



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM STRICTO SENSU
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

CARINA DA SILVA RODRIGUES

**USO DE RECURSOS POLÍNICOS, PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS EM MÉIS DE ABELHAS MELIPONINAE (APIDAE,
HYMENOPTERA)**

**ERECHIM - RS
2016**

CARINA DA SILVA RODRIGUES

**USO DE RECURSOS POLÍNICOS, PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS EM MÉIS DE ABELHAS MELIPONINAE (APIDAE,
HYMENOPTERA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em *Stricto Sensu* Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação dos Prof. Dr. Geraldo Ceni Coelho e Prof. Dr. Altemir José Mossi.

ERECHIM - RS
2016

Dedico este trabalho ao meu Pai Euclides (*in memoriam*), que me educou servindo como exemplo para tornar-me a pessoa que sou. À minha Mãe Terezinha, que segue ao meu lado, me auxiliando e apoiando minhas decisões. Ao meu amor Anderson, que me incentiva sempre. Aos amigos que de uma forma ou outra viveram comigo esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar meu caminho e estar sempre comigo.

Aos meus pais. Meu Pai Euclides, que já não está mais presente fisicamente. Quero agradecer por tudo que fez por mim, pelo belíssimo papel que desempenhou em minha vida. À minha Mãe Terezinha, pela sua imensa contribuição em minha vida. Por estar sempre comigo me ajudando em tudo que pode, meu muito obrigada!

Ao meu namorado Anderson Pereira, pela ajuda nas coletas, incentivo e força dada em todos os momentos. Obrigada pelo amor, pelo companheirismo.

À minha amiga Debora Cristina Ferasso, pela amizade, estudo e realização das análises em conjunto. Meu agradecimento mais que especial.

Ao Professor Dr. Geraldo Ceni Coelho, meu orientador, pela oportunidade em aprender e desenvolver essa pesquisa. Por sempre estar presente no desenvolvimento do trabalho, pela excelente orientação.

Ao Professor Dr. Altemir José Mossi, também meu orientador. Agradeço o auxílio no desenvolvimento das análises, incentivo e apresentação de uma vasta gama de conhecimentos.

À Professora Helen Treichel pela disponibilidade, sugestões e ensinamentos passados.

Às colegas e profissionais dos laboratórios da UFFS, Ângela Camila Deffaci e Flávia Bernardo Chagas. Pelo auxílio na utilização dos laboratórios e equipamentos.

Aos colegas meliponicultores, Evando Cantelle e Andrei Baldissera. Pela receptividade, dedicação e ao enorme conhecimento transmitido. Suas contribuições e participação são fundamentais para o desenvolvimento da meliponicultura.

A todos os amigos que caminharam junto comigo, me auxiliando, inclusive os que fiz em outras cidades, como em Viçosa - MG e Rio de Janeiro - RJ. Obrigada pela amizade, alegrias, orientações, conselhos, enfim, por todos os momentos vividos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

“ Sei que meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ele o oceano seria menor. ”

Madre Tereza de Calcutá

RESUMO

O Brasil apresenta uma ampla variedade de abelhas Meliponinae, conhecidas como abelhas sem ferrão. Para as abelhas sem ferrão a área de Mata Atlântica é de fundamental importância, pois, na natureza elas ocupam o tronco das árvores para construir os seus ninhos. Os hábitos de vida das abelhas sem ferrão variam de acordo com as espécies, assim as preferências sobre a qualidade do habitat são diferentes. Com os desmatamentos e extrativismo da madeira as populações de abelhas Meliponinae tendem a diminuir, pois dependem do cultivo das florestas para a construção dos seus ninhos. Diminuindo as populações de abelhas sem ferrão, diminui conseqüentemente, o número de espécies vegetais no entorno destes ecossistemas, devido à polinização feita pelas abelhas. Sem a polinização, o número de sementes produzidas pelas espécies vegetais torna-se reduzido, podendo afetar a produtividade agrícola. Por isso, estudos envolvendo abelhas são de fundamental importância para a preservação dos recursos naturais. Além disso, a produção de mel é vista como fonte de renda, bem como os seus subprodutos. A Meliponicultura, que é a criação de abelhas sem ferrão em caixas, contribui para um desenvolvimento sustentável, pois, origina produtos como o mel e tem seu papel ecológico na polinização de espécies vegetais, garantindo a manutenção dos ecossistemas, a geração de alimentos para a população, a preservação dos recursos naturais e da agricultura familiar. A qualidade do mel das abelhas sem ferrão está sendo reconhecida, na medida em que as informações vão chegando ao público. Sua qualidade está relacionada com o modo de cultivo das abelhas, os cuidados na hora da coleta e do armazenamento. A fim de conhecer mais sobre este produto, é possível realizar análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas em amostras de mel. Deste modo, os objetivos da pesquisa consistem em analisar as preferências florais de três espécies de Meliponinae localizadas em duas áreas de coleta no Sul do Brasil. Análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em amostras de mel provenientes de quatro espécies de abelhas Meliponinae, a fim de contribuir para o conhecimento e divulgação do mel produzido por estas espécies. O estudo é composto por três capítulos, o primeiro destaca a preferência polínica de três espécies de abelhas sem ferrão, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*, *Scaptotrigona depilis* e *Tetragonisca angustula* em dois municípios localizados no Sul do Brasil. O segundo capítulo aborda as análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas realizadas em amostras de mel de quatro espécies de abelhas Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis*, *S. postica* e *T. angustula* provenientes de três municípios da região Sul do Brasil. O terceiro capítulo traz resultados sobre a presença de resíduos de pesticidas no mel de três espécies de abelhas Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis* e *T. angustula*, provenientes de um meliponário localizado em área rural de um município do norte do Estado do Rio Grande do Sul no Brasil. Todas as análises abordadas na pesquisa evidenciam a compreensão sobre a importância ecológica das abelhas Meliponinae na polinização de ecossistemas presentes nas regiões de estudo, auxiliando na preservação destas importantes espécies de abelhas nativas.

Palavras-chave: Meliponinae. Pólen. Mel.

ABSTRACT

Brazil has a wide variety of Meliponinae bees, known as stingless bees. For stingless the Atlantic area is of fundamental importance, because in nature they take up the trunks of trees to build their nests. Life habits of stingless bees vary according to the species and preferences on habitat quality are different. With deforestation and logging populations Meliponinae bees tend to decrease as they depend on the cultivation of forests to build their nests. Decreasing populations of stingless bees, decreases accordingly, the number of plant species in the vicinity of these ecosystems due to pollination by bees. Without pollination, the number of seeds produced by plant species becomes reduced, which may affect crop productivity. Therefore, studies involving bees are of fundamental importance for the preservation of natural resources. Besides, honey production is seen as a source of income, as well as byproducts. The Meliponiculture, which is the creation of stingless bees in boxes, contributes to sustainable development therefore gives products such as honey and has its ecological role in the pollination of plant species, ensuring the maintenance of ecosystems to generate food for population, the preservation of natural resources and family farming. The quality of the honey bee sting without being recognized as the information they arrive to the public. Its quality is related to the mode of cultivation of bees, care at the time of collection and storage. In order to know more about this product, you can carry pollen, physicochemical and microbiological analysis of honey samples. Thus, the research objectives are to analyze the floral preferences of three species of Meliponinae located in two collection areas in southern Brazil. Analyzes pollen, physico-chemical and microbiological analyzes were performed in honey samples from four species of bees Meliponinae in order to contribute to the knowledge and dissemination of the honey produced by these species. The study consists of three chapters, the first highlights the pollen preferably three species of stingless bees, *Melipona quadrifasciata*, *quadrifasciata depilis*, *Scaptotrigona* and *Tetragonisca angustula* in two municipalities in southern Brazil. The second chapter deals with pollen, physicochemical and microbiological analyzes honey samples from four species of bees Meliponinae, *M. q. quadrifasciata depilis* S., S. and T. *Postica angustula* from three municipalities in southern Brazil. The third chapter brings results on the presence of pesticide residues in honey of three species of bees Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis* and *angustula* T., from a meliponary located in a rural area north of the city of Rio Grande do Sul in Brazil. All analyzes addressed in the survey show the understanding of the ecological importance of Meliponinae bees in pollinating ecosystems present in the study areas, assisting in the preservation of these important species of native bees.

Keywords: Meliponinae. Pollen. Honey.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização geográfica dos municípios em que foram realizadas as coletas.....	20
Figura 1.2 – Número de espécies vegetais pertencentes às famílias botânicas identificadas nas análises polínicas.....	23
Figura 1.3 - Riqueza de espécies vegetais coletadas pelas operárias de Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS, estudadas mensalmente. Nos meses de junho a agosto de 2015 não houve coletas, bem como no mês de abril para a espécie <i>M. q. quadrifasciata</i>	24
Figura 1.4 – Riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas polínicas das Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS, estudadas mensalmente. Nos meses de junho e agosto e no mês de outubro de 2015 não houve coletas. Para a espécie <i>M. q. quadrifasciata</i> além dos meses citados, não houve coletas nos meses de maio e setembro. Para a espécie <i>T. angustula</i> não houve coleta no mês de maio.....	25
Figura 1.5 – Riqueza de espécies vegetais coletadas pelas operárias de Meliponinae de Guatambú – SC, estudadas mensalmente. No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto, não houve coletas.....	32
Figura 1.6 – Riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas polínicas das Meliponinae de Guatambú – SC, estudadas mensalmente. Nos meses de maio a agosto, não houve coletas. Para as espécies <i>M. q. quadrifasciata</i> e <i>T. angustula</i> , além dos meses citados acima não houve coletas no mês de abril	33
Figura 1.7 – Distâncias percorridas mensalmente pelas Meliponinae do município de Barão de Cotegipe – RS, para coleta de pólen.....	41
Figura 1.8 – Distâncias percorridas mensalmente pelas Meliponinae do município de Guatambú – SC para coleta de pólen.....	41
Figura 2.1 – Localização geográfica dos municípios em que foram realizadas as coletas de mel.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabelas 1.1 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>M. q. quadrifasciata</i> de Barão de Cotegipe – RS, proporção polínica mensal, H' e J'.....	25
Tabelas 1.2 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>M. q. quadrifasciata</i> de Barão de Cotegipe – RS, porcentagem mensal, H' e J'...	26
Tabelas 1.3 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>S. depilis</i> de Barão de Cotegipe – RS, porcentagem mensal, H' e J'.....	27
Tabelas 1.4 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>S. depilis</i> de Barão de Cotegipe - RS, porcentagem polínica mensal, H' e J'.....	28
Tabelas 1.5 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>T. angustula</i> de Barão de Cotegipe – RS, porcentagem polínica mensal, H' e J'.	29
Tabelas 1.6 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>T. angustula</i> de Barão de Cotegipe – RS, porcentagem mensal, H' e J'.....	30
Tabelas 1.7 – Espécies vetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>M. q. quadrifasciata</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica mensal, H' e J'.....	33
Tabelas 1.8 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>M. q. quadrifasciata</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica mensal, H' e J'...	34
Tabelas 1.9 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>S. depilis</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica mensal, H' e J'.....	35
Tabelas 1.10 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>S. depilis</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica mensal, H' e J'.....	36
Tabelas 1.11 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de <i>T. angustula</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica, H' e J'.....	38
Tabelas 1.12 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de <i>T. angustula</i> de Guatambú – SC, porcentagem polínica, H' e J'.....	39
Tabelas 1.13 – Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para número de espécies polínicas observadas nas reservas de pólen das colmeias de Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS e Guatambú – SC.....	42

Tabelas 1.14 – Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para Índice de Shannon de espécies polínicas observadas nas reservas de pólen das colmeias de Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS e Guatambú – SC.....	43
Tabelas 1.15 – Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para os valores de distâncias mínimas médias de dados polínicos das reservas de Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS e Guatambú – SC.....	43
Tabelas 1.16 – Distâncias mínima média correspondente às reservas polínicas considerando seis meses (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para cada local.....	44
Tabelas 2.1 – Locais e períodos de coleta das amostras de mel para as análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas.....	55
Tabelas 2.2 – Espécies vegetais encontradas nas análises polínicas dos méis das Meliponinae estudadas. Quantidade de grãos de pólen estão expressas em porcentagem.....	59
Tabelas 2.3 – Resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de Meliponinae.....	66
Tabelas 2.4 – Dados disponíveis na literatura sobre análises em mel de Meliponinae.....	67
Tabelas 2.5 – Minerais analisados nos méis das espécies de Meliponinae estudadas. Detecção por espectroscopia de absorção atômica (mg/100g).....	68
Tabelas 2.6 – Resultados das análises microbiológicas realizadas nas amostras de mel das espécies de Meliponinae estudadas.....	70
Tabelas 3.1 – Pólen (%) observado nos méis das Meliponinae do município de Barão de Cotegipe - RS.....	80
Tabelas 3.2 – Microrganismos no mel de Meliponinae do município de Barão de Cotegipe – RS.....	81
Tabelas 3.3 – Resíduos de pesticidas em mel de Meliponinae de Barão de Cotegipe – RS em fevereiro de 2015, determinado pelo método QuEChERS com LC – MS/MS, uso agrícola de cada pesticida e limites máximos de resíduos de pesticidas em mel e outros produtos alimentares, de acordo com a CE Normativa 396/2005 da União Europeia.....	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1 – PREFERÊNCIAS FLORAIS DE ABELHAS SEM FERRÃO NO SUL DO BRASIL.....	16
RESUMO.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
2.1 AMOSTRAS.....	19
2.2 ANÁLISE POLÍNICA.....	20
2.3 DISTÂNCIA POLÍNICA.....	21
2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1 COLETAS NO MELIPONÁRIO EM BARÃO DE COTEGIPE – RS.....	23
3.1.1 Riqueza de espécies vegetais.....	23
3.1.2 <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i>.....	25
3.1.3 <i>Scaptotrigona depilis</i>.....	27
3.1.4 <i>Tetragonisca angustula</i>.....	29
3.2 COLETAS NO MELIPONÁRIO EM GUATAMBÚ – SC.....	32
3.2.1 Riqueza de espécies vegetais.....	32
3.2.2 <i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i>.....	33
3.2.3 <i>Scaptotrigona depilis</i>.....	35
3.2.4 <i>Tetragonisca angustula</i>.....	37
3.3 DISTÂNCIA POLÍNICA.....	40
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	42
3.4.1 Riqueza de espécies vegetais.....	42
3.4.2 Índice de Shannon.....	42
3.4.3 Distância Polínica.....	43
4 DISCUSSÃO.....	44
4.1 RIQUEZA DE ESPÉCIES VEGETAIS.....	44
4.2 <i>MELIPONA QUADRIFASCIATA QUADRIFASCIATA</i>	46
4.3 <i>SCAPTOTRIGONA DEPILIS</i>	47
4.4 <i>TETRAGONISCA ANGUSTULA</i>	48

4.5 DISTÂNCIA POLÍNICA.....	50
5 CONCLUSÃO.....	50
CAPÍTULO 2 – PERFIL FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E POLÍNICO EM MÉIS DE MELIPONINAE NO SUL DO BRASIL.....	51
RESUMO.....	52
1 INTRODUÇÃO.....	54
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1 AMOSTRAS.....	55
2.2 ANÁLISE POLÍNICA.....	55
2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	58
2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	58
2.4.1 Coliformes Totais e Termotolerantes.....	58
2.4.2 Bolores e leveduras e <i>Clostridium botulinum</i>.....	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
3.1 ANÁLISE POLÍNICA.....	58
3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	63
3.2.1 Umidade.....	63
3.2.2 °Brix.....	64
3.2.3 pH.....	64
3.2.4 Acidez.....	65
3.2.5 Hidroximetilfurfural (HMF).....	65
3.2.6 Cinzas.....	66
3.2.7 Minerais.....	67
3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	68
4 CONCLUSÃO.....	71
CAPÍTULO 3 – PERFIL MICROBIOLÓGICO E RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM MEL DE ABELHAS MELIPONINAE NO SUL DO BRASIL.....	73
RESUMO.....	74
1 INTRODUÇÃO.....	75
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	77
2.1 ÁREA DE COLETA DAS AMOSTRAS.....	77
2.2 ANÁLISE POLÍNICA.....	77
2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	78
2.4 ANÁLISE DE PESTICIDAS.....	78

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
3.1 ANÁLISE POLÍNICA.....	79
3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	79
3.3 RESÍDUOS DE PESTICIDAS.....	82
4 CONCLUSÃO.....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

As abelhas formam um grupo diverso, com mais de 16 mil espécies com modo de vida diferenciados. A maioria são visitantes florais, alimentando-se de recursos oferecidos pelas angiospermas. Assim, flores e abelhas possuem uma estreita relação ao longo da evolução. As espécies de abelhas variam em tamanho, forma, coloração, hábitos de nidificação e modo de vida. Existem desde abelhas que vivem solitárias até as espécies altamente eussociais (Pinheiro et al., 2014). A espécie mais estudada atualmente, é a abelha *Apis mellifera* L. Nessa pesquisa será abordado o estudo com espécies de abelhas sem ferrão, conhecidas como abelhas Meliponinae.

As abelhas da subfamília Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) são conhecidas como “abelhas indígenas sem ferrão”, por terem ferrão atrofiado e, portanto, não são capazes de ferocar. Estas abelhas são encontradas em regiões Neotropicais (Oliveira Campos & Peruquetti, 1999). Estima-se que existam cerca de 400 espécies de abelhas sem ferrão, porém, ainda existem espécies a serem descritas. Somente no Brasil, as abelhas sem ferrão chegam a 300 espécies. No estado do Rio Grande do Sul, são registradas 24 espécies de Meliponíneos, sendo que três delas já estão ameaçadas de extinção (Witter & Nunes-Silva, 2014).

Muitas espécies de plantas necessitam de agentes polinizadores bióticos para promover a polinização, garantindo o processo de reprodução. Assim, a polinização é considerada uma interação mutualística, que proporciona benefícios para os participantes, aumentando o valor adaptativo. A polinização realizada pelas abelhas é chamada de Melitofilia. As flores possuem atrativos para atrair seus polinizadores, as abelhas visitam as flores em busca de pólen, néctar, óleos e resina. O pólen é a mais importante fonte de proteínas para os visitantes florais, utilizado como fonte de alimento das colônias (Westerkamp, 2004). Já o néctar é a matéria prima para a fabricação do mel (Agostini et al., 2014).

Os serviços prestados pela polinização em escala global foram estimados em 153 bilhões de euros anuais, representando 9,5% da produção agrícola mundial (Gallai et al., 2009). Segundo a FAO, 2004, aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo são polinizadas por alguma espécie de abelha. Em escala global, a abelha *A. mellifera* é considerada como a espécie mais importante na polinização agrícola, porém, estudos recentes revelam que a grande diversidade

de abelhas silvestres, entre elas, abelhas indígenas sem ferrão, são as principais polinizadoras de plantas cultivadas e naturais (Ollerton et al., 2012). O uso de abelhas sem ferrão já demonstra grande potencial, no Brasil a espécie *Tetragonisca angustula* e *Nannotrigona testaceicornis* são utilizadas em plantações de morango (Antunes et al., 2007). Entre outras espécies que vem sendo utilizadas na produção de frutos (Alves & Freitas, 2006).

Abelhas polinizadoras são essenciais na manutenção da biodiversidade global através de seus serviços ecológicos, sendo fundamentais na manutenção das comunidades naturais e produtividade agrícola. Sua preservação depende da conservação de habitats naturais, a conservação de vetores de pólen é de grande importância, sendo que atuam na base da cadeia alimentar dos biomas (Imperatriz-Fonseca et al., 2012). Abelhas nativas são ameaçadas no Brasil e no mundo, diversos são os fatores de ameaça, entre eles podemos citar, atividades antrópicas, fragmentação de habitats, uso excessivo de herbicidas e pesticidas, coleta predatória de mel, monoculturas de grandes extensões e propagação de espécies exóticas (Potts et al., 2010). Diante destes dados, fica evidente a importância de estudos nessas áreas, a fim de conhecer e difundir o conhecimento sobre o hábito de vida destas espécies tão importantes em nossos ecossistemas.

Deste modo, a pesquisa foi realizada com quatro espécies de abelhas sem ferrão, *Tetragonisca angustula*, *Scaptotrigona depilis*, *Scaptotrigona postica* e *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*. A espécie *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), conhecida popularmente como Jataí é uma espécie de abelha nativa muito comum. Ela ocorre em diversas regiões e vem acompanhando o crescimento urbano. Com bastante recurso alimentar próximo das colmeias, estima-se que colônias de Jataí possam produzir um litro de mel por ano. Apesar de ser uma quantidade pequena, o mel é bastante apreciado devido aos seus valores nutricionais e até característica terapêuticas (Witter et al., 2005). O tamanho corporal da abelha Jataí é de aproximadamente 5 mm e o ninho pode chegar a 3.000 indivíduos (Witter & Blochtein, 2009).

Scaptotrigona depilis (Moure, 1942) e *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) conhecidas respectivamente como Canudo e Mandaguari possuem ampla distribuição e suas colônias possuem muitas operárias. São abelhas consideradas agressivas, que atacam possíveis inimigos mordendo forte com suas mandíbulas e enrolando-se em pelos e ou cabelos (Witter et al., 2005). A produção de mel por

estas abelhas pode chegar a 5 litros por ano, o sabor do mel é bastante apreciado. O tamanho corporal das operárias é em torno de 5,5 mm e possuem grande potencial como visitantes florais (Witter & Blochtein, 2009).

Melipona quadrifasciata quadrifasciata (Lepelletier, 1836), conhecida popularmente como Mandaçaia, possui colmeias de até 600 indivíduos, o tamanho corporal das operárias é em torno de 8,6 mm. O local de nidificação na natureza é em ocos de árvores, mas no estado do Rio Grande do Sul não existe registro de ninhos na natureza. É uma espécie incluída na lista de espécies ameaçadas de extinção. De acordo com a floração disponível, podem produzir em torno de 700 mL de mel por ano (Witter & Blochtein, 2009).

A pesquisa tem como objetivo analisar o mel das espécies de abelhas Meliponinae descritas acima, por meio de análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas. Comparar a dieta polínica destas espécies, a fim de contribuir para o conhecimento de sua biologia e necessidades. Sendo estas espécies polinizadoras que prestam serviços ecossistêmicos fundamentais a toda a cadeia alimentar, incluindo a humana.

Deste modo, o estudo é composto por três capítulos. O primeiro capítulo demonstra a preferência floral de três espécies de abelhas Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis* e *T. angustula* em dois municípios do Sul do Brasil. O segundo capítulo, analisa o mel de quatro espécies de Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis*, *S. postica* e *T. angustula*. As amostras foram coletadas em três municípios localizados na região Sul do Brasil, a caracterização das amostras foi feita por meio de análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas. O terceiro capítulo analisa a presença de resíduos de pesticidas em mel produzido por três espécies de abelhas Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis* e *T. angustula*. A coleta do mel foi realizada em área rural no norte do Estado do Rio Grande do Sul no Brasil. Todas as análises realizadas, tem como objetivo divulgar as espécies de abelhas sem ferrão e seus produtos, como o mel. Servindo como incentivo para a prática da meliponicultura, que origina resultados através da interação das abelhas com o ambiente, auxiliando na preservação destas espécies nativas que são importantes em nossos ecossistemas.

CAPÍTULO 1

PREFERÊNCIAS FLORAIS DE ABELHAS SEM FERRÃO NO SUL DO BRASIL

RESUMO

A preferência floral de três espécies de Meliponinae, *M. q. quadrifasciata*, *S. depilis* e *T. angustula* foi pesquisada em dois municípios, Barão de Cotegipe localizado ao Norte do Estado do Rio Grande do Sul e Guatambú localizado à Oeste do Estado de Santa Catarina. A similaridade dos recursos utilizados pelas espécies dos dois locais de coleta pode ser observada. Foram analisadas amostras de pólen provenientes das corbículas das operárias e também de reservas de pólen do interior das colmeias. Em doze meses de coleta foram identificados 56 tipos polínicos entre os dois locais de coleta, os tipos polínicos identificados pertencem a 25 famílias botânicas. Fabaceae foi a família com maior número de espécies vegetais identificadas. A distância percorrida pelas operárias para coleta de pólen foi estimada, sendo que *M. q. quadrifasciata* e *S. depilis* foram as espécies que mais se dispersaram para coleta dos recursos, até 428m e 393m respectivamente. *T. angustula* foi a espécie que menos dispersou para coleta de pólen, em torno de 175m. A distância pode estar associada ao tamanho corporal da abelha, à preferência do recurso floral disponível e também com a morfologia da área de coleta. Sendo que *M. q. quadrifasciata* possui preferência por espécie arbóreas, *S. depilis* forrageia em árvores, arbusto, herbáceas e *T. angustula* possui um comportamento generalista, obtendo pólen de espécies vegetais mais próximas das colmeias.

Palavras-chave: Meliponinae. Análise polínica. Distância de voo.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas existem a milhões de anos, os Egípcios já cultivavam abelhas cerca de 2.400 anos antes de Cristo. As abelhas pertencentes a subfamília Meliponinae conhecidas como abelhas sem ferrão, eram as únicas produtoras de mel e as principais polinizadoras das plantas nativas no Brasil até 1840, quando foi introduzida no país a abelha doméstica, *Apis mellifera* L. (Kerr et al., 2001). Estima-se que existam cerca de 400 espécies de abelhas sem ferrão ocorrendo na região Neotropical, porém, ainda existem espécies a serem descritas. Somente no Brasil, as abelhas sem ferrão chegam a 300 espécies, no estado do Rio Grande do Sul, são registradas 24 espécies de Meliponíneos, sendo que três delas já estão ameaçadas de extinção (Witter & Nunes-Silva, 2014).

As plantas necessitam de agentes polinizadores para se reproduzirem, estes agentes podem ser bióticos e abióticos. As abelhas são importantes agentes polinizadores bióticos que realizam o transporte dos grãos de pólen de uma flor para outra, evento fundamental para o processo de fertilização e reprodução sexuada de diversas espécies vegetais (Oliveira & Maruyama, 2014). A polinização é considerada uma interação mutualística, pois a planta oferece recursos atrativos aos polinizadores, estes por sua vez, ao utilizarem esses recursos, beneficiam a planta facilitando sua reprodução (Agostini et al., 2014).

As abelhas visitam as plantas para obter os recursos necessários para a sobrevivência de suas colônias, o pólen é utilizado para alimentar suas crias, sendo fonte de proteínas para as abelhas. O néctar é utilizado para a fabricação do mel e a resina retirada de algumas espécies vegetais é utilizada na confecção dos ninhos (Agostini et al., 2014). Estima-se que 90% das espécies de árvores nativas em florestas são polinizadas pelas abelhas sem ferrão, grande parte da polinização que ocorre na Mata Atlântica é realizada pelas abelhas Meliponinae, este é um dos fatos que preocupa os conservacionistas em relação a diminuição destas espécies (Kerr et al., 1996).

A polinização feita pelas abelhas sem ferrão em espécies nativas e de culturas agrícolas, tem sido reconhecida em termos econômicos e na preservação da diversidade vegetal e manutenção dos ecossistemas. Com isso, a preocupação de manter essas espécies vem aumentando. As práticas agrícolas têm impactado na sobrevivência de espécies de abelhas nativas, devido a derrubada de árvores e

fragmentação de habitats. Espécies que possuem certo grau de tolerância a ambientes impactados, podem ser percebidas, como é o caso da *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942). Já as *Meliponas* estão em situação de ameaça no estado do Rio Grande do Sul, como por exemplo a espécie *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepelletier, 1836) (Witter & Blochtein, 2008).

Estudos comprovam que as abelhas são polinizadoras efetivas de diversas culturas, sendo o grupo de polinizadores mais importante e predominante na maioria das comunidades vegetais (Imperatriz-Fonseca et al., 2011). É importante conhecer os hábitos de vida das abelhas Meliponinae, as suas fontes de alimentação. Isso demanda um levantamento de plantas que servem como fonte de pólen e néctar, que são essenciais para a sobrevivência destas espécies (Marques-Souza, 1999). A retirada das cargas polínicas aderidas nas corbículas das abelhas, permite analisar e identificar em que planta estiveram presentes. As características dos grãos de pólen permitem que os mesmos sejam utilizados como indicadores de visitação floral (Agostini et al., 2014). Deste modo, esta pesquisa teve como objetivo identificar a dieta polínica de três espécies de abelhas sem ferrão, sendo elas, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepelletier, 1836), *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), em dois municípios do Sul do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

A pesquisa foi realizada em duas áreas, uma localizada no município de Guatambu-SC (27°07'50"S 52°47'18"O) e outra no município de Barão de Cotegipe-RS (27°36'39"S 52°20'48"O) (Figura 1.1). As duas áreas são caracterizadas por diversos tipos de vegetação, sendo fragmentos florestais de Mata Atlântica e cultivos agrícolas. As coletas iniciaram no mês de fevereiro de 2015 e foram finalizadas no mês de janeiro de 2016, totalizando um ano de coleta. Nos meses de maio a agosto não houve coleta de pólen das operárias, pois, neste período as abelhas reduziram expressivamente ou mesmo interromperam a coleta de pólen devido ao frio.

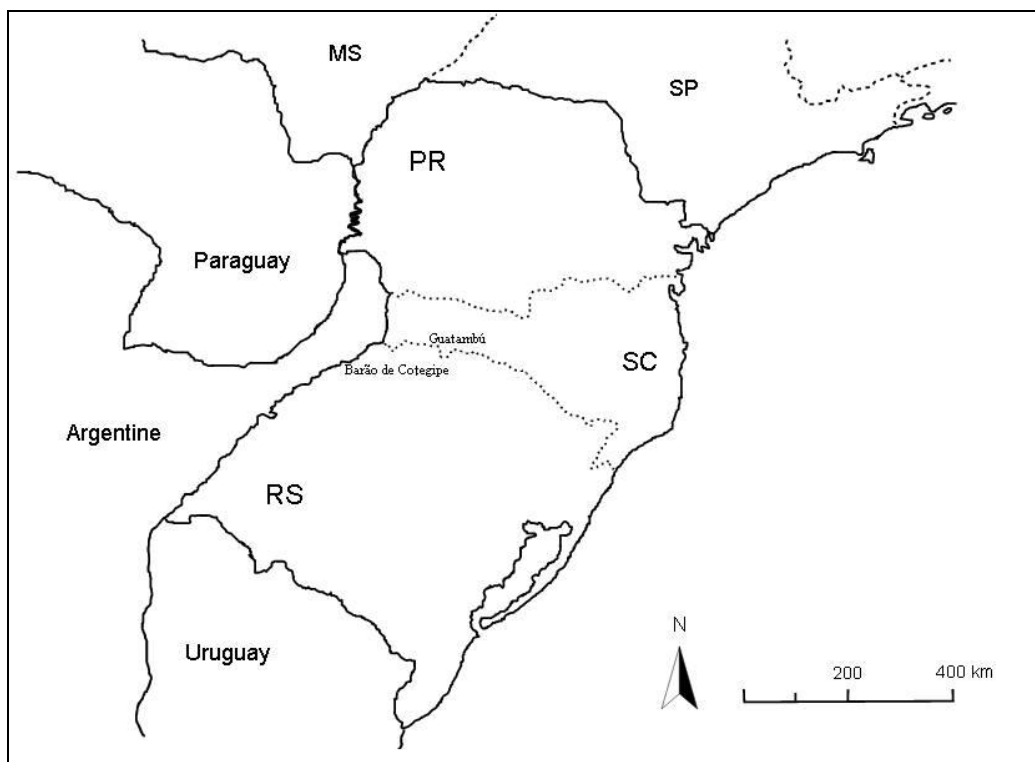


Figura 1.1 – Localização geográfica dos municípios em que foram realizadas as coletas.

Mensalmente eram coletadas cinco operárias de cada colmeia das três espécies de abelhas sem ferrão estudadas. Operárias foram capturadas com auxílio de rede entomológica, o pólen era retirado com um pincel e armazenado em embalagens plásticas identificadas, que posteriormente eram encaminhadas aos Laboratórios de Microscopia da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus de Erechim e Chapecó. Após a retirada do pólen das corbículas, as abelhas eram soltas no ambiente. Uma amostra de pólen armazenado dentro da colmeia, também era coletado para confecção das lâminas microscópicas.

2.2 ANÁLISE POLÍNICA

A preparação da análise polínica seguiu a metodologia de Louveaux (1978), para amostras de mel sem o uso de acetólise. As cargas polínicas eram colocadas em vidros de relógio, onde adicionamos uma gota de ácido acético, maceramos e com auxílio de um pincel passamos a mistura para uma lâmina. Depois adicionamos uma gota de corante Azul de Toluidina, com o objetivo de corar os grãos para

identificação no microscópio. Em seguida, colocamos gelatina de Kaiser para fixação do material.

Com a lâmina montada, os tipos polínicos foram identificados e quantificados em observação microscópica. De cada lâmina amostral, foram contados 500 grãos de pólen, os resultados das contagens foram expressos em porcentagem. Dados da literatura e catálogos de grãos de pólen foram utilizados para auxiliar na identificação, bem como a montagem de lâminas de pólen a partir de espécies florais coletados nas regiões de estudo. Para analisar a diversidade de espécies vegetais encontradas, foi utilizado o índice de Shannon (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde:

H' é o Índice de Shannon-Wiener que estima a diversidade das espécies vegetais encontradas;

P_i é a proporção polínica de determinada espécie vegetal;

Ln é o logaritmo natural;

Para analisar a equitabilidade na distribuição das espécies vegetais encontradas, foi utilizado o Índice de Pielou (J'):

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Onde:

J' é o Índice de Pielou que estima a equitabilidade das espécies vegetais encontradas;

H' é o Índice de Shannon-Wiener;

H_{\max} é o número total de espécies identificadas na amostra.

2.3 DISTÂNCIA POLÍNICA

Com os tipos de pólen identificados e a localização dos exemplares florais mais próximos das colmeias, foi estimada a distância percorrida pelas abelhas. Para

isso, foi utilizado o programa *Google Earth* para medir as distâncias entre os exemplares florais e as colmeias, após aplicamos a seguinte equação matemática:

$$D = \sum_{i=1}^n di pi$$

Onde:

D é a distância média de forrageamento de pólen;

di é a distância do exemplar mais próximo da espécie vegetal i ;

pi é a proporção do pólen da espécie i no conjunto geral do pólen registrado;

Quando temos a mesma espécie vegetal nas coletas das operárias e também nas reservas, utilizamos a fórmula seguinte para estimar a proporção polínica:

$$pi = (pr+po)/2$$

Onde:

pi é a proporção do pólen da espécie i no conjunto geral do pólen registrado;

pr é a proporção polínica da reserva de pólen do interior da colmeia;

po é a proporção polínica do pólen coletado pelas operárias.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os valores encontrados para a riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas polínicas, bem como os valores obtidos com o Índice de Shannon e os valores das distâncias percorridas pelas abelhas para coleta dos recursos foram comparados utilizando ANOVA de dois fatores seguida pelo Teste de Tukey. A análise de dados foi feita nos resultados das análises das reservas polínicas, por terem maior número de meses de coletas, podendo estes serem comparados nas duas áreas de estudo.

3 RESULTADOS

Com a análise polínica foi possível identificar os tipos de pólen utilizados como recurso pelas abelhas, foram montadas 261 lâminas microscópicas no decorrer da pesquisa. Estas apresentaram 56 tipos polínicos entre os dois locais de coleta, estes tipos de pólen morfológicamente distintos estão relacionados com 25

famílias botânicas. Fabaceae foi a família com maior número de espécies vegetais identificadas nas análises polínicas, sendo 11 espécies vegetais diferentes (Figura 1.2).

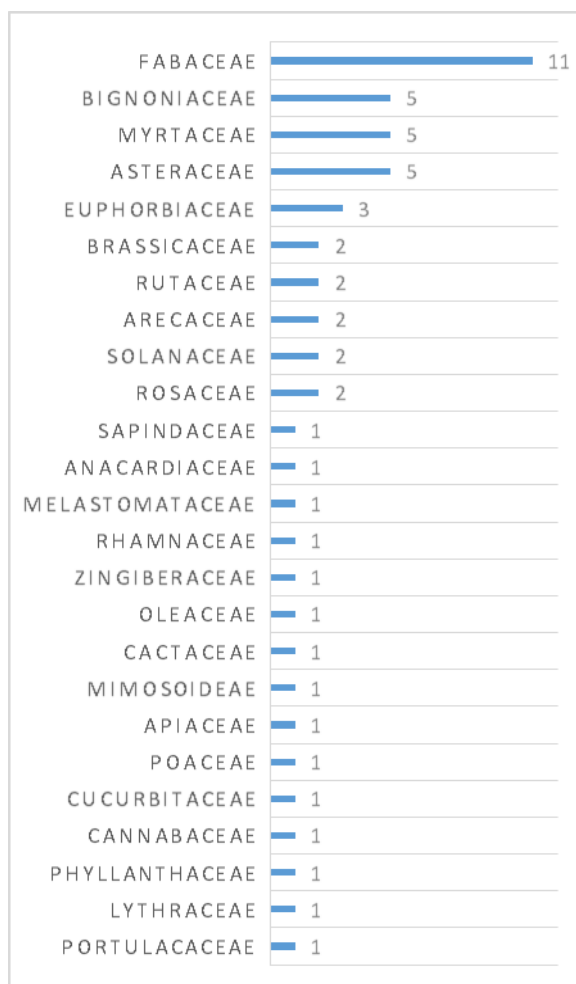


Figura 1.2 – Número de espécies vegetais pertencentes às famílias botânicas identificadas nas análises polínicas.

3.1 COLETAS NO MELIPONÁRIO EM BARÃO DE COTEGIPE – RS

3.1.1 Riqueza de espécies vegetais

O número de espécies encontradas na análise polínica do pólen que estava aderido nas corbículas das operárias variou de 1 a 8 espécies mensais no período em que foi realizada a pesquisa. Nos meses de junho, julho e agosto não houve

coleta de pólen devido a interrupção nas atividades. O mesmo ocorreu no mês de abril para as operárias de *M. q. quadrifasciata* (Figura 1.3).

A análise das reservas polínicas, ou seja, potes de pólen que estão localizados dentro das colmeias servindo como alimento da colônia, mostrou uma variedade de espécies vegetais que também variaram de 1 a 8 espécies (Figura 1.4). *M. q. quadrifasciata* não apresentou reservas polínicas em suas colmeias nos meses de maio a outubro, neste período a colmeia foi alimentada artificialmente, até que a temperatura do ambiente se tornou amena para a saída das operárias para coleta de pólen. *S. depilis* e *T. angustula* não apresentaram reservas nos meses de junho a agosto e também no mês de outubro devido a um ataque de outra espécie de abelha sem ferrão, *Lestrimelitta limao* (Smith, 1863), conhecida popularmente como abelha limão. Esta espécie não coleta pólen na natureza e sim rouba pólen de outras colmeias, quando ataca para pilhar o pólen acaba dizimando a colmeia.

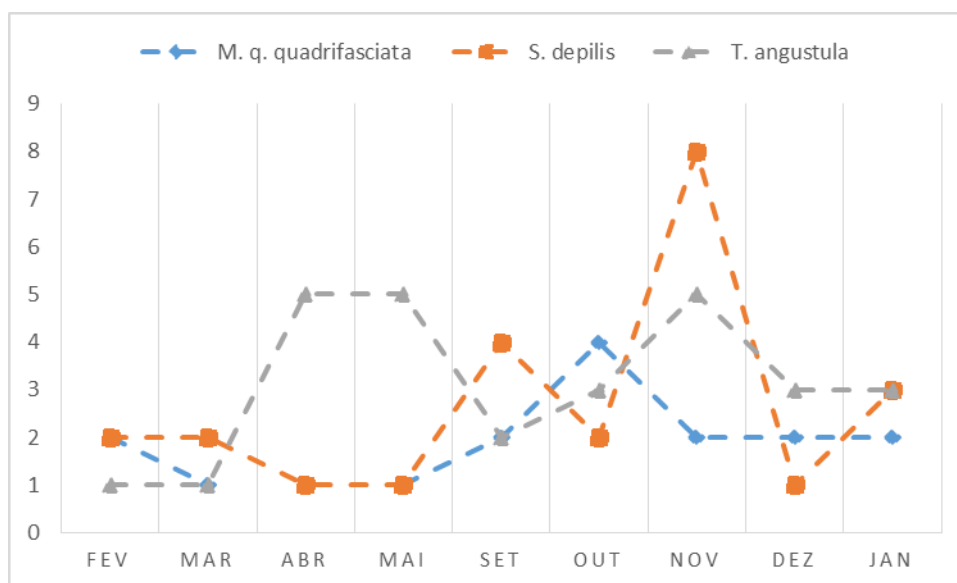


Figura 1.3 – Riqueza de espécies vegetais coletadas pelas operárias de Meliponinae em Barão de Cotegipe – RS, estudadas mensalmente. Nos meses de junho a agosto de 2015 não houve coletas, bem como no mês de abril para a espécie *M. q. quadrifasciata*.

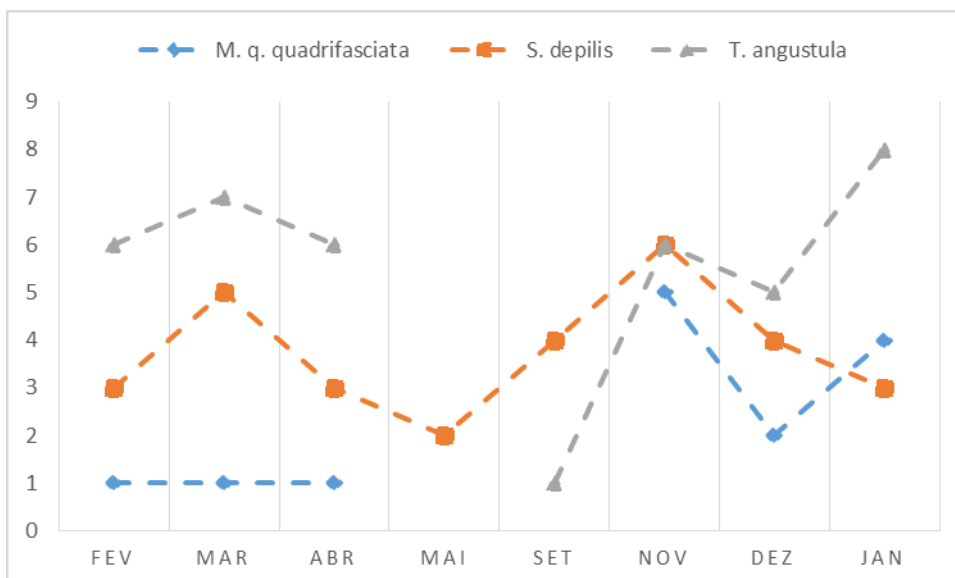


Figura 1.4 – Riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas polínicas das Meliponinae de Barão de Cotegipe - RS estudadas mensalmente. Nos meses de junho a agosto e no mês de outubro não houve coletas. Para a espécie *M. q. quadrifasciata* além dos meses citados, não houve coletas nos meses de maio e setembro. Para a espécie *T. angustula* não houve coleta no mês de maio.

3.1.2 *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*

Os resultados das espécies vegetais encontradas em cada mês, para a espécie *M. q. quadrifasciata*, a proporção polínica que cada uma representou, bem como o Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.1 para operárias e tabela 1.2 para reservas polínicas.

Tabela 1.1 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *M. q. quadrifasciata* de Barão de Cotegipe - RS, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	1	1	1	0	0	0	0,25	0	0,41
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-Bravo	Solanaceae	0	0	0	0,8	0	0,75	0,75	0	0,29
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	Chal-Chal	Sapindaceae	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0,04

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0	0,21	0,25	0	0,3	0,09
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0	0	0,65	0	0	0	0,08
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc.	Butiá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,09
		Myrtaceae	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0,01
H'			0	0	0	0,2	0,42	0,24	0,24	0,2	0,17
J'			0	0	0	0,7	0,71	0,81	0,81	0,81	0,48

* No mês de abril e nos meses de junho a agosto não houve coletas.

Tabela 1.2 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *M. q. quadrifasciata* de Barão de Cotegipe - RS, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Abr	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,86	1	1	0	0,05	0,54	0,57
<i>Biden pilosa</i> L.	Picão	Asteraceae	0,14	0	0	0	0	0	0,02
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-Bravo	Solanaceae	0	0	0	0	0,95	0	0,16
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	Chal-Chal	Sapindaceae	0	0	0	0,4	0	0,21	0,09
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0,2	0	0,15	0,05
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0,1	0,02
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb	Uva-do-Japão	Rhamnaceae	0	0	0	0,2	0	0	0,03
<i>Hedychium coronarium</i> J. König	Lírio-do-brejo	Zingiberaceae	0	0	0	0,3	0	0	0,05
H'			0,18	0	0	0,6	0,09	0,51	0,23
J'			0,6	0	0	0,8	0,29	0,85	0,43

* Nos meses de maio a outubro não houve coletas.

A espécie vegetal *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, foi a espécie que obteve maior média de grãos de pólen nas amostras analisadas, tanto na coleta de operárias como nas reservas (Tabelas 1.1 e 1.2). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de outubro ($H' = 0,42$) para as coletas das operárias e no mês de novembro ($H' = 0,6$) para as reservas. Já o Índice de Pielou mostrou maior uniformidade na distribuição de espécies nos meses de

novembro a janeiro ($J' = 0,81$) para as operárias e no mês de novembro ($J' = 0,8$) para as reservas.

3.1.3 *Scaptotrigona depilis*

Os resultados das espécies vegetais encontradas em cada mês, para a espécie *S. depilis*, a proporção polínica que cada uma representou, o Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.3 para operárias e tabela 1.4 para reservas polínicas.

Tabela 1.3 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *S. depilis* de Barão de Cotegipe – RS, proporção polínica mensal, H' e J' .

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Biden pilosa</i> L.	Picão	Asteraceae	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0,4	0,19
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,5	0,2	1	1	0	0	0	1	0	0,41
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0,4	0,05
<i>Parapiptadenia rigida</i> Benth	Angico	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,02
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabo forrageiro	Brassicaceae	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,02
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,02
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0,01
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0,04
<i>Pereskia aculeata</i> Mill	Ora-pro-nobis	Cactaceae	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0,02
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-Bravo	Solanaceae	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,02
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Myrtaceae	0	0	0	0	0	0,8	0,2	0	0	0,11
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Guapuruvu	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,02
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex)Becc.	Butiá	Palmae	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,02

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Psidium cattleianum Sabine	Araçá	Myrtaceae	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,02
		Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0,001
		Brassicaceae	0	0	0	0	0	0	0,12	0	0	0,01
H'		0,3	0,22	0	0	0,3	0,22	0,8	0	0,46	0,25	
J'		1	0,73	0	0	0,5	0,72	0,88	0	0,96	0,53	

* Nos meses de junho a agosto não houve coletas.

Tabela 1.4 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *S. depilis* de Barão de Cotegipe – RS, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Nov	Dez	Jan	Média
Biden pilosa L.	Picão	Asteraceae	0,89	0,14	0	0	0	0	0	0	0,13
Tibouchina mutabilis Cogn.	Manacá	Melastomataceae	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,01	0,61	0,8	1	0,21	0,37	0,6	0	0,45
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0,12	0,34	0,6	0,14
Parapiptadenia rigida Benth	Angico	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,04
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0	0	0	0	0	0,23	0	0	0,03
Baccharis anomala DC.	Parreirinha	Asteraceae	0	0,08	0,1	0	0	0	0	0	0,02
Ricinus communis L.	Mamona	Euphorbiaceae	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0,02
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,01
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,01
Emilia fosberguii Nicolson	Serralhinha	Asteraceae	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,01
Hovenia dulcis Thunb	Uva-do-Japão	Rhamnaceae	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0,01
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0	0,74	0	0	0,1	0,1
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,03

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Nov	Dez	Jan	Média
Inga edulis Martius	Ingá	Fabaceae	0	0	0	0	0,04	0,01	0,01	0	0,01
		Mimosoidae	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,001
H'			0,17	0,51	0,3	0	0,31	0,65	0,38	0,4	0,33
J'			0,36	0,73	0,5	0,1	0,52	0,83	0,62	0,8	0,56

* Nos meses de junho a agosto e no mês de outubro não houve coletas.

E. grandis foi a espécie que obteve maior média de grãos de pólen nas análises das operárias e também das reservas (Tabelas 1.3 e 1.4). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de janeiro para operárias ($H' = 0,46$) e no mês de novembro para reservas ($H' = 0,65$). O Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies vegetais no mês de janeiro ($J' = 0,96$) para operárias e no mês de novembro ($J' = 0,83$) para reservas.

3.1.4 Tetragonisca angustula

Os resultados das espécies vegetais identificadas em cada mês, para a espécie *T. angustula*, a proporção polínica que cada uma representou, bem como o Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.5 para operárias e tabela 1.6 para reservas polínicas.

Tabela 1.5 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *T. angustula* de Barão de Cotegipe – RS, proporção polínica mensal, H' e J' .

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Foeniculum vulgare Mill.	Funcho	Apiaceae	0	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0,13
Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle	Lima	Rutaceae	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0,04
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	0,07
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0	0	0,2	0	0,75	0	0,2	0,2	0	0,15
Syagrus romanzoffiana (Cham.) G.	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,12

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0	0	0,25	0,4	0	0	0	0,07
Butia eriospatha Mart. ex (Drude) Becc.	Butiá	Palmae	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,6	0,11
Eriobotrya japonica Lindl.	Ameixa amarela	Rosaceae	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,02
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,02
Euphorbia cf. pulcherrima Willd. ex Klotzsch	Flor-de-natal	Euphorbiaceae	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,02
Fridericia chica (Bonpl.) L. G. Lohmann	Crajiru	Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,04
Psidium guajava L.	Goiaba	Myrtaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,02
		Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,03
		Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,04
		Cucurbitaceae	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0,04
		Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,02
Não identificado			0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,02	
H'			0	0	0,7	0,7	0,24	0,46	0,68	0,5	0,41	0,41
J'			0	0	1	1	0,81	0,96	0,97	1	0,86	0,73

*Nos meses de junho a agosto não houve coletas.

Tabela 1.6 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *T. angustula* de Barão de Cotegipe – RS, proporção polínica, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Set	Nov	Dez	Jan	Média
Foeniculum vulgare Mill.	Funcho	Apiaceae	0,63	0	0	0	0	0,12	0,03	0,14
Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle	Lima	Rutaceae	0,23	0,45	0,2	0	0	0	0	0,15
Citrus aurantium L.	Laranja	Rutaceae	0	0	0	1	0	0	0	0,14
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,04	0,13	0,4	0	0	0	0,27	0,15
Senna multijuga (Rich.)	Pau-cigarra	Fabaceae	0,06	0	0	0	0	0	0	0,01
Parapiptadenia rigida Benth	Angico	Fabaceae	0,03	0	0	0	0	0	0	0,01
Biden pilosa L.	Picão	Asteraceae	0,02	0,1	0	0	0	0	0	0,02
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0	0,1	0	0	0,1	0,26	0,06	0,09

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Fev	Mar	Abr	Set	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	Cannabaceae	0	0	0,1	0	0,2	0	0,01	0,05
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0,02	0	0	0	0	0,59	0,1
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quebra-pedra	Phyllanthaceae	0	0,01	0	0	0	0	0	0,001
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	Euphorbiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,01
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0	0	0	0,6	0,54	0	0,19
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0	0	0	0,02	0,003
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	0	0	0	0	0,1	0	0	0,01
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann	Crajiru	Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0,07	0	0,01
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb	Uva-do-Japão	Rhamnaceae	0	0	0	0	0,02	0	0	0,004
		Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,01
		Cucurbitaceae	0	0	0,1	0	0	0	0	0,02
Não identificado			0	0,19	0	0	0	0,01	0,03	
H'			0,48	0,64	0,64	0	0,54	0,5	0,5	0,47
J'			0,61	0,76	0,82	0	0,69	0,71	0,55	0,59

* Nos meses de maio a agosto e no mês de outubro não houve coletas.

A espécie vegetal *Foeniculum vulgare* Mill., foi a espécie que obteve maior média de grãos de pólen nas amostras de operárias analisadas (Tabela 1.5). O Índice de Shannon apresentou maior diversidade de espécies vegetais no mês de novembro ($H' = 0,68$), ocorrendo o mesmo mês para o Índice de Pielou ($J' = 0,97$) demonstrando maior uniformidade na distribuição das espécies florísticas.

A espécie vegetal *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, foi a espécie que apresentou maior média de grãos de pólen nas reservas de pólen analisadas (Tabela 1.6). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais nos meses de março e abril ($H' = 0,64$). O Índice de Pielou apresentou maior uniformidade na distribuição das espécies no mês de março ($J' = 0,82$).

3.2 COLETAS NO MELIPONÁRIO EM GUATAMBÚ – SC

3.2.1 Riqueza de espécies vegetais

A número de espécies identificadas na análise polínica do pólen que estava aderido nas corbículas das operárias variou de 1 a 5 espécies no período em que foi realizada a pesquisa. No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto não houveram coletas de pólen das operárias, devido a situação fraca das colmeias pela interrupção das atividades das abelhas (Figura 1.5).

A análise das reservas polínicas, demonstrou uma variedade de espécies vegetais que variaram de 1 a 8 espécies (Figura 1.6). *M. q. quadrifasciata* não apresentou reservas de pólen nos meses de abril a agosto. Neste período a colmeia foi alimentada artificialmente para sobreviver aos meses de inverno. *S. depilis* e *T. angustula* não apresentaram reservas polínicas nos meses de maio a agosto.

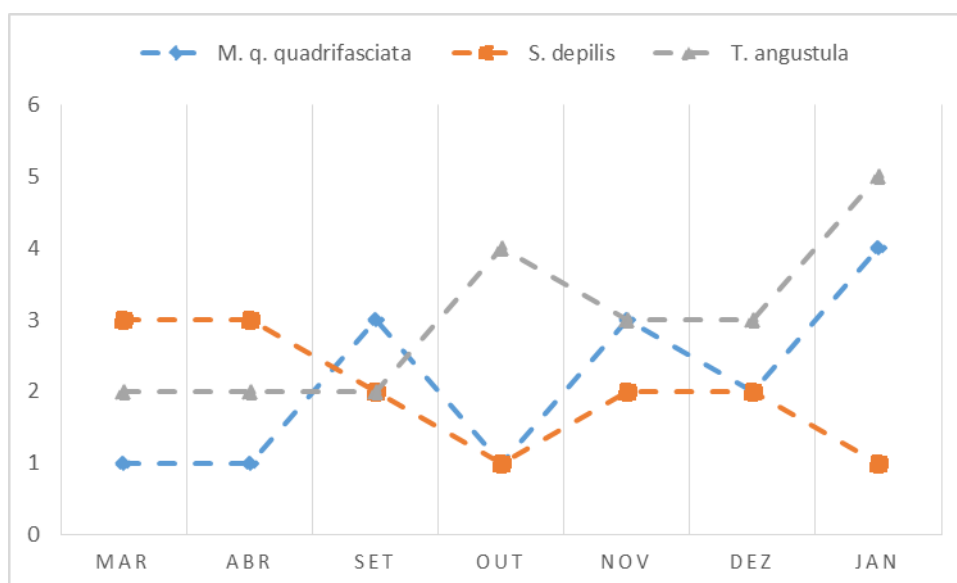


Figura 1.5 – Riqueza de espécies vegetais coletadas pelas operárias de Meliponinae em Guatambú – SC, estudadas mensalmente. No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto, não houve coletas.

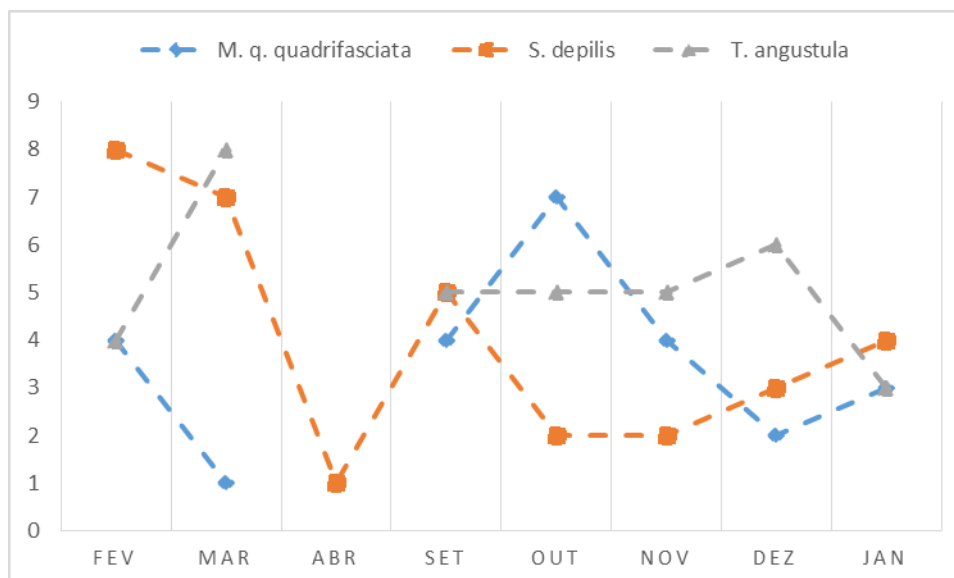


Figura 1.6 – Riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas das Meliponinae de Guatambú – SC, estudadas mensalmente. Nos meses de maio a agosto, não houve coletas. Para as espécies *M. q. quadrifasciata* e *T. angustula*, além dos meses citados acima não houve coletas no mês de abril.

3.2.2 *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*

Os resultados das espécies vegetais encontradas em cada mês, para a espécie *M. q. quadrifasciata*, a proporção polínica que cada uma representou, bem como o Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.7 para operárias e tabela 1.8 para reservas polínicas.

Tabela 1.7 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *M. q. quadrifasciata* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J' .

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	1	1	0	0	0	0	0,2	0,31
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	Solanaceae	0	0	0,6	0	0,2	0	0,2	0,14
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	Euphorbiaceae	0	0	0	0	0	0,8	0	0,11
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	Chal-Chal	Sapindaceae	0	0	0	0	0	0	0,4	0,06
<i>E. uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,06

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	0	0	0,2	0	0	0	0	0,03
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0	0	0,2	0	0	0,03
Psidium guajava L.	Goiaba	Myrtaceae	0	0	0	0	0,6	0	0	0,09
Crotalaria ochroleuca G. Don.	Crotalaria	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0,03
Hedychium coronarium J. König	Lírio-do-brejo	Zingiberaceae	0	0	0	1	0	0	0	0,14
H'			0	0	0,41	0	0,41	0,22	0,58	0,23
J'			0	0	0,86	0	0,86	0,72	0,96	0,49

* No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto não houve coletas.

Tabela 1.8 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *M. q. quadrifasciata* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,06	1	0	0	0	0	0	0,15
Solanum mauritianum Scop.	Fumo-bravo	Solanaceae	0,93	0	0,6	0,1	0	0	0	0,23
Ricinus communis L.	Mamona	Euphorbiaceae	0,01	0	0	0	0	0,39	0,1	0,08
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	Chal-Chal	Sapindaceae	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0,09
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0,1	0,15	0,62	0	0,13
Psidium cattleianum Sabine	Araçá	Myrtaceae	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0,04
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0	0	0	0,3	0,29	0	0	0,09
Trema micrantha (L.) Blume	Candiúva	Cannabaceae	0	0	0,1	0	0	0	0	0,01
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0,1	0	0	0	0,01
Hovenia dulcis Thunb	Uva-do-Japão	Rhamnaceae	0	0	0	0	0,56	0	0	0,08
P. rigida (Benth.)	Angico	Fabaceae	0	0	0	0	0,01	0	0	0,0007

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Canavalia ensiformis (L.) DC	Feijão-de-porco	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,4	0,06
Citrus aurantifolia (Christm.)	Lima	Rutaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,0006
		Euphorbiaceae	0	0	0,2	0	0	0	0	0,03
Monocotiledonea			0	0	0	0,1	0	0	0	0,01
H'			0,14	0	0,5	0,8	0,43	0,29	0,4	0,36
J'			0,22	0	0,8	0,9	0,72	0,96	0,9	0,65

* Nos meses de abril a agosto não houve coletas.

A espécie vegetal *E. grandis*, foi a espécie que obteve maior média de grãos de pólen nas amostras das operárias (Tabela 1.7). O mesmo ocorreu para as *M. q. quadrifasciata* do município de Barão de Cotegipe – RS. Na análise das reservas de pólen, a espécie *Solanum mauritanum* Scop., obteve a maior média (Tabela 1.8). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de janeiro ($H' = 0,58$) para as análises das operárias e no mês de outubro ($H' = 0,8$) para as reservas. Já o Índice de Pielou mostrou maior distribuição uniforme de espécies no mês de janeiro ($J' = 0,96$) para as operárias e no mês de dezembro ($J' = 0,96$) para as reservas.

3.2.3 Scaptotrigona depilis

Os resultados das espécies vegetais identificadas em cada mês, para a espécie *S. depilis*, a proporção polínica que cada uma representou, bem como o Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.9 para operárias e tabela 1.10 para reservas polínicas.

Tabela 1.9 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *S. depilis* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J' .

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0,11
S. romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0,2	0	0,03

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Parapiptadenia rigida (Benth.)	Angico	Fabaceae	0	0	0	0	0,5	0	0	0,07
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Anacardiaceae	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0,07
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0,25	0,5	0	0	0	0	0	0,11
Emilia fosberguii Nicolson	Serralhinha	Asteraceae	0	0	0	0	0	0,8	0	0,11
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0,6	0	0	0	0	0,09
Pereskia aculeata Mill.	Ora-pro-nobis	Cactaceae	0	0	0,4	0	0	0	0	0,06
Hedychium coronarium J. König	Lírio-do-brejo	Zingiberaceae	0	0	0	1	0	0	0	0,14
Crotalaria ochroleuca G. Don.	Crotalária	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	1	0,14
Monocotiledonea			0	0	0	0	0,5	0	0	0,07
H'			0,45	0,45	0,29	0	0,3	0,22	0	0,24
J'			0,95	0,95	0,97	0	1	0,72	0	0,66

* No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto não houve coletas.

Tabela 1.10 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *S. depilis* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Biden pilosa L.	Picão	Asteraceae	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,01
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0,22	0,55	1	0	0	0	0	0	0,22
Foeniculum vulgare Mill.	Funcho	Apiaceae	0,07	0	0	0	0	0	0	0,1	0,02
Amphilophium crucigerum (L.) L. G. Lohmann	Pente-de-macaco	Bignoniaceae	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0,08	0,02	0	0,2	0,63	0,57	0,28	0,8	0,32
Parapiptadenia rigida (Benth.)	Angico	Fabaceae	0,06	0,03	0	0	0	0,43	0	0	0,07
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0,41	0,26	0	0,4	0	0	0	0	0,13
Baccharis dracunculifolia DC.	Vassoura	Asteraceae	0,05	0,04	0	0	0	0	0	0	0,01
Emilia fosberguii Nicolson	Serralhinha	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0,61	0,1	0,08
A.recurva(Benth.)	Acacia	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0,11	0	0,01

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,01
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá	Myrtaceae	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,04
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Myrtaceae	0	0	0	0	0,37	0	0	0	0,05
<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Solanaceae	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,01
		Rosaceae	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,01
		Euphorbiaceae	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0,01
Não identificado			0	0	0	0	0	0	0	0,003	
H'			0,77	0,56	0	0,6	0,29	0,3	0,39	0,3	0,4
J'			0,85	0,67	0	0,9	0,95	0,99	0,82	0,5	0,7

* Nos meses de maio a agosto não houve coletas.

As espécies vegetais *Crotalaria ochroleuca* G. Don e *Hedychium coronarium* J. König. foram as espécies que demonstraram maior média de grãos de pólen nas amostras das operárias (Tabela 1.9). Na análise das reservas de pólen, a espécie *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman obteve a maior média (Tabela 1.10).

O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais nos meses de março e abril ($H' = 0,45$) para as análises das operárias e no mês de fevereiro ($H' = 0,77$) para as reservas. Já o Índice de Pielou mostrou maior uniformidade na distribuição de espécies vegetais no mês de novembro ($J' = 1$) para as operárias e no mês de dezembro ($J' = 0,99$) para as reservas.

3.2.4 *Tetragonisca angustula*

Os resultados das espécies vegetais identificadas em cada mês, para a espécie *T. angustula*, a proporção polínica que cada uma representou, Índice de Shannon (H') e o Índice de Pielou (J') estão listados na tabela 1.11 para operárias e tabela 1.12 para reservas polínicas.

Tabela 1.11 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das operárias de *T. angustula* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome popular	Família	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0	0,8	0	0	0	0	0	0,11
Foeniculum vulgare Mill.	Funcho	Apiaceae	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,06
Trema micrantha (L.) Blume	Candiúva	Cannabaceae	0,67	0	0	0	0	0	0	0,1
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0	0	0	0	0	0	0,2	0,03
Lagerstroemia indica (L.) Pers	Extremosa	Lythraceae	0,33	0	0	0	0	0	0	0,05
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0,09
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Myrtaceae	0	0	0,25	0	0	0	0	0,04
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	0	0	0,75	0	0	0	0	0,11
Fridericia chica (Bonpl.) L. G. Lohmann	Crajiru	Bignoniaceae	0	0	0	0	0,4	0	0	0,06
Hovenia dulcis Thunb	Uva-do-Japão	Rhamnaceae	0	0	0	0,2	0	0	0	0,03
Phaseolus vulgaris L.	Feijão	Fabaceae	0	0	0	0	0,2	0	0	0,03
Butia eriospatha Mart. ex Drude	Butiá	Palmae	0	0	0	0	0	0	0,4	0,06
Portulaca grandiflora Hook	Onze-horas	Portulacaceae	0	0	0	0	0	0,4	0	0,06
Pithecoctenium crucigerum (L.) L. G. Lohmann	Pente-de-macaco	Bignoniaceae	0	0	0	0	0,4	0	0	0,06
Cassia fistula L.	Canafístula	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0	0,0002
		Poaceae	0	0	0	0	0	0,4	0	0,06
		Asteraceae	0	0	0	0,2	0	0	0	0,03
Não identificado			0	0	0	0	0	0,2	0,03	
H'			0,28	0,22	0,24	0,58	0,46	0,46	0,44	0,38
J'			0,92	0,72	0,81	0,96	0,96	0,96	0,64	0,85

* No mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto não houve coletas.

Tabela 1.12 – Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas das reservas de *T. angustula* de Guatambú – SC, proporção polínica mensal, H' e J'.

Espécies vegetais	Nome Popular	Família	Fev	Mar	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Média
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	0,01	0,12	0	0,22	0,62	0,02	0	0,14
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Funcho	Apiaceae	0	0,01	0	0	0	0,12	0	0,02
<i>Citrus aurantium</i> L.	Laranja	Rutaceae	0	0	0	0	0	0,01	0	0
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Myrtaceae	0	0,02	0	0	0,11	0	0	0,02
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.)	Angico	Fabaceae	0	0	0	0,04	0	0	0	0,01
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	Cannabaceae	0,02	0,45	0,06	0	0	0	0,54	0,15
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Arecaceae	0,78	0,06	0,47	0,61	0,16	0,8	0,46	0,48
<i>Lagerstroemia indica</i> (L.) Pers.	Extremosa	Lythraceae	0	0,09	0	0	0	0	0	0,01
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassoura	Asteraceae	0	0,01	0	0	0	0	0	0
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Ligustro	Oleaceae	0	0	0,05	0	0,05	0,04	0	0,02
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	Solanaceae	0	0	0,16	0	0	0	0	0,02
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	Manacá	Melastomataceae	0	0	0,26	0	0	0	0	0,04
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann	Crajiú	Bignoniaceae	0	0	0	0	0,07	0,01	0	0,01
Não identificado			0,2	0,23	0	0,14	0	0	0,01	0,08
H'			0,26	0,66	0,57	0,48	0,5	0,11	0,32	0,42
J'			0,44	0,73	0,82	0,69	0,72	0,15	0,67	0,6

* Nos meses de abril a agosto não houve coletas.

As espécies vegetais *Raphanus raphanistrum* L. e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos foram as espécies que demonstraram maior média de grãos de pólen nas amostras das operárias (Tabela 1.11). Na análise das reservas de pólen, a espécie *Syagrus romanzoffiana* obteve a maior média (Tabela 1.12), assim como para a espécie *S. depilis* do município de Guatambú - SC.

O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de outubro (H' = 0,58) para as análises das operárias e no mês de março (H' =

0,66) para as reservas. Já o Índice de Pielou mostrou maior uniformidade na distribuição de espécies vegetais nos meses de outubro a dezembro ($J' = 0,96$) para as operárias e no mês de setembro ($J' = 0,82$) para as reservas.

3.3 DISTÂNCIA POLÍNICA

As distâncias percorridas pelas Meliponinae variaram de acordo com as espécies estudadas e também nos meses de coleta (Figura 1.7). Nas coletas realizadas no meliponário do município de Barão de Cotegipe, as espécies *M. q. quadrifasciata* e *S. depilis* atingiram uma distância de forrageamento semelhante. Através das espécies identificadas nas análises polínicas, observou-se que *M. q. quadrifasciata* se deslocou menos no mês de setembro, cerca de 76m, e os meses com maior dispersão foram de março a maio, cerca de 300m. *S. depilis* deslocou-se menos em outubro, cerca de 98m e teve maior dispersão no mês de novembro, cerca de 301m. A espécie *T. angustula* foi a espécie que demonstrou ser mais restrita, coletando espécies vegetais que se encontravam no entorno do meliponário. O mês em que menos se deslocou para coleta foi outubro, cerca de 40m. No mês de fevereiro foi o mês em que mais dispersou, cerca de 130m.

As Meliponinae estudadas no município de Guatambú – SC, tiveram padrões de dispersão diferentes do município de Barão de Cotegipe – RS (Figura 1.8). Operárias de *M. q. quadrifasciata* dispersaram menos no mês de dezembro, cerca de 60m. O mês de outubro foi o que teve maior dispersão das operárias para as coletas das espécies vegetais, cerca de 428m. *S. depilis* dispersou menos durante as coletas do mês de dezembro, cerca de 42m e mais no mês de outubro, cerca de 393m. *T. angustula* foi a espécie que mostrou mais restrição, assim como em Barão de Cotegipe. O mês que menos dispersou foi em abril, cerca de 18m, e setembro foi o mês em que mais dispersaram em busca dos recursos, cerca de 174m.

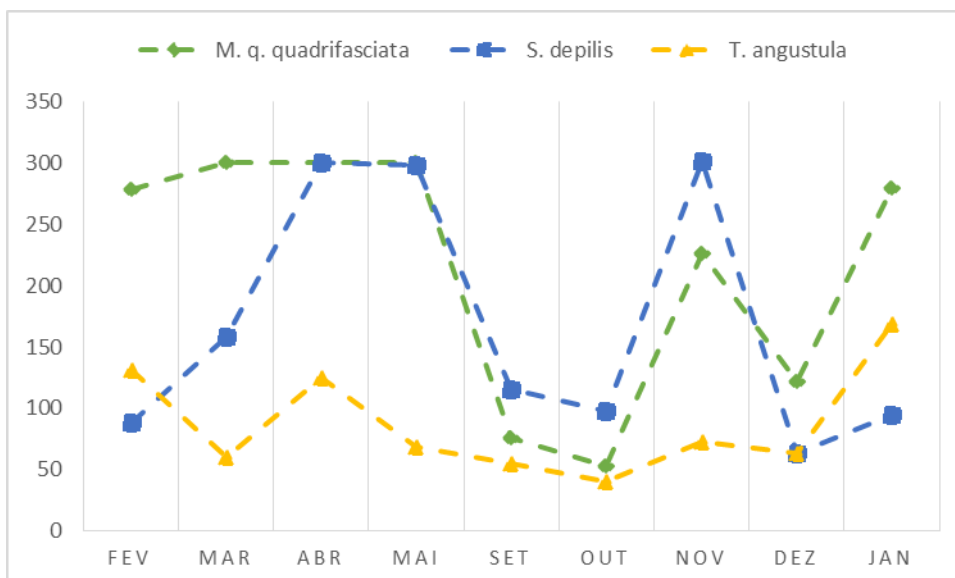


Figura 1.7 – Distâncias percorridas mensalmente pelas Meliponinae do município de Barão de Cotegipe - RS para a coleta de pólen.

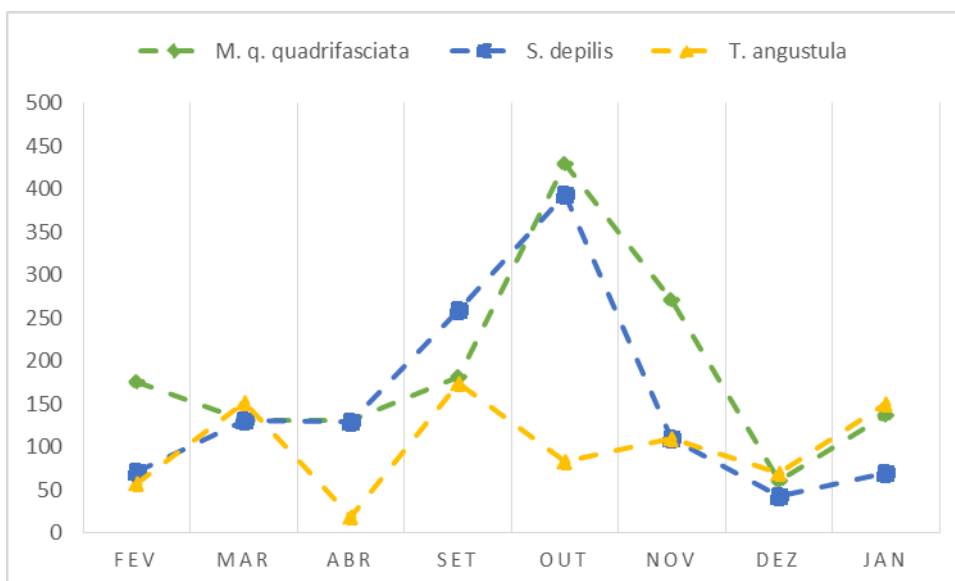


Figura 1.8 – Distâncias percorridas mensalmente pelas Meliponinae do município de Guatambú – SC para coleta de pólen.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

3.4.1 Riqueza de espécies vegetais

Os valores encontrados na riqueza de espécies vegetais das reservas polínicas das três espécies de Meliponinae estudadas nos dois municípios, foram comparados por ANOVA de dois fatores seguidas do Teste de Tukey (Tabela 1.13).

Tabela 1.13 - Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para número de espécies polínicas observadas nas reservas de pólen das colmeias de Meliponinae de Barão de Cotegipe - RS e Guatambú - SC.

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrados médios	Valor de <i>F</i>	Valor de <i>P</i>
Interação	2	6,167	3,083	1,161	0,3334
Local	1	2,25	2,25	0,4957	0,4975
Espécies	2	54,06	27,03	10,18	0,0009
Pareamento	10	45,39	4,539	1,709	0,1476
Resíduo	20	53,11	2,656		

Com a ANOVA foi possível observar que as espécies de Meliponinae diferem significativamente entre si ($P = 0,0009$). O teste de Tukey apontou que *M. q. quadrifasciata* apresentou riqueza de espécies vegetais significativamente menor que *T. angustula* ($P < 0,05$).

3.4.2 Índice de Shannon

Os valores obtidos no Índice de Shannon calculados a partir das reservas polínicas das três espécies de Meliponinae estudadas nos dois municípios, foram comparados por ANOVA de dois fatores seguidas do Teste de Tukey (Tabela 1.14).

Tabela 1.14 - Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para Índice de Shannon de espécies polínicas observadas nas reservas de pólen das colmeias de Meliponinae de Barão de Cotegipe - RS e Guatambú - SC.

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrados médios	Valor de <i>F</i>	Valor de <i>P</i>
Interação	2	0,04537	0,02268	0,4268	0,6584
Local	1	0,0179	0,0179	0,1594	0,6981
Espécies	2	0,8365	0,4183	7,869	0,003
Pareamento	10	1,123	0,1123	2,112	0,0742
Resíduo	20	1,063	0,05316		

Com a ANOVA foi possível observar que as espécies de Meliponinae diferem significativamente entre si ($P = 0,003$). O teste de Tukey apontou que *M. q. quadrifasciata* apresentou riqueza de espécies vegetais significativamente menor que *T. angustula* ($P < 0,05$).

3.4.3 Distâncias Polínicas

Os valores obtidos no cálculo das distâncias percorridas pelas Meliponinae para coleta dos recursos identificados nas reservas polínicas do interior das colmeias nos dois municípios, foram comparados por ANOVA de dois fatores seguidas do Teste de Tukey (Tabela 1.15).

Tabela 1.15 - Síntese de resultados para ANOVA de dois fatores com medidas repetidas (dados) mensais (Fev, Mar, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para os valores de distâncias mínimas médias de dados polínicos das reservas de Meliponinae de Barão de Cotegipe - RS e Guatambú - SC.

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrados médios	Valor de <i>F</i>	Valor de <i>P</i>
Interação	2	15820	7911	2,185	0,145
Local	1	18760	18760	7,085	0,029
Espécies	2	52790	26400	7,292	0,0056
Pareamento	8	21190	2649	0,7316	0,6632
Resíduo	16	57920	3620		

Com a ANOVA foi possível observar que as espécies de Meliponinae diferem significativamente entre si ($P = 0,0056$). A diferença também foi significativa entre os locais de coleta ($P = 0,029$). As distâncias mínimas médias estão listadas na tabela 1.16.

Tabela 1.16 - Distância mínima média correspondente às reservas polínicas considerando os seis meses (Fev, Mar, Abr, Nov, Dez de 2015 e Jan de 2016), para cada local.

	M. q. quadrifasciata	S. depilis	T. angustula
Barão de Cotegipe	229,0 ± 81,5	163,2 ± 92,3	74,49 ± 58,0
Guatambú	119,8 ± 45,2	86,7 ± 39,6	71,56 ± 31,9

4 DISCUSSÃO

4.1 RIQUEZA DE ESPÉCIES VEGETAIS

As operárias do meliponário de Barão de Cotegipe - RS coletaram maior número de espécies vegetais, que variaram de 1 a 8 espécies mensais durante o período da pesquisa, comparando com as operárias do município de Guatambú - SC, que coletaram de 1 a 5 espécies mensais. O que diferenciou entre as espécies de abelhas foram os meses de coleta devido a interrupção e ou pausa das atividades das operárias. No mês de abril e nos meses de junho a agosto, não foram coletadas operárias de *M. q. quadrifasciata* em Barão de Cotegipe. As operárias de *S. depilis* e *T. angustula* não foram coletadas nos meses de junho a agosto. Já em Guatambú, operárias de *M. q. quadrifasciata* não foram coletadas no mês de fevereiro e nos meses de maio a agosto, tendo então um mês a menos de coleta que o município de Barão de Cotegipe. O mesmo ocorreu para as espécies *S. depilis* e *T. angustula*, tendo estas, dois meses de coleta a menos que as operárias de Barão de Cotegipe.

A riqueza de espécies vegetais identificadas nas reservas polínicas das Meliponinae variaram de 1 a 8 espécies nos dois municípios de coletas. Devido a interrupção das atividades pelas operárias, houve diferenças nas coletas entre os dois municípios e também entre as espécies de Meliponinae. Não houve coletas das

reservas polínicas de *M. q. quadrifasciata* nos meses de maio a outubro. *S. depilis* e *T. angustula* não tiveram coletas de reservas polínicas nos meses de junho a agosto e também no mês de outubro no meliponário de Barão de Cotegipe. Já em Guatambú, não houve coletas de reservas polínicas de *M. q. quadrifasciata* nos meses de abril a agosto, tendo um mês de coleta a mais que em Barão de Cotegipe. Para as espécies *S. depilis* e *T. angustula* não houve coletas de reservas polínicas nos meses de maio a agosto, tendo então o mesmo número de coletas que as espécies correspondentes do município de Barão de Cotegipe.

Uma pesquisa com a abelha *M. q. quadrifasciata*, entre abril de 1998 e novembro de 1999 em Belo Horizonte – MG, identificou a preferência da Meliponinae por espécies vegetais. A amostragem era por meio de visualização em campo, onde foi contabilizado 103 espécies com floração neste período e *M. q. quadrifasciata* visitou apenas 22 destas espécies florísticas (Antonini et al., 2006). Este estudo difere do nosso, pois, analisamos as cargas polínicas de operárias e também reservas polínicas das colmeias. Mas, podemos perceber que das três espécies de Meliponinae estudadas, *M. q. quadrifasciata* é a espécie que mais restringe suas coletas, coletando pólen de um número menor de espécies vegetais, quando comparada com as demais espécies estudadas (Figura 1.3 e 1.5).

A dieta polínica da espécie *S. depilis* foi pesquisada no período de setembro de 2006 a agosto de 2007, em Dourados – MS. O pólen foi retirado das operárias e neste período foram identificados 42 tipos polínicos (Ferreira et al., 2010). Em nosso estudo foram identificados 35 tipos polínicos coletados por *S. depilis* nos dois municípios de coleta, sendo um valor semelhante ao encontrado no estudo anterior.

Um estudo com amostras de mel de *T. angustula*, realizado entre os anos de 2010 e 2012, no estado do Pará, coletou 16 amostras de mel no município de Belterra e 14 amostras no município de Santarém. Foi encontrado 58 tipos polínicos nas amostras de Belterra e 45 tipos polínicos nas amostras de Santarém. A riqueza de tipos polínicos encontrados por amostra variou entre 11 a 23 (Novais & Absy, 2015). Este estudo foi realizado com amostras de mel, diferentemente do nosso que analisou a dieta polínica das espécies de Meliponinae estudadas, entre elas *T. angustula*. Mas, comparando com nossa pesquisa, a riqueza de tipos polínicos por amostra de mel encontrada por Novais & Absy 2015 foi maior que em nosso estudo.

4.2 MELIPONA QUADRIFASCIATA QUADRIFASCIATA

Operárias do meliponário de Barão de Cotegipe – RS, visitaram 7 espécies vegetais no período de coletas. Destas, 6 eram árvores e 1 palmeira. A espécie com maior média de proporção polínica foi *E. grandis* (0,41), em seguida a espécie *S. mauritianum* (0,29). *E. grandis* é uma espécie exótica pertencente a família Myrtaceae, é bastante cultivada para usos industriais, possui floradas abundantes o que pode estar associada a preferência das abelhas. *Solanum mauritianum* é uma espécie nativa, pertencente à família Solanaceae, possui floração em praticamente todo o ano. É utilizada para usos medicinais, e tem grande importância como alimentação da avifauna. É conhecida como invasora de terreno baldios e apresenta elevada ocorrência em nossa região, tornando-se fonte de recursos para as abelhas e demais polinizadores.

Estas são duas espécies arbóreas bastante comuns na região e que oferecem grande quantidade de recursos durante suas florações. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de outubro ($H' = 0,42$), enquanto que o Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies nos meses de novembro a janeiro ($J' = 0,81$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 8 espécies vegetais, e novamente a maioria eram árvores (5 espécies). *E. grandis* foi a espécie com maior média de proporção polínica (0,57) seguida de *S. mauritianum* com (0,16). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade das espécies vegetais no mês de novembro ($H' = 0,6$), o mesmo ocorreu para o Índice de Pielou com a uniformidade de distribuição das espécies vegetais ($J' = 0,8$).

No município de Guatambú – SC a preferência das *M. q. quadrifasciata* foi igual as do meliponário de Barão de Cotegipe. Operárias visitaram 10 espécies vegetais, a maioria árvores (7 espécies). *E. grandis* teve a maior média dos grãos de pólen identificados (0,31) e *S. mauritianum* teve a segunda maior proporção polínica (0,14). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de janeiro ($H' = 0,58$), bem como o Índice de Pielou ($J' = 0,96$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 15 espécies, sendo 10 espécies arbóreas. A maior média de proporção polínica foi da espécie *S. mauritianum* (0,23) seguida da espécie *E. grandis* (0,15). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de outubro ($H' = 0,8$) e o Índice de Pielou

demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies no mês de dezembro ($J' = 0,96$).

Uma pesquisa realizada no município de Criciúma – SC no período de setembro de 2008 a agosto de 2009 com a espécie *M. q. quadrifasciata*, identificou 19 tipos polínicos coletados pelas operárias e também de reservas polínicas do interior da colmeia. A espécie *E. grandis* foi a que teve maior representação de grãos de pólen, acima de 45% (Pinheiro Zanoni, 2009). O mesmo ocorreu em nossa pesquisa, deste modo percebemos a preferência destas abelhas por espécies arbóreas que oferecem recursos florais em abundância.

4.3 SCAPTOTRIGONA DEPILIS

Operárias do meliponário de Barão de Cotegipe – RS, visitaram 16 espécies vegetais no período de coleta, destas, 9 eram árvores. A espécie com maior média de proporção polínica foi *E. grandis* (0,41), em seguida a espécie *Bidens pilosa* L. (0,19). *B. pilosa* é uma erva da família Asteraceae. Conhecida como Picão, é considerada daninha em alguns habitats. Em nossa região é uma erva ruderal, mas em outros locais é utilizada na alimentação e também em usos medicinais. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de janeiro ($H' = 0,46$), o mesmo ocorreu para o Índice de Pielou ($J' = 0,96$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 16 espécies vegetais, assim como na análise das operárias e novamente a maioria eram árvores (9 espécies). *E. grandis* foi a espécie com maior média de proporção polínica (0,45) e *B. pilosa* em segundo com (0,13). O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade das espécies vegetais no mês de novembro ($H' = 0,65$), o mesmo ocorreu para o Índice de Pielou ($J' = 0,83$).

No município de Guatambú – SC operárias visitaram 11 espécies vegetais, sendo árvores, arbustos e plantas herbáceas. *Crotalaria ochroleuca* G. Don, e *Hedychium coronarium* J. König, foram as espécies com maior proporção polínica (0,14). As duas espécies formam arbustos com flores sendo bastante comuns na região de estudo, servindo como recurso para os polinizadores. *C. ochroleuca* é uma espécie pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa anual que floresce no verão. Utilizada na agricultura, forma uma grande área de forrageio para os polinizadores. *H. coronarium* é uma espécie exótica utilizada na ornamentação e

comumente encontrada em bordas de florestas e terrenos baldios. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais nos meses de março e abril ($H' = 0,45$) e o Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies vegetais no mês de novembro ($J' = 1$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 17 espécies, entre elas, árvores, arbustos, herbáceas e palmeira. A maior média de proporção polínica foi da espécie *Syagrus romanzoffiana* (0,32) seguida da espécie *Eucalyptus grandis* (0,22). *S. romanzoffiana* é uma espécie pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira nativa da Mata Atlântica. É utilizada como ornamental e também em reflorestamentos, floresce várias vezes durante o ano. Serve de recurso alimentar a diversas espécies de polinizadores, como abelhas e pássaros. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de fevereiro ($H' = 0,77$) e o Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies no mês de novembro ($J' = 0,99$).

Em uma pesquisa realizada no estado do Mato Grosso do Sul no Brasil, com a espécie *S. depilis*, no período de setembro de 2006 a agosto de 2007 com coletas de operárias, foi identificado 42 tipos polínicos. *E. grandis* foi a espécie com maior representatividade polínica (31,6%) (Ferreira et al., 2010). Os resultados da pesquisa corroboram com os nossos, quanto a espécie *E. grandis*, encontrada com maior representatividade nas operárias e reservas de Barão de Cotegipe e como segunda maior média polínica nas reservas de Guatambú.

4.4 TETRAGONISCA ANGUSTULA

Operárias do meliponário de Barão de Cotegipe – RS, visitaram 17 espécies vegetais no período de coleta, sendo árvores, arbustos, herbáceas e palmeira. A espécie com maior média de proporção polínica foi *Foeniculum vulgare* (0,13), em seguida a espécie *Butia eriospatha* Mart. ex (Drude) Becc. (0,11). *F. vulgare* é uma planta herbácea conhecida popularmente como funcho, é utilizada como planta medicinal, alimentícia, entre outros fins. Comumente é encontrada em hortas e suas flores atraem diversos polinizadores, servindo de recurso alimentar para estas espécies. *B. eriospatha* pertence à família Arecaceae, tem frutos apreciados pelo homem e pela fauna. É uma espécie com situação vulnerável no estado de conservação, sofrendo com queimadas que impedem sua regeneração natural. O

Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de novembro ($H' = 0,68$), o mesmo ocorreu para o Índice de Pielou ($J' = 0,97$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 19 espécies vegetais, entre elas árvores, arbustos, herbáceas e palmeira. *Ligustrum lucidum* foi a espécie com maior média de proporção polínica (0,19) seguida de *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle e *Eucalyptus grandis* (0,15). *L. lucidum* é uma espécie exótica pertencente à família Oleaceae, comumente utilizada na ornamentação de cidades. Possui floração em massa, sendo atrativa aos polinizadores que forrageiam em busca de recursos. *C. aurantifolia* é uma espécie pertencente à família Rutaceae, conhecida popularmente como Lima, possui floração em várias épocas do ano, tendo suas flores apreciadas pelas abelhas. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade das espécies vegetais nos meses de março e abril ($H' = 0,64$), o Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies vegetais no mês de abril ($J' = 0,82$).

No município de Guatambú – SC operárias visitaram 18 espécies vegetais, sendo árvores, arbustos, herbáceas e palmeira. *Raphanus raphanistrum* e *Handroanthus impetiginosus*, foram as espécies com maior proporção polínica (0,11). *R. raphanistrum* é uma espécie pertence à família Brassicaceae, é uma herbácea considerada invasora em nossa região. Floresce em todas as épocas do ano, cresce entre cultivos e serve como recurso para os polinizadores. *H. impetiginosus* pertence à família Bignoniaceae, é conhecido popularmente como Ipê-roxo sendo uma árvore nativa da Mata Atlântica, é utilizada na ornamentação e também em usos medicinais. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de outubro ($H' = 0,58$) e o Índice de Pielou demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies vegetais nos meses de outubro a dezembro ($J' = 0,96$).

Nas reservas polínicas foram identificadas 14 espécies, entre elas, árvores, arbustos, herbáceas e palmeira. A maior média de proporção polínica foi da espécie *S. romanzoffiana* (0,48) seguida da espécie *Trema micrantha* (L.) Blume (0,22). *T. micrantha* pertence à família Cannabaceae, é conhecida popularmente como Candiúva. Trata-se de uma árvore nativa brasileira, seus frutos são consumidos pela avifauna, tendo importante papel ecológico. É também utilizada na indústria para lenha e também fabricação de pólvora. O Índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies vegetais no mês de março ($H' = 0,66$) e o Índice de Pielou

demonstrou maior uniformidade na distribuição das espécies vegetais no mês de setembro ($J' = 0,82$).

Uma pesquisa realizada em um fragmento florestal de Mata Atlântica localizado no estado do Espírito Santo no Brasil, identificou 32 tipos polínicos com análise das coletas de operárias de *T. angustula*. As coletas foram feitas por 12 meses e as famílias botânicas com maior representatividade de grãos de pólen foram Fabaceae e Myrtaceae (Leite et al., 2015). Em nossa pesquisa foram identificados 38 tipos polínicos entre os dois locais de coleta. Demonstrando que *T. angustula* possui um hábito generalista em relação aos recursos disponíveis.

4.5 DISTÂNCIA POLÍNICA

As distâncias percorridas pelas espécies de Meliponinae variaram, a espécie *T. angustula* foi a que menos dispersou em busca dos recursos nas duas áreas de coleta. Já as espécies *S. depilis* e *M. q. quadrifasciata* mantiveram um padrão semelhante, variando a distância de acordo com os meses e a disponibilidade de recursos florais (Figuras 1.7 e 1.8).

Segundo Ballivián 2008, abelhas Meliponinae podem se dispersar de 500 a 2.400 metros das colmeias em busca de recursos. A espécie *T. angustula* forrageia em torno de 500m no entorno da colmeia. *S. depilis* em torno de 700m e *M. q. quadrifasciata* até 2500 metros. As distâncias percorridas pelas Meliponinae não ultrapassaram nenhuma das distâncias estimadas pelo autor.

5 CONCLUSÃO

As espécies de Meliponinae estudadas apresentaram preferências polínicas semelhantes com relação as duas áreas de coleta. *M. q. quadrifasciata* apresentou preferências por espécies arbóreas com floração massiva. *S. depilis* visitou árvores e plantas herbáceas com proporções polínicas semelhantes, demonstrando não ser tão seletiva na busca pelos recursos quanto *M. q. quadrifasciata*. *T. angustula* demonstrou ser uma espécie generalista, aproveitando todos os tipos de recursos presentes no entorno das colmeias.

M. q. quadrifasciata e *S. depilis* possuem capacidade de dispersão semelhante, este fato pode estar associado ao tamanho corporal das espécies, uma vez que *T. angustula* dispersa menos, sendo uma abelha de tamanho corporal menor. Outro fator que pode estar relacionado a dispersão das abelhas é a preferência floral, sendo que *M. q. quadrifasciata* e *S. depilis* visitaram maior número de espécies arbóreas, que estariam mais distantes das colmeias e por esse motivo dispersaram mais que *T. angustula* que coletou pólen de espécies herbáceas que estavam no entorno das colmeias. O terreno também pode influenciar na dispersão das espécies, sendo o relevo e o clima influenciáveis na capacidade de voo das abelhas, fazendo com que elas gastem maior quantidade de energia para obter os recursos para as colmeias.

O estudo colabora para o conhecimento dos recursos utilizados pelas espécies de Meliponinae estudadas, sendo importante para a divulgação destas espécies e seu papel nos ecossistemas. Como polinizadoras prestam serviços ecossistêmicos em grande escala, visitando fragmentos florestais e também plantas de cultivo agrícola. O uso de abelhas Meliponinae é amplo, podendo trazer lucros para os produtores rurais e estes por sua vez, conhecendo estas espécies auxiliam na preservação das mesmas. Porém, o assunto é pouco discutido tendo uma lacuna na literatura científica sobre o assunto em muitas áreas de ocorrência destas importantes espécies de abelhas nativas.

CAPÍTULO 2

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E POLÍNICO EM MÉIS DE MELIPONINAE NO SUL DO BRASIL

RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar o mel de quatro espécies de abelhas Meliponinae provenientes das regiões Oeste do estado de Santa Catarina e da região Norte do estado do Rio Grande do Sul. As espécies estudadas foram, *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811), *Scaptotrigona depilis* (Moure 1942), *Scaptotrigona postica* (Latreille 1807) e *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepeletier 1836). As amostras de mel foram analisadas por meio de análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas. Com a análise polínica foi possível identificar as plantas utilizadas pelas abelhas como recurso alimentar, e conseqüentemente fabricação do mel. Espécies arbóreas foram as que tiveram maior representatividade de grãos de pólen, 50% das amostras analisadas tiveram como pólen dominante a espécie *Eugenia uniflora* L. As análises físico-químicas demonstraram características de umidade, °brix, pH, acidez livre, hidroximetilfurfural (HMF), cinzas e minerais. Os resultados obtidos foram similares a outros estudos realizados anteriormente, com exceção do HMF que apresentou resultados baixos, indicando autenticidade do mel. Com a detecção de alguns minerais na composição do mel, pode-se observar que a espécie *T. angustula* demonstrou maior concentração de minerais, com relação às demais espécies de Meliponinae. As análises microbiológicas de coliformes totais apresentaram resultados positivos para quatro das doze amostras analisadas. Coliformes termotolerantes ocorreram em três amostras, Bolores e leveduras tiveram ocorrência em todas as amostras enquanto que o resultado foi negativo para *Clostridium botulinum*.

Palavras-chave: Meliponinae. Caracterização do mel. Análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas.

1 INTRODUÇÃO

O mel é um alimento natural produzido por abelhas melíferas, é considerado complexo devido ao alto número de substâncias encontradas em sua composição. Por ser um produto natural, sua composição varia de acordo com as espécies de abelhas produtoras, recurso alimentar por elas utilizado, condições geográficas e climáticas (Karabagias et al., 2014). Entre os principais constituintes do mel, estão os açúcares (principalmente glicose e frutose), enzimas, proteínas, ácidos orgânicos, minerais, grãos de pólen e ceras (Manzanares et al., 2014).

Meliponinae são abelhas eussociais conhecidas como abelhas sem ferrão com ocorrência em regiões neotropicais. O Brasil possui cerca de 300 espécies de abelhas Meliponinae. O Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, possuem em torno de 24 espécies de abelhas sem ferrão, sendo que três delas já estão ameaçadas de extinção (Witter & Nunes-Silva, 2014). A ocorrência natural destas abelhas ocorre em ocos de árvores, mas atualmente elas estão sendo criadas em caixas, prática conhecida como meliponicultura. Estudos envolvendo abelhas Meliponinae são de extrema importância, pois, devido o avanço da agricultura e o crescimento das cidades, diminuíram os lugares de nidificação das espécies e as fontes de alimento, resultando na diminuição da polinização realizada pelas abelhas sem ferrão, bem como suas populações (Balliván, 2008).

O mel de abelhas sem ferrão é bastante valorizado e algumas espécies como *Tetragonisca angustula* produzem mel com propriedades terapêuticas e efeito bactericida. O sabor do mel também é bastante apreciado, e desta forma possui um valor alto quando comparado com mel de *Apis mellifera* (Villas-Bôas, 2012). Estudos polínicos, físico-químicos e microbiológicos em méis tem a importância de caracterizar sua origem botânica, bem como sua qualidade para consumo humano. Atualmente no Brasil, não existe legislação para a comercialização de méis de abelhas Meliponinae, existem normativas com base na análise de mel de *A. mellifera* (MAPA, 2013). Estudos comprovam que as características dos méis de abelhas Meliponinae são diferentes das características do mel de *A. mellifera*, tendo a necessidade de padrões próprios para sua comercialização (Souza et al., 2012).

Assim, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar a qualidade dos méis de quatro espécies de abelhas Meliponinae, sendo elas, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepeletier, 1836), conhecida popularmente como Mandaçaia,

Tetragonisca angustula (Latreille, 1811) Jataí, *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) Canudo, através de análises polínicas, físico-químicas, microbiológicas e ainda a espécie *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) Mandaguari, por meio de análises polínicas e físico-químicas. Todas elas em áreas de coleta no norte do estado do Rio Grande do Sul e Oeste do estado de Santa Catarina no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

Foram realizadas análises polínicas e físico-químicas em seis amostras de mel de abelhas sem ferrão, sendo duas amostras da espécie *M. q. quadrifasciata*, duas amostras da espécie *T. angustula*, uma amostra da espécie *S. depilis* e uma amostra da espécie *S. postica* (Tabela 2.1). As amostras para as análises polínicas e físico-químicas foram coletadas nos meses de novembro e dezembro de 2015, em diferentes localidades na região norte do estado do Rio Grande do Sul e região oeste do estado de Santa Catarina (Figura 2.1).

Para as análises microbiológicas foram feitas duas coletas, uma no mês de julho e outra no mês de novembro de 2015, em colônias de três espécies de abelhas sem ferrão, totalizando 12 amostras provenientes de duas regiões (Tabela 2.1). Os ninhos das espécies de abelhas estavam acondicionados em caixas racionais, dispostas em meliponários. O entorno das colmeias apresenta atividades humanas, vegetação de Mata Atlântica e cultivos agrícolas.

Tabela 2.1 – Locais e períodos de coletas das amostras de mel para as análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas.

Amostras	Espécie	Localidade	Coordenadas	Análises
1	<i>T. angustula</i>	Guatambu-SC	27°07'50"S 52°47'18"O	Polínicas e físico-químicas
2	<i>S. depilis</i>	Barão de Cotegipe-RS	27°36'31"S 52°20'48"O	Polínicas e físico-químicas

Amostras	Espécie	Localidade	Coordenadas	Análises
3	<i>M. q.</i> <i>quadrifasciata</i>	Barão de Cotegipe-RS	27°36'31"S 52°20'48"O	Polínicas e físico- químicas
4	<i>S. postica</i>	Caxambu do Sul-SC	27°09'01"S 52°55'30"O	Polínicas e físico- químicas
5	<i>T. angustula</i>	Caxambu do Sul-SC	27°09'01"S 52°55'30"O	Polínicas e físico- químicas
6	<i>M. q.</i> <i>quadrifasciata</i>	Caxambu do Sul-SC	27°09'01"S 52°55'30"O	Polínicas e físico- químicas
7 e 13	<i>M. q.</i> <i>quadrifasciata</i>	Barão de Cotegipe-RS	27°36'31"S 52°20'48"O	Microbiológicas Jul e Nov/15
8 e 14	<i>S. depilis</i>	Barão de Cotegipe-RS	27°36'31"S 52°20'48"O	Microbiológicas Jul e Nov/15
9 e 15	<i>T. angustula</i>	Barão de Cotegipe-RS	27°36'31"S 52°20'48"O	Microbiológicas Jul e Nov/15
10 e 16	<i>M. q.</i> <i>quadrifasciata</i>	Guatambu-SC	27°07'50"S 52°47'18"O	Microbiológicas Jul e Nov/15
11 e 17	<i>S. depilis</i>	Guatambu-SC	27°07'50"S 52°47'18"O	Microbiológicas Jul e Nov/15
12 e 18	<i>T. angustula</i>	Guatambu-SC	27°07'50"S 52°47'18"O	Microbiológicas Jul e Nov/15

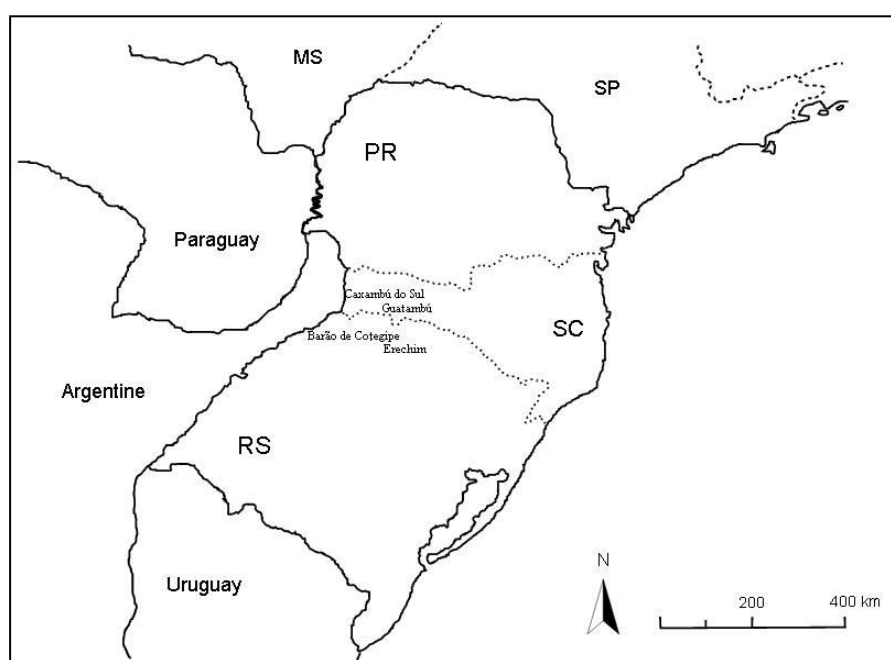


Figura 2.1 – Localização geográfica dos municípios em que foram realizadas as coletas de mel.

As amostras foram obtidas por meio de sucção, utilizando seringa esterilizada e descartável sem agulha. O mel extraído para pesquisa foi retirado de potes de mel fechados do interior das colmeias, o pote fechado indica que o mel produzido pelas abelhas já está maturado e pronto para consumo. De cada colônia foram retirados 200 mL para análises polínicas e físico-químicas e 6 mL para análises microbiológicas. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro esterilizados e mantidos em refrigeração até a realização das análises nos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus de Erechim-RS.

2.2 ANÁLISE POLÍNICA

A preparação da análise polínica seguiu a metodologia de Louveaux (1978), para amostras de mel sem o uso de acetólise. De cada amostra foram retirados 5,0 mL de mel, após, foram homogeneizados com 10,0 mL de água deionizada pré-aquecida. As amostras foram centrifugadas por 5 min em centrífuga com 3.500 rpm e após retirou-se o sobrenadante e adicionou-se 10 mL de água deionizada pré-aquecida, centrifugando por mais 5 min. O material que ficou sedimentado no fundo do tubo foi retirado com uma pipeta e utilizado para a confecção das lâminas de microscopia.

O sedimento foi colocado sobre a lâmina, após foi colocado uma gota de ácido acético. Posteriormente, foi colocado uma gota do corante Azul de Toluidina e gelatina de Kaiser, para fixação do material. As lâminas foram observadas em microscópio e os grãos de pólen foram identificados em comparação com lâminas confeccionadas a partir de flores de espécies coletadas na região de entorno dos meliponários e também em catálogos de pólen disponíveis na literatura. Para analisar a diversidade de espécies vegetais encontradas, foi utilizado o índice de Shannon (H') e o índice de Pielou (J) de equitabilidade.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas de umidade, °brix, pH, acidez livre, hidroximetilfurfural (HMF), cinzas e minerais, foram realizadas seguindo os métodos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990), em triplicatas.

2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo os métodos recomendados da *American Public Health Association* (APHA, 1984).

2.4.1 Coliformes totais e termotolerantes

Estas análises foram realizadas utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP/g), com a preparação dos meios de cultura e inoculação das amostras em diluições seriadas, em testes presuntivos e confirmativos.

2.4.2 Bolores e leveduras e *Clostridium botulinum*

Estas análises foram realizadas com as preparações dos meios de cultura correspondentes e inoculação das amostras em diluições seriadas. A contagem foi feita por meio de unidades formadoras de colônias (UFC/g).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE POLÍNICA

Com a análise polínica das amostras de mel, foi possível identificar 32 tipos polínicos. No mel de *T. angustula* (amostra 1), foram identificados 14 tipos polínicos ($H' = 0,93343$ e $J' = 0,81442$), a maior quantidade de grãos quantificados nesta amostra pertence a uma espécie que não foi possível identificar, sendo 29,29% dos grãos. A segunda espécie com maior número de grãos de pólen quantificados foi a

espécie *Phaseolus vulgaris* L., popularmente conhecido como Feijão, com 18,18% dos grãos quantificados. Para *S. depilis* (amostra 2), foram identificados 11 tipos polínicos, tendo como espécie dominante *Eugenia uniflora* L., popularmente conhecida como Pitangueira, com 51,33% dos grãos quantificados ($H' = 0,75421$ e $J' = 0,72423$).

No mel de *M. q. quadrifasciata* (amostra 3), foram identificados 10 tipos polínicos, sendo *Solanum mauritianum* Scop., popularmente conhecido como Fumo Bravo, a espécie dominante com 44,95% dos grãos de pólen quantificados ($H' = 0,74667$ e $J' = 0,74667$). Para *S. postica* (amostra 4), foram identificados 12 tipos polínicos, tendo como espécie dominante *E. uniflora* L., com 33,08% dos grãos de pólen quantificados ($H' = 0,85008$ e $J' = 0,78771$).

No mel de *T. angustula* (amostra 5), foram identificados 10 tipos polínicos, sendo *Hovenia dulcis* Thunb., popularmente conhecida como Uva-do-Japão, a espécie dominante com 54,68% dos grãos de pólen quantificados ($H' = 0,65139$ e $J' = 0,65139$). No mel de *M. q. quadrifasciata* (amostra 6), foram identificados 6 tipos polínicos, tendo como espécie dominante *E. uniflora* com 41,37% dos grãos de pólen quantificados ($H' = 0,62102$ e $J' = 0,79807$). As espécies identificadas e a proporção polínica de cada uma delas estão listadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Espécies vegetais identificadas nas análises polínicas dos méis das Meliponinae estudadas. A quantidade dos grãos de pólen, estão expressas em porcentagem.

Espécies vegetais	Nome Popular	Forma de vida	Amostras					
			1	2	3	4	5	6
			T. ang.	S. dep.	M. q. q.	S. pos.	T. ang.	M. q. q.
Phaseolus vulgaris L.	Feijão	Herbácea	18,18					
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Ligustro	Árvore	2,02	6,41			4,68	
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Herbácea	2,02				1,28	

Amostras								
Espécies vegetais	Nome Popular	Forma de vida	1	2	3	4	5	6
			T. ang.	S. dep.	M. q. q.	S. pos.	T. ang.	M. q. q.
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Árvore	3,03	51,33	15,59	33,08		41,37
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Palmeira	9,09	6,41		8,82		
Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden	Eucalipto	Árvore		8,55		20,58		
Psidium Cattleianum Sabine	Araçá	Árvore		1,06				
Psidium guajava L.	Goiaba	Árvore		2,13	5,50	0,73		
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Árvore		6,41	4,58			20,68
Hovenia dulcis Thunb	Uva-do-Japão	Árvore		1,06		10,29	54,68	
Acacia recurva Benth	Acacia amarela	Árvore		4,27				
Solanum mauritianum Scop.	Fumo-bravo	Árvore			44,95			
Ricinus communis L.	Mamona	Árvore			4,58			
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	Chal-Chal	Árvore	5,05		0,91	2,94		13,79

Espécies vegetais	Nome Popular	Forma de vida	Amostras						
			1	2	3	4	5	6	
			T. ang.	S. dep.	M. q. q.	S. pos.	T. ang.	M. q. q.	
Rosaceae		-							1,72
Indeterminado		-	29,29	6,41	12,84	11,76	17,96		20,68

O número de tipos polínicos variou entre as amostras de mel, *M. q. quadrifasciata* de Caxambú do Sul - SC foi a espécie produtora de mel onde foram encontrados menos tipos polínicos (6 espécies), e *T. angustula* de Guatambú - SC foi a espécie que apresentou maior variedade em tipos polínicos em seu mel (14 espécies). Totalizando os tipos polínicos nas seis amostras analisadas, foram identificados 32 tipos. Um estudo realizado no estado do Pará, com coletas de mel entre os anos de 2010 e 2012, em dois municípios (Belterra e Santarém) obteve 30 amostras de mel de *T. angustula*. Na análise polínica destas amostras foram identificados 58 tipos polínicos para as amostras do município de Belterra e 45 tipos polínicos para o município de Santarém (Novais & Absy, 2015). Levando em consideração o número de amostras analisadas, nossos resultados tornam-se semelhantes aos encontrados pelos pesquisadores da região Norte do país, diferindo nas espécies vegetais identificadas. A diferença de espécies vegetais está de acordo com as regiões de forrageio das abelhas, uma vez que o estudo acima é realizado na região do baixo Amazonas. E em nossa região de estudo, as abelhas possuem como recurso áreas de cultivos agrícolas e remanescente florestais de Mata Atlântica.

A maioria dos estudos de análise polínica em mel de Meliponinae ocorrem na região Norte do Brasil (Rech & Absy, 2011; Oliveira, 2009). As espécies vegetais identificadas no mel servem como fonte de alimento para a manutenção das colmeias de Meliponinae, o que difere estas espécies é a região de coleta. A espécie *Eugenia uniflora* apareceu com maior frequência polínica em 50% das amostras analisadas, demonstrando ser uma espécie nativa útil em nossa região como recurso para as abelhas. *Solanum mauritianum* também sendo uma espécie nativa de nossa região, contribui significativamente como recurso para as Meliponinae, pois

tem floração praticamente o ano todo. A espécie *Hovenia dulcis*, também apareceu com maior frequência em uma das amostras, sendo uma espécie exótica adaptada em nossa região.

Os valores representados pelo Índice de Shannon variaram de 0,62102 a 0,9334, indicando a diversidade de espécies vegetais. Já o índice de Pielou variou de 0,65139 a 0,81442 demonstrando a uniformidade na distribuição das espécies vegetais identificadas nas amostras analisadas. Novais & Absy 2015, obtiveram resultados médios para $H' = 1,6$ e $J' = 0,6$. Estes valores diferem devido ao nicho que as abelhas possuem para forragear, e também épocas de floração onde a disponibilidade de recursos é maior. Em nossa pesquisa, podemos observar que *T. angustula* obteve maior diversidade de grãos de pólen enquanto que *M. q. quadrifasciata* foi mais restrita na escolha dos recursos.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.2.1 Umidade

O teor de umidade encontrado nas amostras analisadas, variou de 23,8 a > 25% (Tabela 2.3). A legislação existente para a comercialização de mel produzido pela abelha *A. mellifera*, estabelece um valor máximo de 20% de umidade (Codex Alimentarius, 2004; Brasil, 2000). Porém, estudos mostram que a umidade no mel de abelhas Meliponinae varia de 20 a 30%, enquanto que no mel de *A. mellifera* a umidade varia de 15 a 21%. Na tabela 2.4 podemos observar alguns resultados encontrados na literatura, sendo que para a espécie *M. q. quadrifasciata* chegou-se a um valor de 33,78% de umidade no mel (Souza et al., 2016; Billuca, 2014; Monte et al., 2013; Oliveira et al., 2013). Os valores obtidos em nossa pesquisa corroboram resultados anteriores que mostram que o mel de abelhas Meliponinae possui maior teor de umidade que o mel produzido pela abelha *A. mellifera*. Esta característica evidencia a necessidade de uma legislação própria para consumo de méis de abelhas Meliponinae, já que suas propriedades são diferentes do mel de *A. mellifera*.

3.2.2 °Brix

Os valores de °Brix variaram de 66,5 a 74 (Tabela 2.3). Em uma solução, os valores de °Brix estão diretamente relacionados com a quantidade de açúcar presente. Deste modo, no mel a análise de °Brix é importante, pois, pode indicar adulteração (Guarrini et al., 2009). Quando comparamos méis de abelhas sem ferrão com mel de *A. mellifera*, os °Brix são menores, pois os méis de Meliponinae possuem um maior teor de água e menor percentagem de açúcares (Habib et al., 2014). Gois et al., 2015, analisando amostras de mel de *A. mellifera* encontraram valores que variaram de 70,06° a 81,50 °Brix. Os valores de °Brix encontrados em nossa pesquisa são semelhantes aos valores encontrados por outros autores nas análises de mel de abelhas Meliponinae (Souza et al., 2016) (Tabelas 2.3 e 2.4).

3.2.3 pH

Os valores de pH encontrados variaram de 3,41 a 5,41 (Tabela 2.3). O pH do mel geralmente é influenciado pela sua origem, méis florais apresentam geralmente valores de pH inferiores a 4,0 e mel de melato valores superiores a 4,50 (Frías & Hardisson, 1992). Os minerais presentes no mel também podem influenciar nos valores de pH (Vanhanen, Emmertz & Savage, 2011). Nossos resultados estão de acordo com pesquisas realizadas anteriormente (Souza et al., 2016; Monte et al., 2013) (Tabela 2.4). O pH e a acidez do mel são importantes fatores antimicrobianos, o que promove maior estabilidade do produto, quanto ao desenvolvimento de microrganismos. Entretanto, mesmo com a existência dessa barreira natural, acontece o crescimento de algumas espécies de Bolores e leveduras (Souza et al., 2009). Os valores de pH não são estabelecidos por legislação, e geralmente os níveis de pH no mel são baixos. Moura et al., 2014, analisando amostras de mel de *A. mellifera* encontraram valores de pH que variaram de 3,65 a 4,21. O pH no mel é um parâmetro importante, pois, pode influenciar na velocidade de formação do hidroximetilfurfural - HMF (Alves et al., 2005).

3.2.4 Acidez

Os valores de acidez variaram de 18,32 a 46,01 mEq/kg (Tabela 2.3). A acidez no mel varia de acordo com as fontes de néctar utilizadas pelas abelhas, pela ação da enzima glicose-oxidase produzida pelas abelhas, pela ação de bactérias presentes no mel durante a maturação e pela quantidade de minerais presentes no mel (Horn et al., 1996). O pH e a acidez no mel são dois parâmetros importantes que indicam o tempo de vida do mel na prateleira, estes parâmetros podem sofrer variações conforme as condições de extração e armazenamento do mel. A legislação brasileira, permite acidez máxima de 50 mEq/Kg no mel produzido pelas abelhas *A. mellifera* (Brasil, 2000). Seguindo esta legislação, os méis aqui analisados estariam seguindo os limites estipulados. Porém, outros estudos apontam valores maiores de acidez no mel de Meliponinae (Souza et al., 2016; Billuca, 2014; Monte et al., 2013) (Tabela 2.4).

3.2.5 Hidroximetilfurfural (HMF)

Os valores de HMF encontrados nas amostras analisadas variaram de 1,93 a 10,09 mg/kg. A formação do HMF no mel é devida a reação de alguns açúcares com ácidos, o que ocorre principalmente pela decomposição da frutose (White Júnior, 1976). O HMF é uma molécula resultante da transformação de monossacarídeos, como a glicose e a frutose, em função do calor. Deste modo, o HMF passou a ser utilizado como indicador de aquecimento. Porém, existem estudos que dizem que o HMF é, além do aquecimento, indicativo de idade dos méis, podendo seu conteúdo aumentar com o tempo de armazenamento, adição de açúcar invertido, além de ser afetado pela acidez, pH, água e minerais presentes no mel (Salinas et al., 1991). A União Europeia estabelece um limite máximo de HMF de 40mg/kg, e acima deste valor o mel não pode ser comercializado. Já a legislação vigente do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, estabelece um valor máximo de HMF de 60mg/kg de mel (Brasil, 2000). Comparando com os valores estipulados nesta legislação, os valores encontrados em nossa pesquisa estão bem abaixo. Outros autores, já encontraram valores acima dos obtidos em nossa pesquisa, mas não acima do

estipulado pela legislação para comercialização do mel de *A. mellifera* no Brasil (Monte et al., 2013; Oliveira et al., 2013) (Tabela 2.4).

3.2.6 Cinzas

Os resultados do conteúdo de cinzas nas amostras de mel variaram de 0,0003 a 0,006%. O teor de cinzas expressa os minerais presentes no mel, sendo importante na verificação de qualidade do produto. Os sais minerais do mel podem sofrer alterações de acordo com o clima onde é produzido, solo e origem botânica (Carvalho et al., 2000). A legislação estabelecida para mel de *A. mellifera* estabelece um valor máximo para o conteúdo de cinzas de 0,6% (Brasil, 2000). Os resultados encontrados mostram-se bem abaixo do estipulado pela legislação. Em um estudo realizado recentemente, os pesquisadores encontraram valores para o conteúdo de cinzas no mel que variaram de 0,03 a 0,52%, relacionando as diferenças encontradas com as características do néctar das plantas utilizadas pelas abelhas para a fabricação do mel (Souza et al., 2016) (Tabela 2.4).

Tabela 2.3 – Resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de Meliponinae coletadas do interior das colmeias nos meses de novembro e dezembro de 2015.

Análises	Amostras					
	1 T. ang.	2 S. dep.	3 M. q. q	4 S.pos.	5 T. ang.	6 M. q. q.
Umidade (g/100g)	23,8	> 25	> 25	> 25	> 25	>25
Brix° (g/100g)	74	67,2	66,5	72,2	71	68,2
pH	5,41	3,80	3,52	3,41	3,94	3,42
Acidez (mEq/kg)	46,61 ± 6,82	18,32 ± 4,28	28,91 ± 5,37	34,92 ± 5,90	46,01 ± 6,78	20,69 ± 4,54
HMF (mg/kg)	10,09 ± 3,17	3,23 ± 1,8	3,11 ± 1,76	1,93 ± 1,39	6,01 ± 2,45	2,70 ± 1,64
Cinzas (g/100g)	0,006 ± 0,08	0,0003 ± 0,01	0,0004 ± 0,02	0,0018 ± 0,04	0,0035 ± 0,05	0,0011 ± 0,03

Tabela 2.4 – Dados disponíveis na literatura sobre análises físico-químicas em mel de Meliponinae.

Autores	Umidade (g/100g)	°Brix (g/100g)	pH	Acidez (mEq/kg)	HMF (mg/kg)	Cinzas (g/100g)
Souza et al., 2016	23,9 a	71,1° a	3,1 a 5,3	17,88 a		0,03 a
	28,9	74,7°		86,85		0,52
Billuca, 2014	23,9 a			36,45 a		
	33,78			74,77		
Monte et al., 2013	23,83 a		2,51 a	50,92 a 85	35,8 a 55	
	26,4		3,69			
Oliveira et al., 2013	> 25				23,11 a	0,14 a
					55,63	0,36

3.2.7 Minerais

Foi possível analisar sete tipos de minerais nas cinzas provenientes dos méis de abelhas sem ferrão analisados (Tabela 2.5). A quantidade de minerais variou entre as amostras e também entre os tipos de minerais detectados, com valores de 0 até 113,03 (mg/100g). Não foi detectado a presença de Cádmio (Cd), nos méis analisados, este é um bom indicativo, pois, Cádmio é um contaminante inorgânico do mel e tem limite estipulado por Instrução Normativa (MAPA, 2013). De maneira geral, o mel produzido pela espécie *T. angustula* demonstrou ter maior quantidade em todos os minerais detectados (amostras 1 e 5). A menor quantidade de minerais detectada foi para o mel produzido pela espécie *M. q. quadrifasciata* (amostras 3 e 6).

O mel é um alimento rico em elementos químicos essenciais para o organismo, sua inclusão em uma dieta diária auxiliaria na deficiência de minerais. White Júnior, 1979, encontrou diversos elementos químicos no mel, como: K, Na, Ca, Mg, Mn, Ti, Co, Mo, Fe, Cu, Li, Ni, Pb, Sn, Zn, Os, Ba, Ga, Bi, Ag, Au, Ge, Sr, Be e Va. Mesmo estando em poucas quantidades no mel, os minerais são considerados importantes para a alimentação, pois, são encontrados na forma assimilável (Frías & Hardisson, 1992). Os minerais influenciam na cor do mel, méis com coloração mais escura possuem maior concentração de minerais, quando comparados com méis claros (Ortiz-Valbuena, 1988). Essa característica correspondente a cor, foi

observada em nossa pesquisa, as amostras de mel de *T. angustula* possuíam cor mais escura, enquanto que o mel de *M. q. quadrifasciata* era de cor clara. Pamplona (1989), comparou o teor de minerais em méis de *A. mellifera* e méis de Meliponíneos, e observou que em méis de Meliponíneos os valores de minerais são de duas a três vezes maiores que no mel de *A. mellifera*.

Tabela 2.5 – Minerais analisados nos méis das espécies de Meliponinae estudadas. Detecção por espectroscopia de absorção atômica (mg/100g).

Amostras	Espécies de Meliponinae	Na	K	Cd	Mn	Cu	Mg	Ca
1	<i>T. angustula</i>	12,3	113,03	0	0,707	0	9,8	9,7
2	<i>S. depilis</i>	4,1	15,1	0	0,12	0	1,66	4,66
3	<i>M. q. quadrifasciata</i>	4,7	13,5	0	0	0	2,01	5,67
4	<i>S. postica</i>	2,30	21,90	0	0,176	0,053	1,35	-
5	<i>T. angustula</i>	8,5	65,6	0	0,256	0,097	2,63	-
6	<i>M. q. quadrifasciata</i>	2,9	13,54	0	0,142	0,061	0,88	-

- : Não analisado.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados encontrados para as análises de Coliformes totais e termotolerantes, Bolores e leveduras e *Clostridium botulinum*, estão expressos na Tabela 2.6. Para análise presuntiva de Coliformes, quatro amostras apresentaram resultados positivos. Com os testes confirmativos observou-se presença de Coliformes Totais em quatro amostras, sendo as amostras nº 13, 14, 15 e 18, destas, três apresentaram resultados positivos para Coliformes termotolerantes, amostras nº 14, 15 e 18. As demais amostras não apresentaram contaminação, sendo consideradas < 3 conforme tabela de NMP/g. Para a análise de Bolores e leveduras,

todas as amostras analisadas apresentaram a presença de unidades formadoras de colônias. Os valores da contagem variaram de $6,2 \times 10^3$ a $1,3 \times 10^5$ UFC/g. Para a análise de *Clostridium botulinum* todas as amostras apresentaram resultado negativo.

As análises microbiológicas em alimentos servem para verificar a qualidade para consumo humano. Não existe atualmente no Brasil, uma legislação para méis de abelhas Meliponinae, o que existe é uma resolução para a comercialização de alimentos destinados ao consumo humano. Estes valores de referência são estabelecidos pela RDC 012 da ANVISA, que estabelece um valor tolerável de $1,0 \times 10^{-2}$ UFC/g, para Bolores e leveduras e ausência ($< 3,0$ NMP/g) para Coliformes totais (Brasil, 2000). Comparando com esta legislação, quatro amostras analisadas estariam com valores acima do permitido para presença de Coliformes totais e três amostras para Coliformes termotolerantes. Na quantificação dos Bolores e Leveduras todas as amostras analisadas apresentaram valores acima dos estipulados pela legislação. Já para a análise de *Clostridium botulinum* não há legislação específica.

O mel é um produto consumido *in natura* sendo necessário o cuidado com a contaminação por microrganismos. Os Coliformes são microrganismos que podem estar presentes no mel, por contaminação do ambiente e ou manipulação do produto. Coliformes termotolerantes são os que podem causar doenças, como enteroparasitoses, sendo então, desaconselhado o consumo de alimentos com presença destes microrganismos. O mel é suscetível a fermentação devido a presença de Bolores e leveduras em sua composição. Bolores e leveduras são constituintes da microbiota do mel, não sendo prejudicial à saúde, mas podem levar o produto a fermentação. *Clostridium botulinum* é uma bactéria esporulada que está presente na natureza, as abelhas podem contaminar-se durante o forrageamento. Sua análise para detecção é muito importante, pois uma vez consumido mel contaminado com esta bactéria, podem ocorrer doenças e até a morte do consumidor (Ragazzani et al., 2008).

Comparando os resultados encontrados com estudos realizados anteriormente na Amazônia, no período de setembro de 2010 a abril de 2011, pesquisando abelhas do gênero *Melipona*, foram analisadas 15 amostras de mel. Sete amostras foram coletadas em meio rural e oito amostras em meio urbano, um terço dessas amostras apresentaram presença de Coliformes. Bolores e leveduras

ocorreram em 100% das amostras. Foi observado durante o estudo que os maiores indicativos de microrganismos ocorreram em períodos de floradas escassas na região de coleta das abelhas. Indicando, que quando existem poucos recursos as abelhas podem forragear em colônias fúngicas, argila e até mesmo fezes de animais. Comparando resultados de análises de Bolores e leveduras de méis de Meliponinae, com méis de *A. mellifera*, a maior quantidade de bolores e leveduras é nos méis de Meliponinae. Isso pode estar associado a elevada umidade do mel das abelhas sem ferrão, proporcionando maior crescimento destes microrganismos (Mattos et al., 2011).

A água utilizada pelas abelhas também pode ser fonte de contaminação na fabricação do mel, a maioria das amostras contaminadas por Coliformes são amostras provenientes do meliponário localizado em área rural do município de Barão de Cotegipe. Nesse local existem reservatórios de água que estão localizados ao lado de criações de animais, como suínos, bovinos e frangos. Estando em torno de 50 metros do meliponário, sendo então área de forrageio das abelhas. A manipulação da colmeia também requer cuidados, pois, pode ser fonte de contaminação. O consumo de mel contaminado com Coliformes é desaconselhado, pois, pode causar enteroparasitoses.

Tabela 2.6 – Resultados das análises microbiológicas realizadas nas amostras de mel das espécies de Meliponinae estudadas.

Amostras	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Clostridium botulinum (UFC/g)
7	< 3	< 3	6,2 x 10 ³	Ausente
8	< 3	< 3	7 x 10 ³	Ausente
9	< 3	< 3	1,3 x 10 ⁴	Ausente
10	< 3	< 3	2,7 x 10 ⁴	Ausente
11	< 3	< 3	1,6 x 10 ⁴	Ausente
12	< 3	< 3	1,2 x 10 ⁴	Ausente
13	> 2,3 x 10 ¹	< 3	9,9 x 10 ⁴	Ausente
14	> 2,4 x 10 ³	4	9,4 x 10 ⁴	Ausente
15	> 2,4 x 10 ³	4	1,3 x 10 ⁵	Ausente

Amostras	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Clostridium botulinum (UFC/g)
16	< 3	< 3	1,7 x 10 ⁴	Ausente
17	< 3	< 3	1,0 x 10 ⁴	Ausente
18	> 2,4 x 10 ³	2,3 x 10 ¹	2,0 x 10 ⁴	Ausente

4 CONCLUSÃO

Por meio da análise polínica foi possível caracterizar a origem botânica dos méis das Meliponinae estudadas. A maior porcentagem de grãos de pólen foi de espécies arbóreas, sendo que 50% das amostras apresentaram maior quantidade de grãos de pólen pertencentes a espécie *Eugenia uniflora*, árvore nativa da Mata Atlântica, conhecida popularmente como Pitangueira.

A análise de HMF demonstrou valores bem abaixo dos estipulados pela legislação para a comercialização de mel, sendo fator importante, pois níveis altos de HMF no mel são indicativos de adulteração ou aquecimento. Na análise de minerais o mel da espécie *T. angustula* apresentou maior concentração em todos os minerais detectados com relação das demais espécies. As outras análises realizadas apresentaram resultados que corroboram com estudos anteriores.

Méis de abelhas Meliponinae demonstram ter um maior teor de umidade quando comparado com o mel de *A. mellifera*. Isto, pode estar associado ao crescimento de microrganismos, como os Bolores e leveduras detectados em todas as amostras analisadas. A presença de Coliformes totais e termotolerantes ocorreu em algumas amostras, principalmente nas amostras coletadas em Barão de Cotegipe. No mesmo ambiente em que estão as colmeias existe a criação de animais, podendo ser possível fonte de contaminação na área de forrageio das abelhas. Reservatórios de água próximo as criações de animais também podem ser fonte de contaminação, assim como o manuseio das colmeias.

As análises realizadas nos méis produzidos pelas espécies de Meliponinae estudadas, serviram para caracterizar suas qualidades. Alguns resultados, como a análise da umidade, evidenciam uma regulamentação própria para méis de Meliponinae. Com as análises microbiológicas foi possível observar a importância da

adoção de práticas higiênicas durante a manipulação da colmeia, bem como separar a área do meliponário do local onde circulam outros tipos de animais para evitar possíveis fontes de contaminação no mel.

CAPÍTULO 3

PERFIL MICROBIOLÓGICO E RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM MEL DE ABELHAS MELIPONINAE NO SUL DO BRASIL

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do mel produzido por três espécies de abelhas Meliponinae de Barão de Cotegipe, Norte do estado do Rio Grande do Sul, 27°36'39.52" S e 52°20'48.02" O. As espécies de abelhas estudadas foram *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepelletier 1836), *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811) e *Scaptotrigona depilis* (Moure 1942). A análise polínica foi realizada para identificar os recursos florais utilizados para a produção do mel, 19 tipos polínicos foram identificados. A maior diversidade de espécies de pólen ocorreu no mel da espécie *Tetragonisca angustula* ($H' = 0,925$ e $J = 0,857$). Os tipos de pólen dominantes foram *Hovenia dulcis* Thunb. para *T. angustula* e *Eugenia uniflora* L. para *Scaptotrigona depilis* e *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*. O mel de *T. angustula* mostrou maior proporção de pólen de espécies herbáceas que estavam predominantemente associadas com os pomares e outros cultivos como plantas daninhas. O pólen das plantas herbáceas foi ausente no mel de *M. q. quadrifasciata*, e *S. depilis* apresentou um valor inferior (1,1%). As análises microbiológicas identificaram presença de Coliformes, Bolores e leveduras, e ausência de *Clostridium botulinum*. Utilizando método QuEChERS modificado e UHPLC-MS/MS, oito pesticidas foram detectados no mel de *T. angustula* e apenas dois no mel de *S. depilis*. No mel de *M. q. quadrifasciata* não foi detectado nenhum pesticida. Os níveis mais elevados de pesticidas no mel de *T. angustula* podem ser associados à exposição maior dos seus recursos florais aos pesticidas utilizados nas áreas cultivadas adjacentes.

Palavras-chave: Recursos polínicos. Microbiologia do mel. Pesticidas. Abelhas sem ferrão.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas eussociais da subfamília Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) são conhecidas como “abelhas indígenas sem ferrão” e são encontradas nas Américas do Sul e Central, na Ásia, nas Ilhas do Pacífico, na Austrália, em Nova Guiné e na África. A criação destas abelhas é conhecida como Meliponicultura. Quando feita de maneira sustentável, colabora com o meio ambiente e com a agricultura através da polinização realizada pelas abelhas (Ballivián, 2008; Viana et al., 2014).

Cerca de 30% dos alimentos que chegam na mesa do consumidor são provenientes de plantas polinizadas por abelhas. A falta de polinização é um dos fatores limitantes na agricultura atual, a redução de polinizadores é causada na maioria das vezes por ação antrópica. O desmatamento das florestas para extensos plantios de uso intensivo e a utilização de agrotóxicos, são os principais motivos da diminuição das populações de abelhas (Witter et al., 2005). Além disso, estima-se que 90% das espécies de árvores nativas em florestas são polinizadas por abelhas sem ferrão (Kerr et al., 1996). O mel é composto por mais de 180 substâncias. Entre os principais constituintes estão os glicídios (em torno de 95%) e água (Azeredo et al., 2003). O mel de Meliponinae tem sabor doce, coloração clara e ótimo sabor. Em comparação com o mel de *Apis mellifera* L., ele contém menos açúcares e maior quantidade de água. Os locais onde as abelhas estão e os recursos utilizados por elas originam diferentes tipos de mel. (Barth et al., 2004).

Os recursos florais utilizados pelas abelhas podem ser identificados através da análise polínica, que consiste na identificação de grãos de pólen, por observação microscópica. Esta análise é capaz de fornecer informações sobre a origem geográfica e botânica do mel (Louveaux, 1978). Dependendo do local onde as abelhas forrageiam, elas podem trazer poluentes para dentro de suas colmeias, contaminando seus produtos. Deste modo, o mel pode conter resíduos de pesticidas e também microrganismos, podendo ser prejudicial para saúde humana (Barganska et al., 2013; Krupke et al., 2012). A contaminação por pesticidas no mel está relacionada com possíveis fontes de contaminação de um determinado ambiente. Assim, abelhas e colmeias podem atuar como monitoras de contaminação no ambiente (Panseri et al., 2014).

Análises para detecção de pesticidas em mel são recentes, as pesquisas encontradas na literatura são feitas com mel de abelha *A. mellifera* (Blasco et al.,

2008; Barganska et al., 2013; Souza et al., 2013; Orso et al., 2014). Existem vários métodos para identificar a presença de contaminantes em alimentos. O método QuEChERS é prático e pode ser usado para determinar possíveis resíduos de pesticidas. QuEChERS significa, rápido, fácil, barato, eficiente, robusto, seguro (Anastassiades et al., 2003; Prestes et al., 2009). Barganska et al., 2013, relatou resíduos de pesticidas em 29% das amostras de mel de *Apis* na Polônia, e concentrações de resíduos de bifentrina, fempiroximato, metidatião, espinosade, tiametoxam, e triazofos que excederam os níveis máximos de resíduos (LMR) em cinco amostras (11%). Lopez et al., 2014, observaram que 4,9% das amostras de mel de *A. mellifera* da Colômbia excedeu a concentração (MRL) estabelecido no Regulamento (CE) n.º 396/2005 do Parlamento Europeu. Rissato et al., 2007, quantificou pelo menos dez pesticidas em amostras de mel de *A. mellifera* de Bauru, Estado de São Paulo, Brasil, em 2003 e 2004, com destaque para o pesticida Malation, utilizado no controle dos mosquitos vetores da dengue.

O estudo de pesticidas no mel é de grande importância, pois, o mel é utilizado como alimento e também como medicina alternativa. Apesar de serem poucos os trabalhos envolvendo abelhas Meliponinae e a toxicidade, já pode ser observado as drásticas consequências dos usos de pesticidas para estas espécies. É alertado que a interação de pesticidas com patógenos podem ser as principais causas do desaparecimento de abelhas, incluindo a Síndrome de Desordem e Colapso das Colônias e outros declínios dos demais polinizadores (Pettis et al., 2012).

A qualidade do mel de *A. mellifera* é definida por análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. No Brasil, ainda não existe uma legislação para consumo de mel de abelhas sem ferrão. Porém, algumas técnicas e medidas de higiene que garantem uma boa qualidade para consumo, necessitam ser adotadas. Deste modo, análises microbiológicas auxiliam na caracterização da qualidade do mel.

Neste trabalho, são feitas investigações em méis de três espécies de abelhas sem ferrão, sendo elas, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (Lepeletier, 1836), que já faz parte da lista de ameaça de extinção no Estado do Rio Grande do Sul, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942). As amostras são provenientes de colmeias do Norte do estado do Rio Grande do Sul, município de Barão de Cotegipe. Resíduos de pesticidas, análise polínica e perfil

microbiológico foram determinados visando contribuir no conhecimento sobre qualidade do mel de Meliponinae.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas diretamente das colmeias de abelhas sem ferrão, localizadas em um meliponário no interior do município de Barão de Cotegipe, norte do estado do Rio Grande do Sul, 27°36'39.52"S e 52°20'48.02"O. A área rural possui pomares de diversos cultivos, como Caqui, Maçã, Laranja, Pêssego, entre outros. O entorno é de cultivos agrícolas e também fragmentos de Mata Atlântica. Foram coletadas uma amostra de mel de cada espécie de abelha sem ferrão, no mês de fevereiro de 2015, acondicionadas em frascos de vidro e encaminhadas ao LARP – Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas, da Universidade Federal de Santa Maria – RS. O mel para análise polínica, foi obtido destas mesmas amostras e a análise foi realizada no Laboratório de Microscopia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus de Erechim. Para as análises microbiológicas, o mel foi extraído com seringas e acondicionado em frascos plásticos esterilizados. As amostras foram analisadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus de Erechim – RS.

2.2 ANÁLISE POLÍNICA

A preparação da análise polínica seguiu a metodologia de Louveaux (1978), para amostras de mel, porém, sem o uso de acetólise. De cada amostra foram retirados 5,0 mL de mel, após, foram homogeneizados com 10,0 mL de água deionizada pré-aquecida. As amostras foram centrifugadas por 5 min em centrífuga com 3.500 rpm, após retirou-se o sobrenadante e adicionou-se 10 mL de água deionizada pré-aquecida, centrifugando por mais 5 min. O material que ficou

sedimentado no fundo do tubo foi retirado com uma pipeta e utilizado para a confecção das lâminas de microscopia.

O sedimento foi colocado sobre a lâmina, após foi colocado uma gota de ácido acético. Posteriormente, foi colocado uma gota do corante Azul de Toluidina e gelatina de Kaiser, para fixação do material. As lâminas foram observadas em microscópio e os grãos de pólen foram identificados em comparação com lâminas confeccionadas a partir de flores de espécies coletadas na região e também em catálogos de pólen disponíveis na literatura. Os grãos de pólen foram contados e o índice de Shannon (H') e o índice de Pielou (J) de equitabilidade, foram utilizados para calcular a diversidade e a uniformidade de espécies vegetais encontradas nas amostras.

2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo os métodos recomendados pela Associação Americana de Saúde Pública – *American Public Health Association* (APHA, 1984). Sendo, a pesquisa de Coliformes totais e termotolerantes, utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP), e a contagem de Bolores e Leveduras e *Clostridium botulinum* pela contagem de unidades formadoras de colônias (UFC).

2.4 ANÁLISE DE PESTICIDAS

As etapas do método são conforme metodologia citada por Prestes et al., 2009. Atualmente, não existe LMR para todos os tipos de resíduos de pesticidas que podem ser encontrados no mel. Deste modo, os resíduos de pesticidas encontrados nas amostras analisadas, foram comparados com limites máximos de resíduos de pesticidas (LMR), estabelecidos para alimentos de origem animal e vegetal de consumo humano, pela União Europeia (CE 396/2005) (Tabela 3.1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE POLÍNICA

Foi identificado 19 tipos polínicos no mel produzido pelas três espécies de abelhas Meliponinae. No mel de *T. angustula*, foram identificados 12 tipos polínicos, a espécie dominante foi *Hovenia dulcis* Thunb., popularmente conhecida como Uva-do-Japão, ($H' = 0,925$ e $J = 0,857$). Já para o mel de *M. q. quadrifasciata*, foram identificados 11 tipos polínicos, tendo como pólen dominante a espécie *Eugenia uniflora* L., popularmente conhecida como Pitangueira, ($H' = 0,563$ e $J = 0,540$). No mel de *S. depilis*, foram identificados 6 tipos polínicos, tendo como espécie dominante *Eugenia uniflora* L. ($H' = 0,187$ e $J = 0,241$) (Tabela 3.1).

T. angustula possui um hábito generalista, apresentando maior diversidade e menor dominância de espécies vegetais, coletando pólen tanto de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas. Para *T. angustula*, o pólen de plantas herbáceas, alcançou uma proporção de 20,4 %, enquanto que para *S. depilis* foi de apenas 1,1% (apenas uma espécie) e no caso de *M. q. quadrifasciata* não há presença de plantas herbáceas. *T. angustula* é considerada uma espécie generalista em relação às fontes de pólen (Carvalho & Marchini, 1999) e os nossos dados corroboram este ponto de vista.

3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Clostridium botulinum não foi detectado nas amostras de mel. Coliformes totais foram detectados em todas as amostras com os menores valores para o mel de *M. q. quadrifasciata*. Bolores e leveduras também estavam presentes em todas as amostras em quantidade menor no mel de *S. depilis* (Tabela 3.2).

Não existe atualmente no Brasil, uma legislação para méis de abelhas Meliponinae, o que existe é uma resolução para a comercialização de alimentos destinados ao consumo humano. Estes valores de referência, são estabelecidos pela RDC 012 da ANVISA, que estabelece um valor tolerável de $1,0 \times 10^2$ UFC/g, para Bolores e leveduras e ausência ($< 3,0$ NMP/g) para Coliformes totais (Brasil,

2000). Sendo assim, as amostras analisadas ultrapassaram os limites estipulados pela RDC, não sendo adequadas para consumo humano.

Tabela 3.1 - Pólen (%) observado no mel de Meliponinae do município de Barão de Cotegipe - RS

Espécies vegetais	Nome Popular	Forma de vida	S. depilis	T. angustula	M. q. quadrifasciata
Eugenia uniflora L.	Pitanga	Árvore	91.11	16.32	64.28
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	Angico	Árvore	2.22	2.04	1.42
Ricinus communis L.	Mamona	Árvore	1.11	-	-
Solanum mauritianum Scop.	Fumo-Bravo	Árvore	1.11	-	1.42
Raphanus raphanistrum L.	Nabo Forrageiro	Herbácea	1.11	10.20	-
Allophylus edulis (A. St.-Hil.et al.) Hieron. ex Niederl.	Chal-Chal	Árvore	3.33	-	1.42
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Coqueiro Jerivá	Palmeira	-	4.08	2.85
Hovenia dulcis Thunb.	Uva-do-Japão	Árvore	-	26.53	8.57
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	Sete Capotes	Árvore	-	8.16	14.28
Foeniculum vulgare Mill.	Funcho	Herbácea	-	2.04	-
Bidens pilosa L.	Picão	Herbácea	-	6.12	-
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira	Árvore	-	-	1.42
Trema micrantha (L.) Blume	Candiúva	Árvore	-	-	1.42

Espécies vegetais	Nome Popular	Forma de vida	S. depilis	T. angustula	M. q. quadrifasciata
Inga sp.	Ingá	Árvore	-	-	1.42
Baccharis anomala DC.	Parreirinha	Arbusto	-	4.08	-
Baccharis tipo I		Arbusto	-	2.04	-
Mimosoideae tipo I		Árvore	-	-	1.42
Poaceae		Herbácea	-	2.04	-
Indeterminado		-	-	16.32	-

Tabela 3.2 – Microrganismos no mel de Meliponinae do município de Barão de Cotegipe – RS.

	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes NMP/g	Bolores e leveduras (UFC/g)	Clostridium botulinum
T. angustula	$> 2.4 \times 10^3$	4	1.3×10^5	Ausente
S. depilis	$> 2.4 \times 10^3$	4	9.4×10^4	Ausente
M. q. quadrifasciata	2.3×10^1	< 3	9.9×10^4	Ausente

Os Coliformes totais que ocorreram em maior quantidade, são em geral considerados indicativos de contaminação na manipulação do produto (Alves et al., 2011), enquanto Coliformes termotolerantes, indicam a contaminação por resíduos fecais. A legislação brasileira não estabelece valores para mel, apenas recomenda a utilização de práticas higiênicas na manipulação do produto (Brasil, 2000). Deste modo, o consumo de mel com contaminação por Coliformes termotolerantes deve ser evitado, pois pode ocasionar enteroparasitoses.

A coleta do mel foi realizada no final do verão, época de recursos florais escassos, as abelhas possuem pouca disponibilidade de flores. Barth, 2005, relata que, em períodos de pouca floração, as abelhas podem forragear em locais com contaminação fúngica, como solo e até matéria orgânica de origem fecal. Nogueira-Neto, 1997, relata ter visualizado abelhas forrageando em fezes de animais, e esses

hábitos ocorriam geralmente em épocas de pouca disponibilidade floral. No entorno da área do meliponário, existe a criação de animais, como suínos, aves e bovinos. Também há um reservatório de água ao lado do local da criação de suínos, cerca de 30 metros do meliponário, sendo área de forrageio das abelhas. Esse fato pode aumentar a contaminação do ambiente com matéria orgânica de origem fecal, que pode ter contribuído na contaminação observada.

Matos et al., 2011, analisaram méis de espécies de *Melipona* da Amazônia durante setembro de 2010 e abril de 2011 (um período de recursos florais escassos) e houve presença de Bolores e leveduras em 100% das amostras, e Coliformes em um terço delas. Oliveira, 2011, relatou que 72,2% de amostras de mel de *T. angustula* apresentaram Bolores e leveduras e ausência de Coliformes para todas as amostras. Em outra investigação com Meliponas no Estado da Bahia, Brasil, 50% das amostras apresentaram Bolores e leveduras, e não foram detectados Coliformes. Borges, 2012, também encontrou Bolores e leveduras na maioria das amostras de mel de Meliponinae (65%) e ausência de Coliformes.

Pode-se concluir que Bolores e leveduras fazem parte da microbiota constituinte do mel, deste modo, não são patogênicos, e não comprometem a utilização para consumo humano (Souza et al., 2009). Por outro lado, a presença de Coliformes, especialmente Coliformes termotolerantes, podem prejudicar a qualidade do mel tornando-o inadequado para consumo humano. Prevenção de fontes de contaminação e outras boas práticas são necessárias para a melhoria da qualidade do mel de Meliponinae.

3.3 RESÍDUOS DE PESTICIDAS

No mel de *T. angustula*, foram detectados oito tipos de pesticidas. O mel da espécie *S. depilis* apresentou somente dois tipos de pesticidas. Já no mel da espécie *M. q. quadrifasciata*, não foram detectados resíduos de pesticidas (Tabela 3.3).

O limite máximo de resíduos (LMR) está disponível apenas para o mel de *A. mellifera* e para alguns compostos ativos. Não obstante, os valores observados de resíduos estavam sob a MRL disponíveis para o mel e outros produtos alimentares

(Tabela 3.3). Os pesticidas registrados no mel foram utilizados em culturas e cultivos de frutas nas imediações das colmeias, entre 200 e 700 metros (Tabela 3.3).

Os maiores teores de resíduos de pesticidas foram identificados no mel de *T. angustula*, este fato pode estar relacionado com a maior proporção de pólen de espécies herbáceas, destacando *Raphanus raphanistrum* L. e *Bidens pilosa* L. A primeira é uma planta cultivada comum durante o inverno, mas também pode ocorrer como uma erva ruderal associada com pomares, horticultura e jardins em outros períodos. *B. pilosa* é uma erva daninha muito comum associada a várias culturas, pomares e jardins. A aplicação dos pesticidas registrados era predominantemente nas plantações de culturas (soja, milho) e pomares (maçã, pêssego, laranja, caqui) a probabilidade de contaminação dessas fontes florais era esperada. Por outro lado, a ausência de espécies de ervas no pólen do mel de *M. q. quadrifasciata* pode explicar a ausência de pesticidas no mel. Além disso, mais do que 75% do pólen do mel de *M. q. quadrifasciata* era composto por *E. uniflora* e *C. guazumifolia*, duas espécies de árvores da família Myrtaceae, comumente encontradas nos remanescentes florestais da região, e, portanto, supostamente menos expostas às aplicações de pesticidas do que as ervas associadas às áreas de cultivo. Assim, o mel de *S. depilis* apresentou níveis intermediários de pólen de plantas ruderais herbáceas e também das concentrações de pesticidas.

Tabela 3.3 - Resíduos de pesticidas em mel de Meliponinae de Barão de Cotegipe - RS, em fevereiro de 2015, determinado pelo método QuEChERS com LC - MS / MS, uso agrícola de cada pesticida e LMR máximos de resíduos de mel e de outros produtos alimentares, de acordo com a CE normativa 396/2005 da União Europeia.

Pesticida	Conteúdo (mg kg ⁻¹)	Classe	Cultivo aplicado	Período de aplicação	Distância do meliponário ¹ (m)	Espécies de Meliponinae	MRL (mg kg ⁻¹)
Difenoconazol	0.001	Fungicida	Maçã	Ago 2014	200	<i>T. angustula</i>	0.05 ^h
Pirazofós	0.0013	Fungicida, inseticida	Uva	Out - Nov 2014	700	<i>T. angustula</i>	0.05 ^h
Piridato	0.0005	Herbicida	Soja e milho	Set - Nov 2014	500	<i>T. angustula</i>	0.05 ^h
Fempropratrina	0.0005	Inseticida, acaricida	Soja	Nov - Dez 2014	500	<i>T. angustula</i>	0.01 ^h

Pesticida	Conteúdo (mg kg ⁻¹)	Classe	Cultivo aplicado	Período de aplicação	Distância do meliponário ¹ (m)	Espécies de Meliponinae	MRL (mg kg ⁻¹)
Dimetoato	0.001	Inseticida, acaricida	Maçã, Pêssego, Caqui	Nov 2014 – Jan 2015	200	<i>T.angustula</i> , <i>S. depilis</i>	0,02 ^h
Pirimifós-etil	0.0006	Inseticida, acaricida	Maçã	Jan 2015	200	<i>T.angustula</i> , <i>S. depilis</i>	0.01 ^f
Pirimifós- metil	0.0008	Inseticida, acaricida	Maçã, Pêssego, Caqui, Laranja	Nov 2014 – Jan 2015	200	<i>T. angustula</i>	0.05 ^h
Triflumizol	0.0006	Fungicida	Soja	Set – Nov 2014	500	<i>T.angustula</i>	0.1 -3.0 ^f

¹ distância em relação ao local da aplicação dos pesticidas.

h = MRL para mel de *A. mellifera*.

f = MRL limite para frutas e vegetais.

4 CONCLUSÃO

A análise polínica permitiu identificar a origem botânica dos méis de Meliponinae. *T. angustula* apresentou maior diversidade de espécies vegetais e maior proporção de pólen de espécies de plantas herbáceas. Maior proporção de ervas e plantas ruderais foi coincidente com os níveis de resíduos de pesticidas detectados no mel de *T. angustula*.

A detecção de Coliformes totais e termotolerantes, confirmou a necessidade de regulamentação específica e parâmetros de qualidade para o mel de meliponíneos. Além disso, os dados apontaram a relevância das boas práticas para evitar a contaminação do mel com fontes de contaminantes microbiológicos que possam prejudicar a segurança do consumo humano.

Estudos com detecção de contaminantes em méis são importantes, pois o mel é considerado um alimento natural e consumido *in natura*, sendo fundamental estar livre de possíveis contaminantes. Abelhas Meliponinae são pouco estudadas, e já são ameaçadas por atividades antrópicas, como o uso de pesticidas, que pode dizimar colmeias e ou contaminar seus produtos como demonstrado em nosso estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com as análises de pólen coletados pelas operárias das espécies de Meliponinae apresentaram as preferências florais de cada espécie. *M. q. quadrifasciata* mostrou ter preferência por espécies arbóreas, como *E. grandis* e *S. mauritianum* que tiveram maior porcentagem polínica nos dois locais de coleta analisados. *S. depilis* aproveita os recursos florais de diversas espécies sendo elas árvores, arbustos, ervas, entre outras, não sendo tão seletiva nos recursos como demonstrou *M. q. quadrifasciata*. A espécie *T. angustula* apresentou comportamento generalista, obtendo recursos florais de diversas espécies vegetais, que geralmente, estavam próximas das colmeias.

A estimativa das distâncias percorridas pelas espécies de Meliponinae apresentou resultados onde *M. q. quadrifasciata* e *S. depilis* percorreram maiores distâncias de voo em busca dos recursos, quando comparadas com *T. angustula*. A preferência floral pode estar associada a dispersão feita pelas abelhas, como também o tamanho corporal, já que *M. q. quadrifasciata* e *S. depilis* possuem tamanho corporal maior que a espécie *T. angustula*. A conformação do terreno onde estão localizados os meliponários de estudo, também pode influenciar na dinâmica de voo destas espécies.

As análises polínicas, físico-químicas e microbiológicas no mel das espécies de Meliponinae auxiliaram na caracterização dos méis produzidos por estas espécies, demonstrando que suas características são variáveis. Diferem de algumas características do mel de *A. mellifera*, evidenciando a necessidade de padronização para a criação de uma regulamentação específica para o comércio destes produtos. Fato que levaria ao incentivo da Meliponicultura, sendo mais uma alternativa para a agricultura familiar, que por outro lado, contribuiria na preservação das espécies de Meliponinae.

A investigação de resíduos de pesticidas em méis de Meliponinae correlaciona as práticas adotadas na agricultura com a Meliponicultura. A aplicação de pesticidas compromete a qualidade dos produtos elaborados pelas abelhas, como o mel. As abelhas contaminam-se com os pesticidas durante a visitação nas flores e acabam levando estes contaminantes para dentro da colmeia, resultando na contaminação de seus produtos. Mesmo que a contaminação seja em baixas concentrações é necessário que sejam adotadas medidas que visem a proteção do

meio ambiente e seus recursos, não comprometendo a qualidade dos produtos que chegam na mesa do consumidor.

Os resultados deste trabalho servem para conhecimento e divulgação das espécies de abelhas Meliponinae, identificando seus hábitos de vida e qualidade de seus produtos. Como perspectivas de trabalhos futuros, verifica-se a necessidade de mais pesquisas com estas e outras espécies de Meliponinae em nossa região. A fim de divulgar a importância dessas espécies para o meio ambiente, suas contribuições para os ecossistemas e ressaltar a importância da preservação das mesmas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I.C. Recursos florais. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 129-150.

ALVES, R. M. O. et al. 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

ALVES, T.T.L. et al. Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do Nordeste Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.6, n.3, p.91-97, 2011.

ANASTASSIADES, M. et al. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. **Journal of AOAC international**. v.86, n.2, p.412-431, 2003.

ANTONINI, Y.; COSTA, R. G.; MARTINS, R. P. Floral preferences of a Neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (APIDAE: MELIPONINA) in an urban forest fragment. **Braz. J. Biol.** v.66, n.2, p.463-471. 2014.

AOAC. Official methods of analysis. **Association of Official Analytical Chemists**. 15 th. 2.ed, 1990.

APHA. **Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods**. 2 ed. Washington, 1984.

AZEREDO, L.C. et. al. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different origins. **Food Chemistry**. n.80, p.249-254, 2003.

BALLIVIÁN, José Manuel P. P. (org.) **Abelhas nativas sem ferrão**. São Leopoldo: Oikos, 2008. p.128.

BARGANSKA, Z.; SLEBIODA, M.; NAMIESNIK, J. Pesticide residues levels in honey from apiaries located of Northern Poland. **Food Control**.n.31, p.196-201, 2013.

BARTH, O.M. Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**. v.61, n.3, p.342-350, 2004.

BILUCA, F. C. et al. 5-HMF and carbohydrates content in stingless bee honey by CE before and after thermal treatment. **Food Chemistry**. n.159, p. 244-249, 2014.

BLASCO, C.; FONT, G.; PICÓ, Y. Solid-phase microextraction-liquid chromatography-mass spectrometry applied to the analysis of insecticides in honey. **Food Additives and Contaminants**. v.25, n.1, p.59-69, 2008.

BORGES, J.A.C.P. **Avaliação microbiológica, atividade de água e umidade em méis de espécies de abelhas sociais sem ferrão (APIDAE: MELIPONINAE) de municípios do território de Irecê-BA**. Trabalho de conclusão de curso, Grau de Bacharel em Ciências Biológicas, 2012.

BORSATO, D. M. et al. Características físico-químicas de méis produzidos por espécies de meliponíneos. **Cadernos de Agroecologia**. v.5, n.1, 2010.

BRAGA, J.A. et al. Floral sources to *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a Southeastern Brazilian Atlantic Forest. **Revista de Biologia Tropical**. v.60, n.4, p.1491-1501, 2012.

BRASIL. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Brasília: Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Resolução RDC 12 de 2000.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Physico-chemical parameters of the honey of stingless bee *Melipona scutellaris* produced in the Paraíba. **Zootecnia**. v.7, p.186-190, 2010.

CARVALHO, C. A. L. D., & MARCHINI, L. C. Pollen types collected by *Nannotrigona testaceicornis* and *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera; Apidae; Meliponinae). **Scientia Agricola**. v.56, n.3, p.717-722, 1999.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G. Características físico-químicas de amostras de méis da Bahia: Porcentagem de cinzas. In: **Congresso Baiano de Apicultura**. Anais. Salvador: Editora UESC. p.105, 2000.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Procedural manual. Rome: World Health Organization. **Food and Agricultural Organization of the United Nations**. 21. ed., 2013.

EU Pesticides Database, 2014.
http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/?event=commodity.selection , acesso em Dezembro, 2014.

FERREIRA, M.G.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. D.; BALESTIERI, J.B.P. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.54, n. 2, p.258-262, 2010.

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

FRÍAS, I.; HARDISSON, A. Estudio de los parámetros analíticos de interés en la miel. II: Azúcares, cenizas y contenido mineral y color. **Alimentaria**. v.28, n.235, p. 41-43, 1992.

GUERRINI, A. et al. Ecuadorian stingless bee (Meliponinae) honey: a chemical and functional profile of an ancient health product. **Food Chemistry**. n.114, p.1413-1420, 2009.

HABIB, H. M. et al. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. **Food Chemistry**. n.53: p.35-43, 2014.

HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual review of entomology**. v.44, n.1, p.183-206, 1999.

HORN, H. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**. Anais. Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura. n.11, p.403-429, 1996.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2011.

KARABAGIAS, I. K. et al. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physicochemical and chemometric analyses. **Food Chemistry**. n.165, p.181-190, 2014.

KERR, W. K.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Paracatú: Acangaú, 1996.

KERR, W. E. et al. Little Mentioned Aspects of Amazonian Biodiversity In: Ministério da Ciência e Tecnologia. **Biodiversity, Research and Development in the Amazon, Strategic Partnerships**. v.12, p. 20-41. 2001.

KRUPKE, C.H. et al. Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. **PLoS one**. v.7, n.1, 2012.

LEITE, F. T. et al. Tipos polínicos coletados por *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) em um fragmento de Floresta Atlântica no Espírito Santo. **Acta Scientiae & Technicae**. v.3 n.1, p.1-8. 2015.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**. v.59, p.139-157. 1978

MANZANARES, A. B. et al. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. **LWT Food Science and Technology**. n.55, p.572-578, 2014.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº17 de 29 de maio de 2013.

MARQUES-SOUZA, A.C. **Características de coleta de pólen de alguns meliponíneos da Amazônia Central**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1999.

MATOS, I.T.S.R. et al. Qualidade microbiológica do mel de *Melipona sp.* produzido na Amazônia Central (Parintins-AM-Brasil). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.6, n.4, p.91-95, 2011.

MONTE, A. M. et al. Qualidade de méis de abelhas nativas sem ferrão do estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.35, n.1, p.48-54, 2013.

MORGADO, L.N. et al. Padrão polínico utilizado por *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponina). **Acta Botanica Brasilica**. v.25, n.4, p.932-934, 2011.

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

NOVAIS, J. S. & ABSY, M. L. Melisspalynological records of honeys from *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) in the Lower Amazon, Brazil: pollen spectra

and concentration. **Journal of Apicultural Research**. p. 1-19, 2015. DOI: 10.1080/00218839.2015.1041294.

OLIVEIRA, F. P. M.; ABSY, M. L.; MIRANDA, I. S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. **Acta Amazonica**. v.39, n.3, p. 505-518, 2009.

OLIVEIRA, D.J. **Qualidade microbiológica de méis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (APIDAE: MELIPONINAE) provenientes da Ilha de Itaparica, Estado da Bahia**. Trabalho de conclusão de curso, Grau de Bacharel em Ciências Biológicas, 2011.

OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G.V. Caracterização Microbiológica, Físico-química e Microscópica de mel de abelhas Canudo (*Scaptotrigona depilis*) e Jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.15, n.3, p. 239-248, 2013.

OLIVEIRA, P. E. & MARUYAMA, P. K. Sistemas reprodutivos. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. p. 71-92, 2014.

ORSO, D. et al. Multiresidue Determination of Pesticide Residues in Honey by Modified QuEChERS Method and Gas Chromatography with Electron Capture Detection. **Journal of The Brazilian Chemical Society**. v.25, n.8, p.1355-1364, 2014.

ORSO, D. et al. Simultaneous Determination of Multiclass Pesticides and Antibiotics in Honey Samples Based on Ultra-High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. **Food Analytical Methods**. v.9, n.6, p.1638-1653, 2016.

ORTIZ-VALBUENA, A., 1988. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**. n.5, p.8-9, 1988.

PAMPLONA, B. C. **Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de Apis mellifera e suas relações Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-biológicas.** São Paulo: Dissertação de Mestrado - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1989.

PANSERI, S. et al. Occurrence of pesticide residues in Italian honey from different areas in relation to its potential contamination sources. **Food Control.** n.38, p.150-156, 2014.

PETTIS, J.S. et al. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen Nosema. **Naturwissenschaften.** n.99, p.153-8, 2012.

PRESTES, O.D. et al. QuEChERS – um método moderno de preparo de amostra para determinação multirresíduo de pesticidas em alimentos por métodos cromatográficos acoplados à espectrometria de massas. **Química Nova.** v.32, n.6, p.1620-1634, 2009.

RAGAZANI, A.V.F. et al. **Ciência Rural.** v.38, n.2, p.396-399, 2008.

RECH, A. R., & ABSY, M. L. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. **Grana.** n.50, p.150–161, 2011.

REGULATION (EC) N° 396/2005. Of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC 16-3-2005. **Brussels:** European Community. JO L 70 p. 1-16 de 16.3.2005.

RISSATO, S. R. et al. Multiresidue determination of pesticides in honey samples by gas chromatography–mass spectrometry and application in environmental contamination. **Food Chemistry.** v.101, n.4, p.1719-1726, 2007.

SALINAS, F.; ESOINOSA-MANSILLA, A.; BERZAS-VEVADO, J. J. Flow-injection determination of HMF in honey by Winkler method. **Journal of Analytical Chemistry**. n.340, p.250-252, 1991.

SOUZA, B.A. et al. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (APIDAE: TRIGONINI) do Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 29, n.4, p.798-802, 2009.

SOUZA, H. R.; MELO, W. A.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Adaptação de coletores “Tira e Põe”, na produção de própolis da abelha tubi. Barra do Corda: **Mensagem Doce**. n. 118, 2012.

SOUZA, J.R.L. et al. Ação de pesticidas sobre abelhas: avaliação do risco de contaminação de méis. **Acta Tecnológica**. v.8, n.1, p.28-36, 2013.

SOUZA, J. M. B. et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **LWT - Food Science and Technology**. n.65, p.645-651, 2016.

SGARIGLIA, M. A. et al. Properties of honey from *Tetragonisca angustula fiebrigi* and *Plebeia wittmanni* of Argentina. **Apidologie**. n.41, p.667-675, 2010.

VANHANEN, L. P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G. P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. **Food Chemistry**. n.128, p.236-240, 2011.

VIANA, B. F. et al. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**. v.14, n.25, p.261-269, 2014.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012.

WHITE JÚNIOR, J. W. Composition of honey. In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey**. London, Heinemann. n.157-206, 1976.

WITTER, S., BLOCHTEIN, B., DOS SANTOS, C. **Abelhas sem ferrão do Rio Grande do Sul: Manejo e conservação.** Porto Alegre: FEPAGRO. Boletim Fepagro, nº 15, 2005.

WITTER, S. & BLOCHTEIN, B. **Espécies de abelhas sem ferrão de ocorrência no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Versátil Artes Gráficas, 2008.

WITTER, S. & NUNES-SILVA, P. **Manual de boas práticas para o manejo e Conservação de abelhas nativas (Meliponíneos).** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014.

ZANONI, Daniela Camilo Pinheiro. **Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais de duas espécies de abelhas eussociais nativas em área urbana no município de Criciúma, Santa Catarina.** Trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2009.