de excelente qualidade, com características físico-químicas e contribuição sensorial distintas do mel de *Apis mellifera* L., o que assegura um nicho de mercado como produto diferenciado (MOURE, 1950; ALVES, 2005; ÁVILA, 2016). A produção média de uma colmeia de Mandaçaia é de 2,0 L/colônia/ano em ambiente natural e quando bem manejada este volume pode aumentar em

até 6,0 L/colônia/ano, tornando-a uma espécie interessante para a criação, devido ser um alimento nutritivo e muito bem aceito no mercado (SAMPAIO, 2013).

Estudos sobre a qualidade do mel de meliponídeos são justificados pela falta de padrões oficiais que regulamentem o mel destas abelhas. Portanto, devido a demanda setorial, uma investigação para se compreender quais os parâmetros de qualidade do mel de abelhas Mandaçaia MQQ em ambientes urbano e rural são conhecimentos cada vez mais necessários para estratégias de determinação de índices de qualidade deste produto.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Período e local do experimento

Todas as amostras mel analisadas neste experimento foram coletadas em dois meliponários científicos, de colônias de abelha Mandaçaia MQQ, registrados nos órgãos competentes, como Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), segundo resolução n°346 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2004). Um deles localizado em um condomínio particular na área urbana da cidade de Curitiba (PR) e outro em uma área rural no Município de Campina Grande do Sul (PR).

Conforme técnica estabelecida, essa coleta ocorreu no período da safra 2016/2017, retirando o mel encontrado nas melgueiras das caixas quadradas e sextavadas, nas quais as colônias haviam estocado, e apenas dos potes que já estavam operculados (mel maduro).

As amostras de mel foram submetidas à análise de características físico-químicas e microbiológicas, todas conduzidas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em Ponta Grossa (PR). Foi realizada uma estatística descritiva dos dados coletados.

4.2.2. Coleta das amostras de mel

O mel *in natura* foi coletado diretamente das melgueiras, em campo, pela sucção de seu conteúdo com auxílio de bomba a vácuo aspiradora, não havendo contato manual com o produto (Anexo 2, Foto 10). Foram utilizadas sete amostras de cada meliponário, contendo 50ml cada, totalizando 350 ml/mel/área. Esse conjunto de amostras de cada um dos dois meliponários (urbano e rural) foi envasado separadamente em potes estéreis, graduados, e imediatamente acondicionadas sob refrigeração, para evitar processos fermentativos. As amostras foram transportadas ao laboratório para realização das análises no mesmo dia.

4.2.3. Análises físicas e químicas

Foram realizadas as seguintes análises: umidade, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, cinzas, acidez, pH, índice de diástase, hidroximetilfurfural e cor. Algumas análises cobradas pelo Ministério da Agricultura e do abastecimento, voltadas para testar a qualidade de méis comerciais, já nas prateleiras, não foram realizadas, pois foi seguida metodologia de manejo (controle e manutenção) das colônias, a fim de garantir que o mel não fosse adulterado. Todas as análises executadas seguiram as recomendações do Ministério da Agricultura e do abastecimento (BRASIL, 2001) e as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.2.4. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo as recomendações da American Public Health Association (APHA) para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 45°C (termotolerantes) (KORNACKI; JOHNSON, 2001), pesquisa de *Salmonella* sp. (ANDREWS et al. 2001), enumeração de fungos filamentosos e Leveduras (BULLERMAN; GOURAMA 2001). Foram utilizadas cinco amostras de 50ml/mel/cada. Os resultados das análises foram avaliados segundo os parâmetros

microbiológicos contemplados pela Portaria nº 367/1997, do Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 2001).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Análises físicas e químicas

Os resultados obtidos para comparação da qualidade do mel produzido em diferentes ambientes (área urbana e área rural) em relação a sua qualidade física e química encontram-se na tabela 15 e figura 8.

TABELA 15 - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE ABELHA *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. COLETADOS EM ÁREA RURAL DE CAMPINA GRANDE DO SUL (PR) E URBANA DE CURITIBA (PR) E OS VALORES DE REFERÊNCIAS RECOMENDADOS.

PARÂMETROS	RURAL	URBANO	ADAF/AM	ADAPAR/PR
Umidade (g/100g)	28,73 ± 0,23	31,35 ± 0,61	22 a 35	20 a 35
Açúcares redutores (g/100g)	74,39 ± 0,91	63,30 ± 1,98	Mínimo 50	Mínimo 47
Sacarose aparente (g/100g)	3,48 ± 0,28	13,23 ± 0,66	Máximo 6	Máximo 5
Sólidos insolúveis (g/100g)	0,115 ± 0,05	0,026 ± 0,002	Máximo 0,1	Máximo 0,1
Cinzas (g/100g)	0,032 ± 0,02	0,12 ± 0,03	Máximo 0,6	Máximo 0,8
Acidez (mEq/kg)	28,28 ± 1,75	66,15 ± 0,05	Máxima 80	Máxima 60
Ph	4,45 ± 0,01	3,72 ± 0,01	-	-
Índice de diástase (escala Göthe)	2,57 ± 0,45	0,81 ± 0,04	Máxima 3	Máxima 4
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	2,69 ± 0,98	3,19 ± 0,28	Máximo 40	Máximo 40
COR (mm Pfund)	Âmbar	Âmbar	-	-

FONTE: O autor (2018).

NOTA: foram utilizados como base os regulamentos técnicos de identidade e qualidade do mel de abelha nativa sem ferrão dos Estados do Amazonas e do Paraná (ADAF/AM; ADAPAR/PR, 2016).

Sousa et al. (2013) estudando méis de ANSF da região do Seridó, RN encontraram valores de umidade em torno de 17,2 a 35,4g/100g. E de acordo com os Regulamentos de Identidade e Qualidade do Estado do Amazonas e do Paraná que determina que o mel deve ter de 23g/100g a 35g/100g de umidade, pode-se confirmar que os méis em análise estão dentro do esperado, obedecendo os limites estabelecidos pela literatura consultada.

Os resultados da amostra de mel em ambiente rural para açúcares redutores e sacarose aparente obtidos estão de acordo com o padrão

estabelecido pelo Regulamento consultado, o qual estabelece que os açúcares redutores devem estar presentes num mínimo 50g/ 100g (ADAF/AM) e 47g/100g (ADAPAR/PR) e a sacarose aparente máximo 6g/100g e 5g/100g, respectivamente. Para a amostra de mel coletado em área urbana o valor encontrado para a sacarose aparente foi de 13,23g/100g estando em desacordo com as legislações consultadas. As prováveis causas que possam ter ocorrido com esta amostra é a coleta de mel pelas abelhas em fontes açucaradas artificiais, já que o meliponário estava instalado dentro de um raio de ação de voo que abrangia o Parque Municipal Yberê de Mattos onde os frequentadores realizam o consumo de líquidos industrializados ricamente adoçados, ou, um comportamento atípico em que as abelhas possam ter transportado mel a muito tempo estocados nos módulos inferiores da caixa para a melgueira. Com isso o mel analisado poderia ser composto ainda pela alimentação artificial oferecida no período crítico, porém já cessada a mais de 90 dias. As enzimas são produzidas pelas abelhas a partir da proteína existente no pólen, e na escassez deste na natureza poderá ocorrer um déficit das enzimas específicas que são responsáveis pela dissociação do dissacarídeo sacarose em glicose e frutose.

Ávila et al (2016) analisando mel desta mesma espécie de abelha, em ambiente rural de Colombo – cidade também localizada na região metropolitana de Curitiba, encontrou níveis de sacarose aparente de apenas 1,78 g/100g.

Em relação ao parâmetro de sólidos insolúveis, pode-se verificar que os méis analisados estão de acordo com o limite designado pelos Regulamentos de Identidade e Qualidade do Estado do Amazonas e do Paraná, os quais definem que o mel deve estar com no máximo 0,1 g/100g de sólidos insolúveis. De maneira semelhante para o parâmetro cinzas as amostras analisadas estão dentro do recomendado, visto que o indicado no Regulamento Técnico do utilizado é o valor máximo de 0,6 a 0,8g/100g (ADAFAM/AM, 2016; ADAPAR/PR, 2017).

Os resultados obtidos para as análises de acidez e pH foram satisfatórios, sob o ponto de vista do Regulamento de Identidade e Qualidade do Estado do Amazonas que limita a acidez em máximo 80mEq/kg. Porém esse mesmo parâmetro na Portaria da ADAPAR/PR informa que a acidez presente no mel deve ser de no máximo 60mEq/kg, o que torna a amostra da área urbana fora do padrão para nossa região, indicando um mel mais ácido. Esse índice de

acidez três vezes maior no mel produzido em área urbana em relação ao mel da área rural, pode indicar que a fermentação está ocorrendo mais rápido que o natural podendo o índice de umidade superior na cidade ser o principal fator contribuinte.

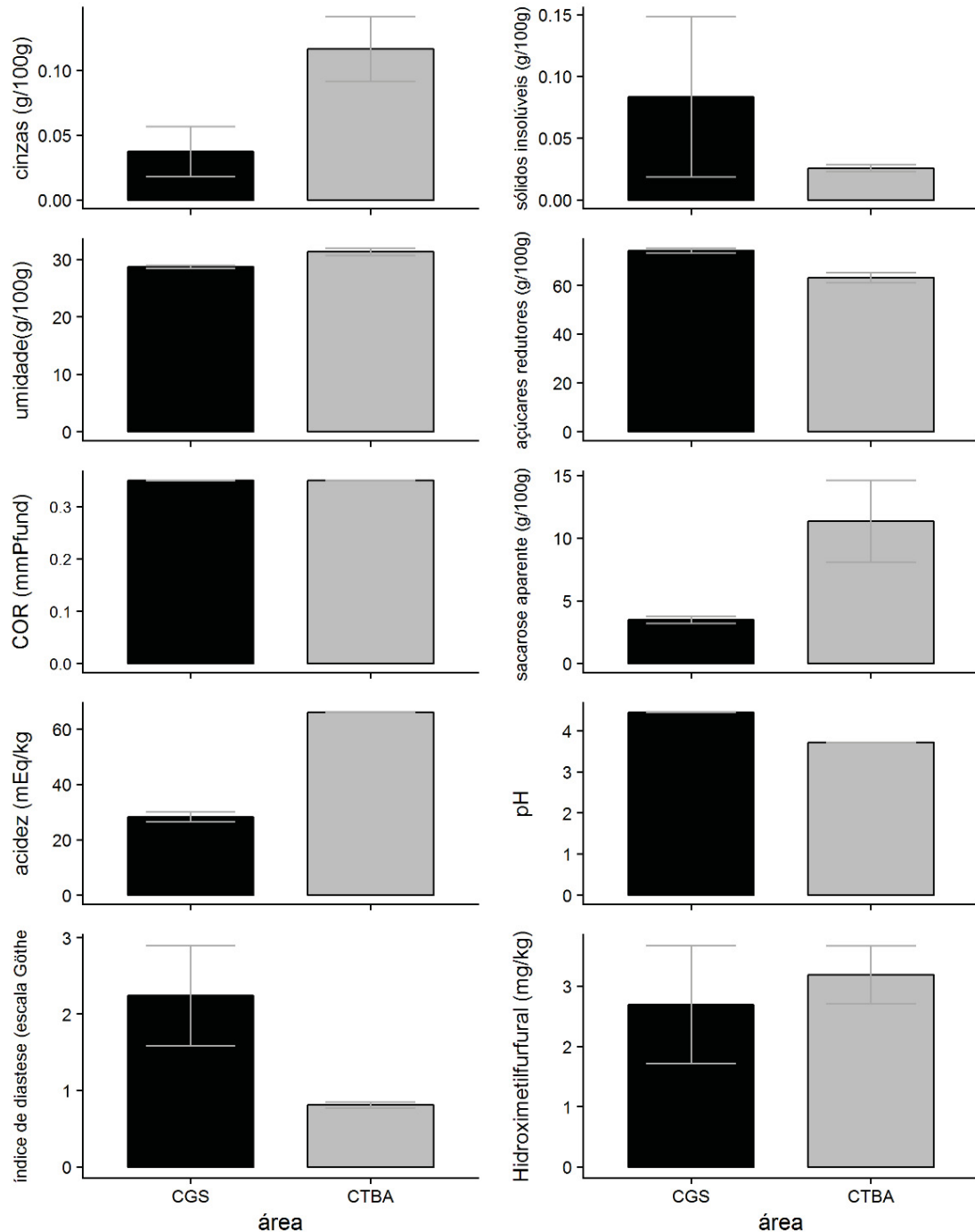
Os valores do Índice de diástase encontrados estão de acordo com os RTQM consultados, visto que neles o máximo recomendado é de 3 a 4 na escala Göthe.

Na análise realizada, a quantidade de HMF encontrada em ambas as amostras foi satisfatória pois o limite máximo é de 40 mg/kg.

As amostras analisadas têm coloração âmbar e, de acordo com Souza et al., (2009) os méis de meliponíneos tem como uma característica diferencial a coloração clara, estando então os méis analisados dentro do esperado.

Os valores médios dessas dez propriedades do mel estão representados na figura 8 que ilustra as diferenças na qualidade do mel entre as áreas rural (Campina Grande do Sul) e urbana (Curitiba). Os Parâmetros de umidade, cor, açúcares redutores, pH e HMF, não se diferenciam entre as áreas. Já na área urbana o mel é mais ácido contém mais cinzas/ minerais e apresenta maior teor de sacarose, enquanto na área rural os índices de diástase e sólidos insolúveis são maiores.

FIGURA 8 – VALORES MÉDIOS DE DEZ PROPRIEDADES QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE MEL DE COLÔNIAS DE ABELHAS *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. OBTIDAS DE ÁREA RURAL (CAMPINA GRANDE DO SUL) E URBANA (CURITIBA).



FONTE: O Autor (2018).

LEGENDA: Barras indicam o desvio padrão.

4.3.2. Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de méis estão nas Tabelas 16 (para Coliformes e Salmonella), e Tabela 17 (para quantificação de fungos/ bolores e leveduras).

Tanto ADAF/AM como ADAPAR/PR recomendam ausência de *Salmonella* nas amostras de méis de qualidade. Da mesma forma, estas agências concordam com o limite de Coliformes a 45°C, sendo que NMP/g ou ml presentes no mel não deve ultrapassar 10². A Tabela 16 confirma as boas práticas de produção pelas abelhas e manipulação humana na coleta e envase do mel, pois as amostras apresentam os índices desejáveis conforme parâmetros adotados.

TABELA 16 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MÉIS DE *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. PRODUZIDOS EM AMBIENTES URBANO E RURAL.

MICRO-ORGANISMOS	RURAL	URBANO
Coliformes a 45°C (NMP/g ou mL)	< 3	< 3
<i>Salmonella</i> spp. (25g)	Ausência	Ausência

FONTE: O Autor (2018).

A Tabela 17 contém os valores dos resultados das análises de presença de bolores e leveduras no mel, e está dentro do índice preconizado pelas agências ADAF/AM e ADAPAR/PR que apresentam limite para presença de bolores e leveduras em 10⁴ UFC/g/mel ou ml/mel.

TABELA 17 - ANÁLISES DE BOLORES E LEVEDURAS DOS MÉIS DE *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L. PRODUZIDOS EM AMBIENTES RURAL E URBANO.

Número de unidades (n)	RURAL	URBANO
	Bolores e leveduras (UFC/g ou mL)	Bolores e leveduras (UFC/g ou mL)
1	8x10 ²	5x10 ²
2	4x10 ³	5x10 ³
3	10 ³	2x10 ⁴
4	2x10 ³	2x10 ³
5	4x10 ³	2x10 ⁴

FONTE: O Autor (2018).

A presença de microrganismos no mel é um fator intrínseco da produção dele pelas ANSF (GÓIS et al., 2010), pois ocorre uma microbiota natural dentro da colônia que contribui para formação do mel. De acordo com o Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel de abelha social sem ferrão dos Estados do Amazonas e do Paraná (ADAF/AM, 2016; ADAPAR/PR, 2017),

usados como referências, a maioria dos lotes estão de acordo com os padrões estabelecidos, apresentando o mel urbano em duas de suas amostras uma quantidade de bolores e leveduras superior ao padrão especificado. Estes valores indicam uma microbiota alterada em relação aos padrões, o que pode indicar que a interferência do ambiente urbano esteja desqualificando o mel produzido, não sendo possível seu consumo de forma comercial, ou mesmo sendo um indicador para ser adotado como critério etológico, já que essas alterações dentro da colônia podem influenciar o bem-estar das abelhas.

Devido à escassez de informações sobre a composição do mel produzido por espécies de abelhas sem ferrão, especialmente em ambiente urbano, este trabalho contribui no embasamento da legislação para comercialização do mel de ANSF no Estado do Paraná.

4.4. CONCLUSÃO

Nas amostras de méis avaliadas, as abelhas Mandaçaia MQQ produziram mel no ambiente urbano mais ácido e rico em sacarose e com limites superiores de bolores e leveduras, quando comparado ao mel elaborado em ambiente rural. Esses índices que não atendem aos padrões estabelecidos desqualificam o mel para consumo humano e refletem o insucesso das abelhas nativas sem ferrão criadas em ambientes urbanos. As demais análises indicam que estes méis produzidos em diferentes ambientes atendem aos parâmetros de qualidades físicas, químicas e microbiológicas indicados para esse produto.

4.5 REFERÊNCIAS

ABD JALIL, M.A; KASMURI. A.R; HADI, H. Stingless Bee Honey, the Natural Wound Healer: A Review. *Skin Pharmacol Physiol*. V 30: 66 - 75, 2017.

ADAF/AM, Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha Social Sem Ferrão**. Portaria ADAF nº253, 31 out. 2016. Disponível em: < <https://www.escavador.com/diarios/426701/DOEAM/publicacoes-diversas/2016-11-01?page=7>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ADAPAR/PR, Agencia De Defesa Agropecuária Do Paraná. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão para o Estado do Paraná**. Portaria nº 63, 10 mar. 2017. Disponível em:<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/63_17.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; STRAMM, K.M.; HORITA, A.; BARTH, M.O.; DE FREITAS, A.D.; ESTEVINHO, L.M. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **International Journal of Food Science & Technology**, 48: 1698-1706, 2013.

ALVES, R.M.O., CARVALHO, C.A.L., SOUZA, B.A., SODRÉ, G.S., MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (*Hymenoptera: Apidae*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.644-650, 2005.

ANDREWS, W.H.; FLOWERS, R.S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J.S. Salmonella. In: Downes, F.P.; Ito, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), 2001. p.357-380.

APHA, American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4thed. Washington, DC, 2001.

ÁVILA, S. et al. **Mel de Mandaçaia - *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier): parâmetros físico-químicos e espectro polínico**. Comunicado Técnico 378. Colombo: EMBRAPA, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro/2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18-23. Disponível em: <

http://anvisa.gov/legis/resol/mercosul/alimentos/89_99.htm.> Acesso em : 01 maio. 2016.

BULLERMAN, L.B.; GOURAMA, H. Toxigenic fungi and fungal toxins. In: downes, F. P.; ITO, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), p.439-446, 2001.

CARVALHO, C.A.L de. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química** / Carlos Alfredo L. de Carvalho, Bruno de A. Souza, Geni da S. Sodré, Luís Carlos Marchini, Rogério M. de Oliveira Alves. - Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA: Carlos Alfredo L. de Carvalho, 2005. 32 p. (Série Meliponicultura 4).

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 346** (06/07/2004) Disponível em: <http://mel.cpatu.embrapa.br/criacoes/legislacao>. Acesso em: jun. 2015

GÓIS, G.C.et al. Qualidade microbiológica do mel de abelhas *Melipona scutellaris*. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 9, Ed. 114, Art. 769, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed, São Paulo: Ed. Adolfo Lutz, 2005.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. Enterobacte-riacea, Coliforms, and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators. In: Downes, F. P., Ito, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), p.69-82, 2001.

LIRA, A.F.; SOUSA, J.P.L. de M.; LORENZON, M.C.A.; VIANNA, C.A.F.J.; CASTRO, R.N. Estudo comparativo do mel de Apis mellifera com méis de meliponíneos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.169-178, 2014.

MOURE, J. S.; KERR, W. E. Sugestões para modificação da sistemática do gênero *Melipona* (*Himen.Apoidea*). **Dusenía**, v.1, p. 105-129, 1950.

ROUZIC, S.P; JAFFÉ, R.L.B; GEUSTER, C.J. L'élevage des abeilles sylvestres (*Apidés* : **Méliponinés**) en milieu urbain : une nouvelle activité de loisir ou un commerce de miel (Chapecó/Santa Catarina, Brésil). **Cah Agric**, vol. 23, n8 6, novembre-de 'cembre 2014. P 366 a 373.

SAMPAIO, R. B. et al. Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 619-622, 2013.

SOUSA, J.M.B. et al. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1765-1774, jul./ago. 2013.

SOUZA, B.A. et al. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona illiger*, 1806 (*Apidae: Meliponini*) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Quim. Nova**, v. 2, n. 32, p.303-308, 2009.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral observa-se com os resultados deste experimento que o ambiente rural ainda oferece as melhores condições para o desenvolvimento de colônias de abelhas Mandaçaia MQQ. Porém, considerando que nos últimos anos a meliponicultura vem ganhado escala em interesse, inclusive para criações urbanas como animais pet, deve-se trazer em foco não só a importância das Abelhas Nativas Sem Ferrão (ANSF), mas também o adequado manejo que lhe devem ser dispensados. Dentre os inúmeros objetivos possíveis com uma criação de meliponíneos entende-se que, embora o desempenho das colônias em ambiente urbano tenha sido inferior comparados às do ambiente rural, é possível a criação destas sem objetivo comercial de produção de mel, já que para manutenção será necessário realizar alimentação suplementar, afetando a qualidade do produto. Fato este observado na perda de uma parcela no Meliponário urbano, pois seguindo a metodologia de manejo igualitário para todas as colônias, com objetivo de evitar a elaboração de mel placebo por meio da utilização de alimento artificial, foi interrompido o fornecimento deste com prazo mínimo de 90 dias antes da colheita, fato que impediu o desenvolvimento de uma das dez colônias, causando a degeneração da mesma sem recuperação.

Novos projetos nesta linha de pesquisa podem ser desenvolvidos avaliando a temperatura interna das caixas e sua variação ao longo do tempo para entendermos de que forma as amplitudes térmicas diárias afetam o direcionamento da energia produzida dentro da colônia. Materiais diversos na elaboração dos tipos de caixa para o desenvolvimento da colônia também podem adequar-se à realidade local de oferta de madeiras e/ou outros materiais, inclusive avaliando produtos de impermeabilização já utilizados por meliponicultores, objetivando a viabilidade temporal e econômica das colmeias utilizadas. Importante destacar que em estudos paralelos, concluiu-se que a utilização de laminas de poliestireno como material isolante é um recurso para manutenção da temperatura interna na área de cria dos tipos de caixas utilizados neste experimento. Podem ainda ser realizados novos projetos no sentido de avaliar outros materiais isolantes associados ao mesmo tipo de caixa desenvolvido para ambientes de clima temperado, e ainda avaliar se o

desenvolvimento das colônias seria diferente em áreas com clima tropical, conferindo a versatilidade do tipo de caixa utilizada.

Ao difundir tecnologias como tipo de caixas adequados para favorecer o manejo incrementando a produção, ou sua utilização para serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas, pesquisas como esta tese, que relacionam áreas urbanas e coleta de seus dados meteorológicos são importantes para aquisição de conhecimento não apenas sobre os efeitos da urbanização, como também na viabilidade de produção de alimento com qualidade, e desenvolvimento de agentes polinizadores bióticos como a Mandaçaia MQQ para a manutenção e recuperação de áreas verdes. Nota-se ao longo de todo período de doutorado o crescente interesse pela cultura de meliponíneos, compreendendo que a contribuição deste trabalho não contempla apenas a espécie estudada, mas as demais 35 que compõem a biodiversidade em nosso Estado, especialmente àquelas que possuem potencial de domesticação, produção e retorno econômico, pois podem utilizar os mesmos tipos de caixas aqui testados. Observa-se que adotada a possibilidade de exercer a atividade em ambientes urbanos, tornou a meliponicultura uma criação animal abordada de maneira muito atual e singular, a qual não se restringe mais apenas ao ambiente rural, subsistindo em transferências de tecnologias e práticas zootécnicas, mas passou a representar uma construção coletiva, embora mantendo ainda as motivações individuais de cada adepto, hoje aperfeiçoada por redes sociais como Associações e a própria Internet.

Considera-se que um dos cerne da meliponicultura é a aproximação entre o homem e a natureza. Indo além dos limites práticos da experimentação, o projeto que resultou na elaboração desta tese serviu como um dos incentivos para a criação da disciplina de Meliponicultura no Departamento de Zootecnia da UFPR, voltada para o desenvolvimento diferenciado dos acadêmicos nas áreas de Ciências Agrárias. Por ser considerada uma atividade multifuncional, contribui para formação de profissionais, oferecendo-lhes um diferencial para atuação na manutenção da biodiversidade animal e vegetal no ambiente, além de agregar valor às culturas agrícolas e viabilizar a agricultura familiar. É uma cultura animal que representa de uma maneira singular as práticas de manejos sustentáveis, tão importantes e necessários no atual cenário do agronegócio

mundial, que ultrapassa os limites da natureza por ganancia e incoerências profissionais.

O desenvolvimento deste experimento serve de estímulo à novas possibilidades de contribuição ímpar com a natureza, pois quanto mais elucidarmos as necessidades de cada espécie de meliponíneos, estaremos contribuindo com a recuperação destas no ambiente e sua manutenção, com retornos econômicos reais, o que não deixa de ser uma estratégia importante para o convencimento tão necessário para alcançarmos a conscientização ambiental. Reconhece-se a colaboração de todos envolvidos para a viabilização deste doutorado, que assim atendem à insígnia de que somos cidadãos, satisfeitos em estar contribuindo com a conservação biológica de uma espécie de ANSF, sendo que várias estão potencialmente ameaçadas de extinção no Brasil. Não se deve tratar com indiferença essa especial ferramenta tecnológica para preservação ambiental, manutenção e promoção de biodiversidade que é a meliponicultura. Ao difundir-la, publicando pesquisas com informações relevantes na área, deseja-se estar incentivando que mais meliponicultores tenham interesse em realizar a criação da abelha Mandaçaia MQQ, contribuindo na manutenção do meio ambiente e conseqüentemente da vida, pois esse é o maior patrimônio que todos temos.

Independente da lógica utilizada, se com viés econômico ou conservacionista, a criação e produção de mel de Mandaçaia MQQ com qualidade é uma ferramenta possível para a conservação da espécie, ameaçada de extinção no Estado do Paraná, recuperando cada vez mais no ambiente uma espécie nativa com potencial comercial, endêmica de nossa região.

6. REFERÊNCIAS

A.O.A.C. 16th Edition, Rev. 4th, 2000.

ABD JALIL, M.A; KASMURI. A.R; HADI, H. Stingless Bee Honey, the Natural Wound Healer: A Review. *Skin Pharmacol Physiol*. V 30: 66 - 75, 2017.

ABENA, Arquivos avulsos de Meliponicultura. Informativo técnico–científico dos criadores de abelha sem ferrão. Fórum brasileiro de meliponicultura, 2013.

ADAF/AM, Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha Social Sem Ferrão**. Portaria ADAF nº253, 31 out. 2016. Disponível em: <<https://www.escavador.com/diarios/426701/DOEAM/publicacoes-diversas/2016-11-01?page=7>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ADAPAR/PR, Agencia De Defesa Agropecuária Do Paraná. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão para o Estado do Paraná**. Portaria nº 63, 10 mar. 2017. Disponível em:<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/63_17.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

AIDAR, D. S. **A Mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996, 104 p. (Série Monografia nº 4).

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; STRAMM, K.M.; HORITA, A.; BARTH, M.O.; DE FREITAS, A.D.; ESTEVINHO, L.M. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **International Journal of Food Science & Technology**, 48: 1698-1706, 2013.

ALVES, R. M. de O. et al. **Características físico-químicas de amostras de Mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae)**. 2005.

ALVES, R. M. de O. et al. Parâmetros biométricos e produtivos de colônias de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) em diferentes gerações. **Magistra**, v. 24, p.105-111, dez. 2012.

ALVES, R.M.O., CARVALHO, C.A.L., SOUZA, B.A., SODRÉ, G.S., MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.644-650, 2005.

- AMANO, K. **Attempts to introduce stingless bees for the pollination of crops under greenhouse conditions in Japan**. 2004. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library/tb/167/>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- AMORIM, M.C.C.T. **Climatologia e gestão do espaço urbano**. Mercator: Fortaleza, número especial, p. 71-90, 2010.
- ANDRADE SILVA, R.C.P de; PEIXE, B.C.S. **Estudo da Cadeia Produtiva do Mel no Contexto da Apicultura Paranaense – uma Contribuição para a Identificação de Políticas Públicas Prioritárias**. Escola de gestão: Painel de agricultura do Governo de Estado do Paraná, 2010. Disponível em: <http://www.escoladegestao.pr.gov.br/arquivos/File/anais/painel_agricultura/estudo_da_cadeia.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.
- ANDREWS, W.H.; FLOWERS, R.S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J.S. Salmonella. In: Downes, F.P.; Ito, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), 2001. p.357-380.
- APHA, American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4thed. Washington, DC, 2001.
- ÁVILA, S. et al. **Mel de Mandaçaia - *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier): parâmetros físico-químicos e espectro polínico**. Comunicado Técnico 378. Colombo: EMBRAPA, 2016.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.
- BALLIVIÁM, J. M. P. P. (Org.). **Abelhas Nativas sem Ferrão**. São Leopoldo: Oikos, 129p., 2008.
- BATES, D., M. et al. **Package 'lme4'**. R Package Version 1.1–10, 2016.
- BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 1980.
- BIANCHI, E.M. **La miel, características y composición – Análisis y Adulteraciones**. Santiago del Estero: UNSE-CEDIA, 1981;
- BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LÜLLMANN, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. **Apidologie**, p. 1-59, 1997.
- BOSCH, J.; KEMP, W. P. **How to manage the blue orchard bee, *Osmia lignaria*, as an orchard pollinator**. Sustainable Agriculture Network, Washington,DC: USDA, 2002. (Series, Book 5)
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro/2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da República

Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18-23. Disponível em: <http://anvisa.gov/legis/resol/mercosul/alimentos/89_99.htm.> Acesso em : 01 maio. 2016.

BRITO et al., Parâmetros biométricos e produtivos de colônias em gerações de *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 265-273, 2013.

BULLERMAN, L.B.; GOURAMA, H. Toxigenic fungi and fungal toxins. In: downes, F. P.; ITO, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), p.439-446, 2001.

CALASANS, H. C. M. **Avaliação molecular e morfométrica de abelhas mandacaias (*Melipona* spp.) da região da fóz do rio São Francisco**. 52 p. Dissertação (Mestrado em ecologia e conservação), Universidade Federal do Sergipe, 2012.

CAMARGO, J. M.F.; PEDRO, S.R.M. *Meliponini Lepeletier*, 1836. In: MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, p. 272-578, 2007.

CANDIOTTO, L.Z.P. **Circuito italiano de turismo rural, Colombo – PR: gênese, desenvolvimento e implicações socioespaciais**. Cascavel: EDUNIOESTE, 2010. 380 p.

CARVALHO, C.A.L de. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química** / Carlos Alfredo L. de Carvalho, Bruno de A. Souza, Geni da S. Sodré, Luís Carlos Marchini, Rogério M. de Oliveira Alves. - Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA: Carlos Alfredo L. de Carvalho, 2005. 32 p. (Série Meliponicultura 4).

CARVALHO, J.P.G de; FANTIN, R.L; DITTRICH, J.R. O papel multifuncional da equinocultura em ambientes urbanizados. **Revista Acadêmica de Ciência Equina** v. 01, n. 1, p.1-18 (2016).

COLTRI, P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto**. 166 f. Disserta o (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolu o n  346 (06/07/2004)** Disponível em: <http://mel.cpatu.embrapa.br/criacoes/legislacao>. Acesso em: jun. 2015.

CONAP, **Fundamentos das análises do mel**, 2016. Disponível em <http://www.conap.coop.br/controle-de-qualidade/>. Acesso em: 03 dez. 2016.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: **CRANE, E. O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de Curitiba. Portal de Prefeitura de Curitiba – Parques e Bosques. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/parques-e-bosques-parque-bacacheri/291>>. Acesso em: 29 set. 2018.

DE MACEDO ROCHA, E.E; FELIX, J.A. Dimensões Tecnológicas e Sociais da Zootecnia. XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTEC, 2015.

DODONOV, P., et al. Driving factors of small-scale variability in a savanna plant population after a fire. **Acta Oecologica**, 56:47-55, 2014.

DORÉ, T., MAKOWSKI, D., MALÉZIEUX, E., et al. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**. v. 34, p. 197-210, 2011.

DOWLE, M., et al. **Package ‘data.table’**, 2018.

DUCKE, A. Enumeração dos *Hymenopteros colligidos* pela Comissão e Revisão das espécies de abelhas do Brasil. **Comm. Lin. Teleg. Estr. M.Gr. ao Amaz.** 35: 3–171, 1916.

DUNN, P. K; SMYTH, G. K. Series evaluation of Tweedie exponential dispersion model densities. **Statistics and Computing**, 15:267-280, 2005.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B. M.; PORTELA, J. O. B. (Ed.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 285.

FAQUINELLO, P. et al. Correlação entre parâmetros biométricos e produtivos em colônias de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, 2013.

FDA/BAM, Food and Drug Administration US/Bacteriological Analytical Manual. Disponível

em: <<https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>>. Acesso em: 20 jan 2019.

FELDHAUS, D. et al. Avaliação da produção de mel de três espécies de abelhas nativas com uso de melgueira no município de Santa Rosa de Limas (SC). **X JUNIC – Jornada UNISUL de Iniciação Científica**, 2014.

FENGER, J. Urban air quality. **Atmospheric Environment**. v. 33, p. 4877-4900, 1999.

FERREIRA, E.A. et al. Meliponicultura como ferramenta de aprendizado em educação ambiental. **Rev. Ensino, Saúde e Ambiente**. V6 (3), pp. 162-174, dez. 2013

FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B; HILU, A. Caracterização climatológica da região metropolitana de Curitiba. **Engenharia e Construção**, Curitiba, n.28, p.17-21, jan.1999.

FISCHBORN, G.S; CONTERATO, M. A.; MACHADO, J. A. D.; NIEDERLE, P. A. **As potencialidades da pluriatividade no município de Rolante/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

FONSECA, A. A. O. et al. **Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação**. (Série Meliponicultura, n. 5). Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/SECTI-FAPESB, 2006, 70 p.

GARZA, A. G. et al. **Mass-Univariate Voxelwise Analysis of Medical Imaging Data**. R package version 1.3.5. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=voxel>. Acesso em: 06 set. 2018.

GASPARINI, T. F; RODRIGUES, T. B; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Organização social das abelhas e da espécie humana e a educação ambiental. **Arq Mudi**, v. 12, n,1, p. 15-22, 2008.

GEHRK, R. **Meliponicultura: O caso dos criadores de abelhas nativas sem ferrão no Vale do Rio Rolante (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Catalogação na Fonte Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – Funbio, 2010.

GÖBEL, P., Dierkes, C. e Coldewey, W. G. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. **Journal of Contaminant Hydrology**. v. 91, p. 26–42, 2007.

GÓIS, G.C.et al. Qualidade microbiológica do mel de abelhas *Melipona scutellaris*. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 9, Ed. 114, Art. 769, 2010.

GOMES, G.S; REDA, F.R.; BORBA,M.L. **Plantas melíferas e seus ambientes: princípios práticos para uma apicultura sustentável**. Londrina: R2W Gráfica., 2013, 47p.

GOMEZ, F.; GAJO, E.; REIG, A. Vegetation and climatic changes in a city. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 10, p. 355-360, 1998.

GRIMMOND, S. **Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming**. The Royal Geographical Society, London, p. 83-88, 2007.

GRÜTER, C. et al., Repeated evolution of soldier sub-castes suggests parasitism drives social complexity in stingless bees. **Nature Communications** v.8: 4, 2017.

HOTHORN, T. et al., **Package ‘multcomp’. Simultaneous inference in general parametric models**. Project for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Plano de conservação para abelhas sociais nativas sem ferrão**. Projeto Paraná Biodiversidade. Curitiba, 2009. 29 p.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas: classificação climática**. Disponível em:

<http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htmhttp://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso: 24 jan. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [Ambiente Urbano]. Disponível em:<http://www.IBGE.gov.br>. Acesso em: 24 out. 2018.

IHERING, R. V. **Dicionário dos animais do Brasil**. São Paulo: UnB, 1968, 790 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al., Eds. **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CONTRERA, F. A. L.; KLEINERT, A. M. P. A meliponicultura e a iniciativa brasileira dos polinizadores. **XV Congresso Brasileiro de Apicultura e 1º Congresso Brasileiro de Meliponicultura**. Natal/ RN, Brasil, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed, São Paulo: Ed. Adolfo Lutz, 2005.

IOIRISH, N. **As abelhas, farmacêuticas com asas**. Moscou: Mir, 1981.

JAFFÉ, R. et al. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLoS ONE**, v.10, n. 3, p. 121-157, 2015.

KERR W.E. Método de seleção para melhoramento genético em abelhas. **Magistra**, v.18, n.4, p.209-212, 2006.

KERR, W.E. Estudos sobre a genética de populações de himenópteros em geral e dos apíneos sociais em particular. **Ann. Esc. Sup. Agric. L. Queiroz** 8: 219-354, 1951.

KERR, W.E. et al. **Curso Básico de Meliponicultura**. Manaus: INPA, 2001, 42p.

KERR, W.E. Meliponicultura – A importância da meliponicultura para o país. **Biociência**, n.3, p. 42-44, 1997.

KERR, W.E., CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V.A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte, MG: Acangaú/ Fundação Banco do Brasil, 1996, 144 p.

KEVAN, P.G. **Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity**. Department of Environment Biology, Ontário: University of Guelph, Canada. 1999.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B.**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KOMATSU, S.S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (*Hymenoptera: Apidae*) de diferentes municípios do Estado de São Paulo**. 90f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Piracicaba, 1996.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. Enterobacteriaceae, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: Downes, F. P., Ito, K. (Ed.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, D. C. American Public Health Association (APHA), p.69-82, 2001.

KREMEN, C. **Crop pollination services from wild bees**. In: JAMES, R. R.; PITTS-SINGER, T. (Ed.). Bee pollination in agricultural ecosystems. Oxford, UK: Oxford University Press, 2008. p. 10-26. 232 p.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; CHRISTENSEN, R.H.B. **Package ‘ImerTest’**. R package version 2. 2015.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C.; MARTINI, A. Estudos microclimáticos no ambiente urbano - Validação de mini-abrigos para proteção de sensores meteorológicos. In: Congresso Brasileiro De Arborização Urbana, XIV, 2010, Bento Gonçalves - RS. **Anais...** Bento Gonçalves: SBAU, p. 1-13, 2010.

LEÃO, K.L. et al. Colony Development and Management of the Stingless Bee *Scaptotrigona aff. postica* (*Apidae: Meliponini*) Using Different Hive Models. **Sociobiology**, 63(4): 1038-1045, 2016.

LEIVAS, F; TREVISAN, W; FISCHER, M.L. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. Florianópolis: **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 65-73, jan. 2008. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21757925.2008v21n1p65/18973>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

LIMA, C. A. Considerações sobre ocupações irregulares e parcelamento urbano em áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba-PR. **UFPR: Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 3, p. 97-114, jan./jun. 2001.

LIMA, O.G de. **Indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em plantios florestais e floresta ombrófila mista na Embrapa Florestas, Colombo – PR**. 67p. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. 2011.

LIRA, A.F.; SOUSA, J.P.L. de M.; LORENZON, M.C.A.; VIANNA, C.A.F.J.; CASTRO, R.N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.169-178, 2014.

LOBATO, T; VENTURIERI, G.E. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (*Apidae: Meliponini*) no nordeste paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. 364 p., 2010.

LOLI, D, **Termorregulação colonial e energetic individual em abelhas sem ferrão (*Hymenopra, Apidae, Meliponini*)**. 229 p. Tese de doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP., 2008.

LONDOÑO, J.M.R, **Criação de meliponíneos no Brasil**. 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/Katia/Area%20de%20trabalho/TESE/CAP%201%20-%20REVISÃO%20DE%20LITERATURA/livros%20asf/criacao_meliponineos%20ppt.ppt>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel Brasileiro: composição e normas**; Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004.

MARCUZZO, J.L; RAMOS, M.P. A definição de rural e urbano e o desenvolvimento regional: uma avaliação de diferentes metodologias de classificação. **II Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Mestrado e Doutorado Santa Cruz do Sul, RS – Brasil** - 28 setembro a 01 de outubro, 2004.

MEIRELES FILHO, J. **A revolução das abelhas sem ferrão**. Revista Página 22, 2017. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/2017/10/24/revolucao-das-abelhas-sem-ferrao/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

MENDONÇA, F. **Clima e criminalidade**. Curitiba: Editora de UFPR, 2001.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore and London: The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 2007.

MIN, Y.; Agresti, A. Modeling nonnegative data with clumping at zero: a survey. **Journal of the Iranian Statistical Society**. 1:7-33., 2002.

MORAN, D. **The economic valuation of rural landscapes**. 2005

MOREIRA, R.F.A.; DE MARIA, C.A.B.;. Glicídios no mel. **Quím. Nova**. São Paulo , v. 24, n. 4, p. 516-525, Ago. 2001 .

MORITZ, R.F.A.; SOUTHWICK, E.E. **Bees as superorganisms**. New York: Springer-Verlag, 1992, 395 p.

MOURE J.S. Notas sobre as espécies de *Melipona* descritas por Lepetelier em 1836 (*Hymenoptera, Apidae*). **Rev. Bras. Biol.** 3: 15–17. 1975.

MOURE, J. S.; KERR, W. E. Sugestões para modificação da sistemática do gênero *Melipona* (*Himen.Apoidea*). **Dusenía**, v.1, p. 105-129, 1950.

MOURE, J.S; URBAN, D; MELO, G.A.R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, 1058 p.

NASCIMENTO, F. S. et al. Abelhas sem ferrão: Biologia, manejo e perspectivas de conservação. In: XIMENES, L. J. F; COSTA, L. S. de A.; NASCIMENTO, J. L. S. do. **Manejo Racional de Abelhas Africanizadas e de Meliponíneos no Nordeste do Brasil**. 6. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, Cap. 11, 2011, p. 250.

NATES-PARRA, G. Abejas silvestres y polinización. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**. Costa Rica, v. 75, 7-20 p., 2005.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. [Urban Area]. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-area/>. Acesso em: 13 nov. 2018.

NEVES, E. L; CASTRO, M. S. Mandaçaia: uma abelha-chave para a conservação da caatinga. **Revista Virtual**, Candombá, v. 2, n. 1, 2006. Disponível em <http://www.fja.edu.br/candomba/2006-v2n1/pdfs/Abelha_Boletim_Informativo.pdf> Acesso em: 04 abr. 2017.

NOGUEIRA-NETO, P. et al. **Biologia e manejo das abelhas sem ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 1986. 54p.

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

OLIVEIRA, F. F. et al. **Guia ilustrado das abelhas “sem-ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Tefé: IDSM, 2013, 267 p.

OSTROVSKI T., K.R. et al., Heat retention capacity in different models of rational hives for stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Foz do Iguaçu: **54. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia** 25 a 28 de Julho de 2017.

OSTROVSKI-T., K.R.; DITTRICH, J.R; SCHNELL E SCHÜHLI, G. **Modelos de colmeias racionais para a criação de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata* L.)**. Comunicado Técnico 383. Colombo: EMBRAPA Florestas, ISSN 1980-3982, set/ 2016.

PEREIRA, C.D., et. al. Curso de meliponicultura, uma reflexão sobre a experiência concreta no ensino e uso sustentável da diversidade de abelhas na Amazônia. **Arq Mudi.**; 12(2.3):43-49 p., 2008.

PETZ, M., Stabentheiner A., Crailsheim C. Respiration of individual honeybee larvae in relation to age and ambient temperature, **J. Comp.Physiol. B** 174, 511–518 p., 2002.

PINTO, N.M.A., et al., A rede de apoio social e o papel da mulher na geração de ocupação e renda no meio rural. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto , v. 21, n. 2, p. 297-315, dez. 2013. Disponível em:
<http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 19 jan. 2019.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

R_DEVELOPMENT_CORE_TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2018.

RIBEIRO, M. de F.; LIMA, C. B. da S.; BRAGA, J. R. Avaliação do peso de ninhos de mandaçaia (*Melipona mandacaia*) usando dois modelos de colmeias em área de caatinga, em Petrolina (PE). **VIII Congresso Nordestino de Produção Animal**. Fortaleza (CE), 2013.

ROBERTO, G.B. et al. **As abelhas polinizadoras nas propriedades rurais**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015, 32 p.

RODRIGUEZ, G.O; FERRER, B.S; FERRER, A; RODRIGUEZ, B.
Characterization of honey produced in Venezuela. Food Chemistry, 2014.

ROLDÃO, Y.S. **Termorregulação colonial e a influência da temperatura no desenvolvimento da cria em abelhas sem ferrão, *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

ROSSI, F.A; KRÜGER, E; BRÖDE, P. Definição de faixas de estresse térmico para espaços abertos em Curitiba, Paraná. Búzios: **VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído** (ELACAC), 2011.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology Series. 1989. 514p.

ROUZIC, S.P; JAFFÉ, R.L.B; GEUSTER, C.J. L'élevage des abeilles sylvestres (*Apidés : Méliponinés*) en milieu urbain : une nouvelle activité de loisir ou un commerce de miel (Chapecó/Santa Catarina, Brésil). **Cah Agric**, vol. 23, n8 6, novembre-de cembre 2014. P 366 a 373.

SAMPAIO, R. B. et al. Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). **Archivos de zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 619-622, 2013.

SAMPAIO, R. B. et al. Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 619-622, 2013.

SANTOS, K. S.; MALASPINA, O.; PALMA, M. S. Cinética da diástase em meais de diferentes origens florais um novo protocolo experimental. São Paulo: **Mensagem Doce**, n. 70, p. 2-8, mar. 2003.

SANTOS, R.M.S. **Contribuição à elaboração de um guia das abelhas nativas do Brasil**. Pombal, 2016. 220f. il. color. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

SCHIERE, H. et al. Livestock keeping in urbanised areas, does history repeat itself? em **Cities Farming for the Future - Urban Agriculture for Green and Productive Cities**. RUAF Foundation, IDRC and IIRR, 2006.

SCHIMIDT, M.A.; GARCIA, T.M.F.B. **Recriando histórias de Campina Grande do Sul**. 1. ed. Keops Indústria Gráfica S/A, Campina Grande do Sul, Brasil, 2003, 192 p.

SCHLABITZ, C; SILVA, S.A.F; SOUZA, C.F.V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.80-90, 2010.

SCHWARZ, H. The genus *Melipona* IV. The type genus of the Meliponidae or stingless bees. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 63, 231–460 P., 1932.

SCHWARZ, H.F., Stingless bees (meliponidae) of the western hemisphere. New York: **Bulletin of the American Museum of Natural History**. Vol. 90, 568p., 1948.

SEAB/PR, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. Brasil é o 8º maior produtor mundial de mel e 8º maior exportador. **Boletim de Apicultura em foco nº1**. DERAL - Departamento de Economia Rural, 2017.

SHETLAND ISLANDS COUNCIL. Basic principles of landscape and visual impact assessment for sponsors of development. 2006.

SILVA, F.C. da; MARCONI, L.P. Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo-PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 20, p.23-38, jun. 1991.

SILVA, R.A.; RODRIGUES, L.M.F.M.; LIMA, A.; CAMARGO, R.C.R. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, estado do Piauí, Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo. V.20, n.144, p. 90-94, 2006.

SILVA, W. R. T.; ARAÚJO, E. D.; SCHER, R. Caracterização do cariótipo de uma população de abelhas *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Meliponini), no município de Brejo Grande/Se. **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, 2012.

SILVEIRA, F.A; MELO, G.A.R; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e Identificação**. Fundação Araucária, Minas Gerais, Belo Horizonte. Zoologia, Juiz de Fora, Minas Gerias. 2002, 76 p.

SIMEPAR, Sistema Meteorológico do Paraná. Centro Politécnico da UFPR – Curitiba/PR 81531-980. Disponível em:<www.simepar.br>. Acesso em: 29 set. 2018.

SLAA, E. J., et al. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SOLECKIA, W.C.; et al. Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. **Environmental Hazards**, Oxford, v. 6, p. 39-49, 2005.

SOUSA, J.M.B. et al. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1765-1774, jul./ago. 2013.

SOUZA, B.A. et al. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona illiger*, 1806 (*Apidae: Meliponini*) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Quim. Nova**, v. 2, n. 32, p.303-308, 2009.

- SOUZA, D. C. et al. Correlation between honey production and some morphological traits in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). **Ciência Rural**, v.32, n.5, p.869-872, 2002.
- SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M.; DIAS, C. S.; CLARTON, L. **Mundurí (Melipona asilvai): a abelha sestrosa**. Cruz das Almas-BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bruno de A. Souza, 2009.
- VAN RIJ, J., et al. **“itsadug: Interpreting Time Series and Autocorrelated Data Using GAMMs.”** R package version 2.3, 2017.
- VARGAS, T. **Caracterização da qualidade do mel produzido nos Campos Gerais**. 150f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006.
- VASHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. **Fragilidade ambiental nos picos camacua, camapuã e tucum, Campina Grande do Sul, PR**. Floresta, [S.l.], ago. 2007. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/8650/6007>>. Acesso em: 24 jan. 2019.
- VEIGA, José Eli da. **Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.
- VELTHUIS, H. H. W.; SOMMEIJER, M. J. **Roles of morphogenetic hormones in caste polymorphism in stingless bees**. In: Gupta AP (ed). Morphogenetic of arthropods. New Jersey: Rutgers Univ. Press, p.346-83, 1991.
- VELTHUIS, H.W., **Biologia das abelhas sem ferrão**. 100^a Apimondia – Antverpia. São Paulo: USP, 1997, 34 p.
- VENTURIERI, G. **Meliponicultura: Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Embrapa Amazônia Oriental, 2003b.
- VENTURIERI, G.; RAIOL, V. J. F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina) entre os agricultores familiares de Bragança – PA, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2003a.
- VENTURINI, K.S; SARCINELLI, M.F; SILVA, L.C. **Características do Mel**. Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107, 2007.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: abelhas sem ferrão**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012, 96 p. (Série Manual Tecnológico).

- VOLLET NETO, A.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.
Aquecimento de colméias de abelhas sem ferrão: vale a pena? *APACAME: Rev. Mensagem Doce*. 103: 1-4, 2010.
- WHITE, J.W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee World*, v,75, n.3, p.104- 117, 1994.
- WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. *J Stat Softw* 35:65-88, 2010.
- WICKHAM, H. **gtable: Arrange grobs in tables**. R package. Available at CRAN. R-project. org/package= gtable. Version 0.1 2, 2012.
- WICKHAM, H; FRANCOIS, R. **dplyr: A Grammar of Data ManipulationR package version 0.5**. 0 [https://CRAN.R-project.org/package= dplyr](https://CRAN.R-project.org/package=dplyr), 2016.
- WILKE, C.O. **Cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'ggplot2'**. R package version 0.7. 0, 2016.
- WILSON, E. O. **Insect Societies**. Harvard University Press, 1971, 562 p.
- WINFREE, R.; WILLIAMS, N.M.; DUSHOFF, J.; KREMEN, J. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters*, v. 10, p. 1105-1113, 2007.
- WITTER, S; BLOCHTEIN, B; SANTOS, C. dos. **Abelhas sem ferrão do Rio Grande do Sul: manejo e conservação**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005, 36 p.
- WOOD, S. **Generalized Additive Models: An Introduction with R**. CRC Press. 2006.
- WOOD, S.; SCHEIPL, F. **gam4: Generalized additive mixed models using mgcv and lme4**. R package version 0.2-3., 2014.
- XAVIER, R.D.O; LEITE, M. B; SILVA-MATOS, D. M. da. Stress responses of native and exotic grasses in a Neotropical savanna predict impacts of global change on invasion spread. *Austral Ecology*, 42:562-576., 2017.
- YUAN, F; BAUER, M. E. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. v. 106 p. 375–386, 2007.
- ZUUR, A; IENO, E.N., WALKER, N; SAVELIEV, A.A; SMITH, G.M. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Springer, Berlin, 2009.

7. ANEXOS

ANEXO 1



Lista das espécies de Abelhas Sociais Nativas (Meliponíneos), com ocorrência natural no Estado do Paraná, segundo os documentos: *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region* (MOURE, URBAN & MELO, 2007) e *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure* (MELO & SANTOS, 2003); e as recomendações de manejo.

UNIDADES	ESPÉCIES	NOME POPULAR	RECOMENDAÇÕES
1	<i>Cephalotrigona capitata</i>	Mombucão, papa-terra	(1), (2).
2	<i>Friesella schrottkyi</i>	Mirim-preguiça	(3).
3	<i>Geotrigona subterranea</i>	Iruçu, Uruçu	(2).
4	<i>Lestrimelitta ehrhardti</i>	Iratim, Irati	(1), (4).
5	<i>Lestrimelitta rufipes</i>	Limão, Iraxim	(4).
6	<i>Lestrimelitta sulina</i>	Abelha-limão, irati	(4).
7	<i>Leurotrigona muelleri</i>	Lambe-olhos, Mirim	(3).
8	<i>Melipona (Eomelipona) bicolor schencki</i>	Guaraipo, guarupú, pé-de-pau	(1), (2).
9	<i>Melipona (Eomelipona) marginata marginata*</i>	Mandurim, mandurí	(2).
10	<i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i>	Mandury-de-palo, Monduri	(2).
11	<i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i>	Mandassaia-de-chão	(1), (2).
12	<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata quadrifasciata</i>	Mandaçala	(2).
13	<i>Melipona (Michmelia) mondury</i>	Tujuba, Monduri	(1), (2).
14	<i>Mourella caerulea</i>	Mirim-do-chão	(1).
15	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Iraí	(2).
16	<i>Oxytrigona tataira</i>	Caga-fogo	(1), (4).
17	<i>Paratrigona lineata</i>	Jatahy-da-terra	(3).
18	<i>Paratrigona subnuda</i>	Jatahy-da-terra, Mirins-da-terra	(3).
19	<i>Partamona helleri</i>	Iraxim, Boca-de-sapo	(3).
20	<i>Plebeia droryana</i>	Mirim-guazú	(3).
21	<i>Plebeia emerina</i>	Emerina, Mirim	(3).
22	<i>Plebeia julianni</i>	Mirim-preguiça-preta	(3).
23	<i>Plebeia nigriceps</i>	Mirim	(3).
24	<i>Plebeia remota</i>	Abelha-preguiçosa	(3).
25	<i>Plebeia saiqui</i>	Mirim-saiqui	(3).
26	<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	Tubuna	(2).
27	<i>Scaptotrigona depilis</i>	Mandaguari	(2).
28	<i>Scaptotrigona xanthotrica</i>	Tujumirim, mandaguari-amarela	(1).
29	<i>Scaura latitarsis</i>	Jataf-preta, Pegoncito	(1).
30	<i>Schwarziana quadripunctata</i>	Mombuca-mirim, Guiruçu	(1).



31	<i>Tetragona clavipes</i>	Borá	(2).
32	<i>Tetragonisca angustula</i>	Jataí	(2).
33	<i>Tetragonisca fiebrigi</i>	Jataí-do-sul	(2).
34	<i>Trigona braueri</i>	Abelha-cachorro	(3).
35	<i>Trigona spinipes</i>	Arapuá	(3).

LEGENDAS:

(1) **PRESERVAÇÃO:** Espécies ameaçadas de extinção no Estado do Paraná, segundo o livro **“Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná/ Sandra Bos Mikich, Renato Silveira Bérnils (ed. técnicos). - Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004”**.

(2) **COMERCIAL:** Produção de mel e outros produtos, divisão de colmeias, venda de colméias *etc.*

(3) **MODERAÇÃO:** recomendável para polinização, hobby, educação ambiental e estudo científico.

(4) **RESTRIÇÃO:** não recomendáveis nos meliponários espécies de difícil manejo, preservação *“in situ”*.

ANEXO 2

FOTO 1 – OPERÁRIAS DA ESPÉCIE DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ



FONTE: O autor (2016).

NOTA: operárias de abelha Mandaçaia MQQ (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) reunidas em alimentador coletivo.

FOTO 2 - OPERÁRIA VIGIA DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ POSICIONADA NA ENTRADA RAIADA DO NINHO, CARACTERÍSTICA DA COLÔNIA DESTA ESPÉCIE, CONSTRUÍDA COM MISTURA DE BARRO E GEOPRÓPOLIS.



FONTE: O autor (2015).

FOTO 3 - VISTA EXTERNA FRONTAL DAS CAIXAS RACIONAIS COMPLETAS (TRÊS MÓDULOS) PARA MELIPONÍNEOS, MODELOS SEXTAVADA E OSTROVSKI-TOMPOROSKI



FONTE: O autor (2016).

FOTO 4 - VISTA SUPERIOR DE TODOS OS MÓDULOS DAS CAIXAS RACIONAIS PARA MELIPONÍNEOS, MODELOS SEXTAVADA E OSTROVSKI-TOMPORSKI.



FONTE: O autor (2017).

FOTO 5 - ESTRUTURA DE LAZER REAPROVEITADA PARA INSTALAÇÃO DO MELIPONÁRIO NA SEDE DA EMBRAPA FLORESTAS NA CIDADE DE COLOMBO (PR).



FONTE: O autor (2016).

FOTO 6 - INSTALAÇÃO RURAL ADAPTADA PARA MELIPONÁRIO EM PROPRIEDADE PARTICULAR NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE DO SUL (PR).



FONTE: O autor (2016).

FOTO 7 - MELIPONÁRIO INSTALADO NO CONDOMÍNIO PARTICULAR SAN MARTINO EM ÁREA URBANA DA CIDADE DE CURITIBA (PR).



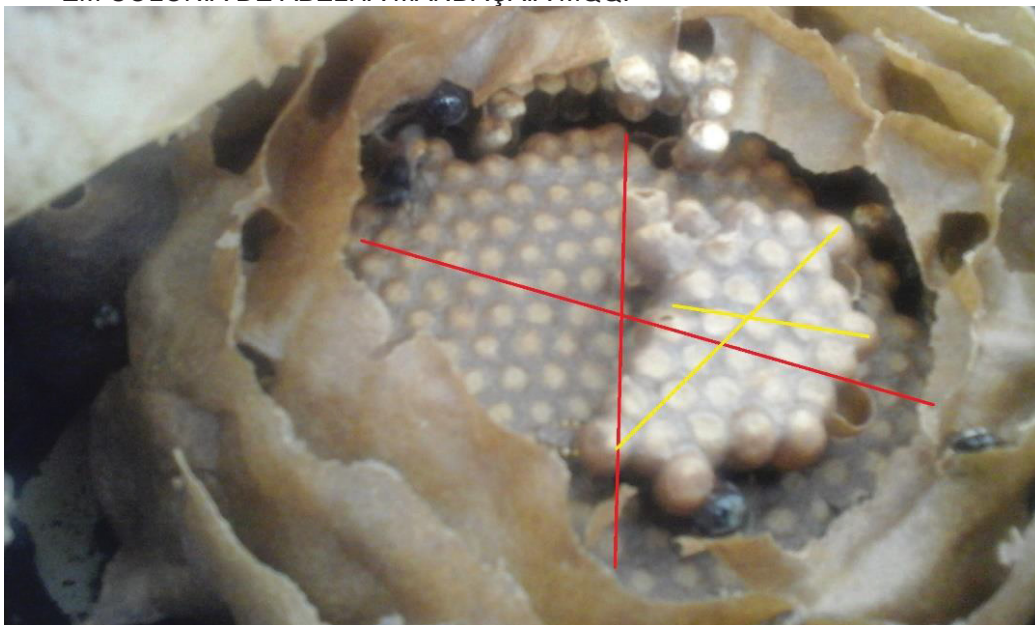
FONTE: O autor (2016).

FOTO 8 - ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR COM DIETA PROTEICA (BOMBONS DE GELEIA REAL) E ENERGÉTICA (XAROPE DE AÇÚCAR INVERTIDO).



FONTE: O autor (2016).

FOTO 9 - AVALIAÇÃO DO COMPRIMENTO, LARGURA E NÚMERO DE DISCOS DE CRIA EM COLÔNIA DE ABELHA MANDAÇAIA MQQ.



FONTE: O autor (2017).

FOTO 10 - APARELHO ELÉTRICO COM BOMBA A VÁCUO ASPIRADORA PARA COLETA DE MEL.



FONTE: O autor (2016).