

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**

**CARACTERÍSTICAS POLÍNICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE  
AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA,  
APIDEA) E DE *Tetragonista angustula* Latreille, 1811 (HYMENOPTERA,  
TRIGONINI) DA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI,  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Isa Carla Osterkamp

Lajeado, fevereiro de 2009.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**

**CARACTERÍSTICAS POLÍNICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE  
AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA,  
APIDEA) E DE *Tetragonista angustula* Latreille, 1811 (HYMENOPTERA,  
TRIGONINI) DA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI,  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Isa Carla Osterkamp

Dissertação apresentada ao PPGAD/UNIVATES  
como requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. André Jasper  
Co-orientador: Prof. Dr. Claus Haetinger

Lajeado, fevereiro de 2009.

Isa Carla Osterkamp

**CARACTERÍSTICAS POLÍNICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE  
AMOSTRAS DE MEÍIS DE *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA,  
APIDEA) E DE *Tetragonista angustula* Latreille, 1811 (HYMENOPTERA,  
TRIGONINI) DA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI,  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao  
PPGAD/UNIVATES como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em  
Ambiente e Desenvolvimento.

**Orientador: Prof. Dr. André Jasper**

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Claus Haetinger  
Centro Universitário Univates (UNIVATES)

---

Prof. Dr. Glauco Schultz  
Centro Universitário Univates (UNIVATES)

---

Profª. Drª. Soraia Girardi Bauermann  
Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)

*Aos meus pais Marlise e Theobaldo por todo apoio,  
amor e incentivo a mim dedicados.*

*Aos meus irmãos Lis, Teo e Max que muitas vezes  
mesmo não compreendendo sempre me motivaram.*

*Ao meu marido Rafael por todo amor, paixão, compreensão,  
companheirismo e paciência durante a realização deste trabalho.*

*Ao meu grande amigo e orientador Prof. Dr. André Jasper,  
pela colaboração, sabedoria, confiança e compreensão.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

*Ao PPGAD/UNIVATES pela oportunidade de realização deste curso de mestrado e por todos os ensinamentos.*

*À Univates pela Bolsa de Apoio Técnico.*

*Ao Baden-Württembergisches Brasilien-Zentrum pela bolsa cedida durante minha estada na Alemanha.*

*Ao Setor de Botânica e Paleobotânica, do Museu de Ciências Naturais da Univates, em especial a Bolsista de Iniciação Científica Morgana Arend pelo auxílio prestado.*

*Ao Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha, pelo estágio cedido, em especial ao Dr. Dr. Helmut Horn.*

*A Dr<sup>a</sup> Ortrud Monika Barth do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela colaboração na identificação de alguns tipos polínicos.*

*Aos componentes da banca pela avaliação do trabalho.*

*Ao meu co-orientador Prof. Dr. Claus Haetinger, pelo apoio e incentivo.*

*Ao meu orientador Prof. Dr. André Jasper pela orientação.*

*A colega e amiga Marjorie Kauffmann, que me proporcionou muitos momentos bons em minha estada na Alemanha.*

*Aos companheiros de trabalho do Unianálises/Univates que sempre me incentivaram.*

*A todos os amigos verdadeiros que me apoiaram de alguma forma.*

## RESUMO

Com o objetivo de determinar a origem floral e características físico-químicas de méis de *Apis mellifera* e de *Tetragonista angustula*, na região do Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul, foram determinados os seguintes parâmetros para 22 amostras de méis de *Apis mellifera* e 11 amostras de méis de *Tetragonista angustula*: espectro polínico, umidade, condutividade elétrica, invertase e hidroximetilfurfural. A análise polínica qualitativa das amostras de mel de *Apis mellifera* demonstrou uma grande diversidade de pólen, sendo encontrados um total de 60 tipos polínicos ou espécies botânicas, distribuídas em 37 famílias. Nas amostras de méis de *Tetragonista angustula* ocorreram 27 tipos ou espécies polínicas, pertencentes a 16 famílias. Os tipos polínicos mais representativos foram *Eucalyptus* sp. (Mirtaceae) para os méis de *Apis mellifera* e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) para as amostras *Tetragonista angustula*. Dos 60 tipos polínicos encontrados 13 coincidem para ambas espécies. Nas análises físico-químicas, os valores das médias das análises de umidade e condutividade elétrica das amostras de mel de *Tetragonista angustula* apresentaram-se fora dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, enquanto que para os méis de *Apis mellifera* 3 amostras obtiveram o teor de hidroximetilfurfural acima do permitido.

PALAVRAS-CHAVE: Mel, análise polínica, análise físico-química, *Apis mellifera*, *Tetragonista angustula*

## ABSTRACT

In order to determine the floral origin and physico-chemical characteristics of *Apis mellifera* and *Tetragonista angustula* honey, in the Vale do Taquari, in Rio Grande do Sul, the following parameters were determined for 22 samples of honey from *Apis mellifera* and 11 samples of honey of *Tetragonista angustula*: pollen spectrum, humidity, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural and invertase. Pollen analysis of the qualitative samples of honey of *Apis mellifera* showed a great diversity of pollen, and found a total of 60 pollen types or botanical species, distributed in 37 families. In samples of honey of *Tetragonista angustula* occurred 27 pollen types or species, belonging to 16 families. The most representative pollen types were *Eucalyptus* sp. (Mirtaceae) for the honey of *Apis mellifera* and *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) for samples of *Tetragonista angustula*. Of the 60 pollen types found 13 match for both species. In physical-chemical analysis, the average values of the analysis of moisture and electrical conductivity of the samples of honey of *Tetragonista angustula* showed up outside the limits established by Brazilian law, while for the honey of *Apis mellifera* 3 samples obtained the level of hydroxymethylfurfural above the permitted.

KEY WORDS: honey, pollen analysis, physical-chemical analysis, *Apis mellifera*, *Tetragonista angustula*

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE.....	17
2.1 Análise Polínica no mel.....	18
2.2 Umidade.....	19
2.3 Hidroximetilfurfural (HMF).....	21
2.4 Condutividade elétrica.....	23
2.5 Invertase .....	25
3 AS ABELHAS.....	25
3.1 As espécies utilizadas no estudo.....	26
3.1.1 <i>Apis mellifera</i> .....	26
3.1.2 Abelhas sem ferrão e a espécie <i>Tetragonista angustula</i> .....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1 Análise Polínica.....	33
4.2 Análises Físico-Químicas.....	34
4.2.1 Umidade .....	34
4.2.2 Hidroximetilfurfural (HMF).....	34
4.2.3 Condutividade elétrica.....	35
4.2.4 Invertase .....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Análise Polínica.....	37
5.2 Análises Físico-Químicas.....	45
5.2.1 Umidade .....	46
5.2.2 Hidroximetilfurfural (HMF).....	47
5.2.3 Condutividade elétrica.....	48
5.2.4 Invertase .....	48
6 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Municípios de Procedência das amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> .....	30
TABELA 2 - Municípios de Procedência das amostras de méis de <i>Tetragonista angustula</i> .....	30
TABELA 3 – Espectro Polínico de 22 amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> .....	40
TABELA 4 – Espectro polínico de 11 amostras de méis de <i>Tetragonista angustula</i> ..	42
TABELA 5 – Resultados das análises Físico-Químicas realizadas nos méis de <i>Apis mellifera</i> .....	45
TABELA 6 – Resultados das análises Físico-Químicas realizadas nos méis de <i>Tetragonista angustula</i> .....	46
TABELA 7 - Dados obtidos nas amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> comparados com as normas vigentes.....	47
TABELA 8 - Dados obtidos nas amostras de méis de <i>Tetragonista angustula</i> comparados com as normas vigentes.....	47

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de localização do Vale do Taquari no Rio Grande do Sul.....	31
FIGURA 2 – Mapa de localização dos municípios de procedência das amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> e <i>Tetragonista angustula</i> . ....	32
FIGURA 3 – Refratômetro Abbé.....	34
FIGURA 4 – Condutivímetro, eletrodo inseridona amostra.....	35
FIGURA 5 – Tipo polínicos utilizadas por <i>Apis mellifera</i> e <i>Tetragonisca angustula</i> ..	43
FIGURA 6 – Alguns tipos polínicos encontrados nas amostras.....	44

## GLOSSÁRIO

**ESPECTRO POLÍNICO:** Todos os tipos de pólen que estão presentes na amostra.

**UMIDADE:** Quantidade de água presente na amostra.

**CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:** Capacidade que a amostra possui de conduzir corrente elétrica.

**ORGANISMOS OSMOFÍLICOS:** Organismos tolerantes ao açúcar.

**INVERTASE:** Enzima que hidrolisa a sacarose em frutose mais glicose, geralmente na forma de açúcar invertido. É sintetizada pelas abelhas, as quais a utilizam para fazer o mel a partir do néctar.

**HIDROXIMETILFURFURAL (HMF):** é uma molécula resultante da transformação dos monossacarídeos: frutose e glicose. Quanto mais calor, mais rápida é a conversão, logo, o HMF passou a ser usado como indicador de aquecimento, processamento inadequado ou mesmo adulterações em méis. Além do calor, também o envelhecimento e o pH contribuem para a velocidade de formação do HMF.

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:** Características de uma amostra que podem ser percebidas com os sentidos humanos, que são a visão, audição, olfato, paladar e tato.

**POLINIZAÇÃO:** É o ato da transferência de grãos de pólen de uma flor para o estigma de outra flor, ou para o seu próprio estigma. Pode-se dizer que a polinização é o ato sexual das plantas, já que é através deste processo em que o gameta masculino pode alcançar e fecundar o gameta feminino.

**MELISSOPALINOLOGIA:** Estudo dos grãos de pólen presentes em amostras de méis, com o intuito de definir sua origem botânica.

**MEL MONOFLORAL:** Quando o origem botânica do mel provém de apenas uma espécie.

**MEL POLIFLORAL:** Quando a origem botânica do mel é formada por mais de uma espécie.

## 1 INTRODUÇÃO

O mel tem sido utilizado pela humanidade, desde as épocas mais remotas, sendo apreciado pelo seu sabor característico e valor nutritivo (Daellen-Back, 1981). Ele ainda é apreciado pelo homem para consumo como alimento por motivos como: ser uma substância natural; ter um sabor característico; apresentar considerável valor nutritivo; ser uma fonte de energia para o organismo; contribuir para o equilíbrio dos processos biológicos do corpo humano. Além disso, fatores físico-químicos que reforçam a importância da sua ingestão regular devem ser elencados, como a proporção adequada de fermentos, vitaminas, ácidos, aminoácidos e substâncias aromáticas (Trevisan et al, 1981).

Suas características organolépticas e composicionais são variáveis e dependem de muitos fatores associados aos tipos de vegetação da região de sua procedência, alterando características tanto físicas, quanto químicas (Barth et al, 2005).

Por outro lado, as abelhas, responsáveis pela elaboração do mel, são organismos sociais importantes nas comunidades vegetais por serem agentes polinizadores de diferentes espécies de plantas, contribuindo para o equilíbrio das populações que vivem em ecossistemas naturais (Heithaus, 1979).

O mel resulta da desidratação e transformação do néctar das flores ou de exsudações sacarínicas de outras partes vivas das plantas, que são coletadas e transformadas através da evaporação da água e da adição de enzimas, no sistema digestório das abelhas (Horn, 1996).

Portanto, a quantidade de substância elaborada a partir de uma determinada planta varia de acordo com os fatores que influenciam a produção e a concentração de néctar, com as concentrações e as proporções de seus carboidratos, com a quantidade e tipologia de flores da área de coleta e com o número de dias em que as flores estão secretando néctar (Crane, 1975).

Os estudos de morfologia polínica estão baseados no fato de que os grãos de pólen possuem diferenças típicas a cada espécie vegetal, sobretudo no que diz respeito ao tamanho, forma, ornamentação e estrutura da esporoderme. Assim, através da identificação botânica dos tipos polínicos, é possível conhecer a palinoflora de uma região (Baeurmann e Neves, 2005), sendo que a análise polínica dos méis pode definir a sua origem botânica (Barth, 1989).

Essa análise polínica dos méis pode ser realizada sob duas formas: através da análise qualitativa e pela análise quantitativa, abrangendo o teor total de pólen, bem como as relações quantitativas entre o pólen de diferentes espécies ou grupos componentes do espectro polínico da amostra. No momento em que se reúnem os dois processos constitui-se um levantamento palinológico quali-quantitativo de uma amostra de mel (Barth, 1989).

Cabe destacar que, geralmente, a determinação das famílias vegetais a partir do pólen no mel não constitui grande obstáculo, todavia definições em níveis taxonômicos inferiores, como gêneros e espécies, nem sempre são claramente possíveis pela morfologia polínica (Barth, 1989).

Para Kerr et al (1996), as abelhas brasileiras sem ferrão são responsáveis, conforme o ecossistema, por 40 a 90% da polinização das árvores nativas. As 60 a 10% restantes são polinizadas pelas abelhas solitárias, borboletas, coleópteros, morcegos, aves, alguns mamíferos, água, vento, e, recentemente, pelas abelhas africanizadas. Ainda de acordo com Kerr et al, (1996), o interesse pela criação de abelhas sem ferrão é justificado, na maioria dos casos, pelo uso nutricional e terapêutico do mel e pelo fato da sua comercialização promover um aumento da renda familiar, além da atividade servir como fonte de lazer. Do ponto de vista biológico, a criação de abelhas também é importante porque esses insetos, ao coletarem pólen e néctar de flor em flor, promovem a polinização e, conseqüentemente, asseguram a perpetuação de milhares de plantas nativas e das exóticas cultivadas.

As abelhas são consideradas eficientes na polinização de numerosas plantas economicamente importantes. Como esses insetos são alados, isto lhes dá grande mobilidade e lhes permite a passagem de uma flor a outra, ou de uma planta a outra, com extrema rapidez. Além disso, as abelhas possuem pilosidade abundante e corbículas que lhes permitem carregar grandes quantidades de pólen (Pesson & Louveaux, 1984).

O pólen coletado nas anteras das flores é essencial para a nutrição das abelhas *Apis mellifera* L., pois provê recurso de proteína principalmente para larvas e adultos (Zerbo et al, 2001). Segundo Crailsheim (1990), o consumo de pólen pelas abelhas nutrizas é importante, pois elas só produzem a geléia real a partir dos nutrientes liberados pela digestão do pólen,

que é metabolizado pelas células de suas glândulas hipofaríngeas e mandibulares. O pólen é rico em proteínas, que servem de matéria prima para o crescimento e restauração dos tecidos animais. De acordo com Goodman (2003), o pólen contém proteínas, lipídios, incluindo esteróis, amido, açúcar, vários minerais e vitaminas. Almeida-Muradian et al, (2005) encontraram proteínas, lipídios, cinzas e carotenóides totais em bolotas de pólen apícola.

Apesar de haver uma provável relação entre a escolha da fonte de pólen, coletado pelas abelhas, e a disponibilidade de recursos, coloração, odor e morfologia das flores (Bhagavan & Smith, 1997), a preferência de coleta pelas abelhas em razão da qualidade nutricional do pólen é ainda muito discutida (Pernal & Currie, 2001; Roulston & Cane, 2002; Cook et al., 2003). Os tipos polínicos podem variar conforme a região ou época do ano em que estes são ofertados. Conhecer o valor nutricional dos diferentes tipos polínicos pode, portanto, contribuir para escolha do local de instalação de apiários e sugerir ingredientes para a produção de substitutos protéicos, em épocas de entressafra de pólen (Pereira et al, 2006). Para Almeida-Muradian et al, (2005), o conhecimento nutricional do pólen apícola pode ser utilizado no controle da qualidade deste produto, principalmente para direcionar a produção comercial do pólen monofloral, ou seja, proveniente de uma mesma espécie de planta.

A abelha africana (*Apis mellifera scutelata*) foi introduzida no Brasil em 1956 (Kerr, 1967, Pardo 1979), iniciando a ocupação pela América do Sul, Central e alcançando também a América do Norte. O processo de ocupação aconteceu pela adaptação e eficiência reprodutiva da abelha africanizada (Rinderer *et al*, 1993), tornando-se um material biológico para os estudos relacionados com processos adaptativos.

As abelhas sem ferrão eram as únicas produtoras de mel e as principais polinizadoras das plantas nativas no Brasil até 1938, quando foi introduzida no país a abelha africana (*Apis mellifera*) (Kerr et al, 2001). Os índios foram os primeiros a utilizar os produtos destas abelhas nativas para alimentação, auxílio na confecção de objetos de caça e impermeabilização de cestos e outros utensílios feitos de fibras vegetais (Aidar, 1996).

A meliponicultura ajuda a preservar a biodiversidade, pois as abelhas nativas são polinizadores por excelências das plantas das florestas e contribuem para a restauração ambiental através da preservação de árvores que servem de locais para construção de ninhos (Freitas, 1991).

A identificação das plantas usadas pelas abelhas do Vale do Taquari não é conhecida por muitos apicultores, com este estudo será possível repassar esta informação de grande importância, sobre a abundância e adequada fonte de néctar e de pólen que está sendo procurado pelas abelhas, assim como a verificação da qualidade deste mel produzido.

Alguns especialistas consideram que os apicultores são apontados por uma utilização imprópria da riqueza oferecida espontaneamente pela vegetação natural. Tendo o conhecimento sobre as espécies de plantas que contribuem para a composição do mel, os apicultores poderão preservá-las e multiplicá-las, ajudando no estabelecimento de uma apicultura sustentável e de qualidade.

Com base neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a origem floral e algumas características físico-químicas de méis de *Apis mellifera* e *Tetragonista angustula*, provenientes da região do Vale do Taquari, no estado do Rio Grande do Sul, enquadrando estas amostras nas especificações da legislação, contribuindo na caracterização dos méis do Brasil.

## 2 IMPORTÂNCIA DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE MÉIS

Sendo o mel um produto muito apreciado e de fácil adulteração com açúcares ou xaropes, é necessário que se proceda algumas análises para a determinação da sua qualidade para fins de comercialização.

A necessidade de estabelecer técnicas analíticas com a finalidade de conhecer a composição química do mel é de grande importância, principalmente para estabelecer parâmetros físico-químicos e biológicos para cada grupo de méis, além de contribuir para a identificação de fraudes e mudanças físico-químicas e microbianas que possam surgir.

O mel pode sofrer várias alterações de causas diversas. Algumas acontecem devido à falta de informação do próprio agricultor quanto à tecnologia de extração, forma de manejo adequado, equipamentos a serem utilizados e, principalmente, à forma de armazenamento e conservação (Melo et al, 2003).

É importante conhecer a caracterização do mel, para garantir um produto de qualidade no mercado, o qual é, cada vez mais exigente. Além disso, os méis brasileiros são muito pouco estudados tendo em vista as suas qualidades nutricionais indiscutíveis (Melo et al, 2003).

Recentemente foram realizadas análises físico-químicas de méis, objetivando a sua padronização, como também, obtenção de subsídios para garantir a qualidade desse produto, detectando as suas possíveis adulterações. Essa caracterização se faz necessária à qualidade do mel, pois é um alimento bastante usado no dia-a-dia de muitas famílias, principalmente, na alimentação de crianças e idosos, devido à riqueza de vitaminas e sais minerais, além de

possuir propriedades antibacterianas e anticéptica, sendo usado também na área terapêutica em tratamentos profiláticos (Melo et al, 2003).

Alguns países permitem a venda de substitutos manufaturados como "mel artificial" ou "imitação de mel", enquanto outros a proibem. Uma característica comum das regulamentações de alimentos em diversos países é a especificação de padrões que estabelecem valores mínimos e máximos de água, açúcares redutores, sacarose, minerais e hidroximetilfurfural no mel. Esses limites têm servido para excluir os méis que sofreram alguma prática de adulteração (Vilhena & Almeida-Muradian, 1999).

As características físico-químicas e polínicas do mel ainda são pouco conhecidas, principalmente nas regiões tropicais onde existe elevada diversidade de flora apícola associada às taxas elevadas de umidade e temperatura (Sodré, 2000).

É de fundamental importância a caracterização dos méis visando à criação de padrões, segundo os fatores edafo-climáticos e florísticos das regiões, estabelecendo critérios comparativos nas análises e controlando possíveis fraudes desse produto (Crane, 1990).

O mel de abelha nativa (Meliponinae) é pouco conhecido em termos de composição, sendo associado às características do mel das abelhas africanizadas. Assim, faz-se necessário estudar esse produto, porque os hábitos das abelhas nativas se diferenciam das abelhas africanizadas, podendo alterar também a composição do produto (Nogueira-Neto, 1997).

O Ministério da Agricultura, através da Instituição Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, indica as análises às quais o mel brasileiro deverá ser submetido (Brasil, 2000), que são: teor de umidade, hidroximetilfurfural (HMF), açúcares redutores, sacarose aparente, minerais (cinzas), acidez livre, sólidos insolúveis em água, atividade diastática, pH e °Brix.

Os trabalhos de análises físico-químicas de méis visam a comparar os resultados obtidos com padrões ditados por órgãos oficiais internacionais, ou com os estabelecidos pelo próprio país, deixando claro não só uma preocupação com a qualidade do mel produzido internamente, tornando também possível a fiscalização de méis importados com relação à sua alteração (Marchini e Marchini, 2001).

## **2.1 Análise Polínica no mel**

Flora apícola é o conjunto de plantas de cujas flores as abelhas obtêm o néctar e o pólen. O conhecimento de plantas nectaríferas e poliníferas de cada região, a determinação da

época da floração, o seu valor relativo como fonte de néctar e pólen é indispensável para aumentar a produção apícola (Ferreira, 1981).

O pólen e o néctar das flores constituem praticamente a única fonte de alimento das abelhas, desde a fase larval à adulta. O pólen fornece naturalmente proteína, graxas, vitaminas e sais minerais para as abelhas, sendo a única fonte de alimento nitrogenado disponível para a alimentação das larvas e sua ausência pode levar a colméia à extinção (Bastos, 1998).

O conhecimento da flora apícola de uma região é importante para identificar espécies vegetais que contribuem na formação do mel ali produzido, como também é necessário na preservação e multiplicação destas plantas de potencial melífero, auxiliando para estabelecer uma apicultura sustentável (Moreti et al, 1998; Santos Júnior & Santos, 2002).

A origem botânica do mel é caracterizada por sua análise microscópica, especialmente a identificação e contagem de grãos de pólen. O método é baseado na identificação do grão de pólen pela avaliação microscópica e comparação com laminário de referência ou com tipos polínicos descritos na literatura.

Com a análise polínica, pode-se obter uma informação importante para a composição físico-química do mel e classificá-lo como monofloral ou multifloral pelos dados obtidos sobre os tipos de grãos de pólen da composição do mel (Cano, 2002).

O levantamento palinológico quantitativo e qualitativo de uma amostra de mel constitui o seu espectro polínico. Este espectro é composto pelas plantas produtoras de néctar, não produtoras, as contaminações, falsificações e misturas (Barth, 1989). Através da análise quantitativa de grãos de pólen, é possível estabelecer a proporção que cada planta nectarífera contribui na constituição do mel, determinando assim a espécie botânica que deu origem ao mel (Iwana & Melhem, 1979). A análise polínica qualitativa pode fornecer importantes dados, principalmente para a caracterização dos méis quanto a sua origem geográfica, origem botânica, época de coleta e posteriormente, quanto à determinação do mel de origem desconhecida ou duvidosa (Barth, 1989).

## 2.2 Umidade

A água, cuja presença é definida pela umidade, é o segundo componente em quantidade na composição do mel (15 a 20%). Pode ser influenciada pela origem botânica da planta, por condições climáticas e geográficas ou pela colheita do mel antes da sua completa

maturidade. A umidade é uma das características mais importantes, nas análises de méis, por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade do mel. Normalmente, quando o mel se encontra maduro tem menos de 18,5% de umidade (Seemann & Neira, 1988; Cano et al., 2001), e segundo Schweitzer (2001), se for acima desse valor, maior será o risco de fermentação.

A água presente no mel apresenta forte interação com as moléculas dos açúcares, deixando poucas moléculas de água disponíveis para os microrganismos (Veríssimo, 1987). Certos microrganismos osmofílicos, presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, e nas áreas de extração e armazenamento do mel, quando presentes no mel multiplicam-se com o aumento da umidade, favorecendo o processo fermentativo (White Júnior, 1978).

Segundo Gonnet (1982) e Root (1985), a umidade no mel é variável, assim como os demais constituintes, sendo influenciada pela umidade do néctar, pelas condições ambientais, pelo fluxo nectarífero quando abundante, o que dificultaria a retirada da água, ou ainda pelo manejo inadequado do apicultor por ocasião da extração, embalagem e armazenamento. Esses fatores isolados, ou em conjunto, contribuem para a elevação da umidade do mel (Ruhle, 2000).

De acordo com a Legislação Brasileira o teor máximo de umidade nos méis não deve superar os 20% (BRASIL, 2000). Para a comunidade Européia admite-se um teor médio de 21%, enquanto que para a Farmacopéia Portuguesa pode-se atingir 22% (Feller-Demalsy et al, 1989).

Analisando méis da Chapada do Araripe no Estado do Ceará, Arruda (2003) encontrou um valor médio de 15,74%, variando de 14,97 a 17,23%. Almeida (2002) pesquisando méis produzidos em áreas de cerrado do município de Pirassununga, São Paulo, registrou uma variação de 16,6 a 20,8%, com média de 18,01%. Já Rodrigues et al (2002) e Silva et al. (2002) obtiveram umidade de 18,76% em méis da região do Brejo Paraibano.

Marchini et al (2001b) encontraram um valor médio de 19,1% para umidade em amostras de méis do Estado de São Paulo. Ainda em São Paulo, Marchini et al. (2002) observaram uma variação de 15,1 a 21,5% de umidade em méis de flores de laranja. Já em Mato Grosso do Sul Marchini et al. (2001a) detectaram 19,98% de umidade.

Souza et al (2004), analisando as características físico-químicas de 11 amostras de mel de abelha da espécie *Melipona asilvai*, provenientes da região semi-árida do Estado da Bahia, concluíram que o teor de umidade elevado merece maior cuidado na manipulação do mel durante a coleta, processamento e armazenamento, evitando a sua contaminação por microrganismos que causam a depreciação do produto.

### 2.3 Hidroximetilfurfural (HMF)

O mel é um “produto vivo” que continua se modificando mesmo após extraído. O seu envelhecimento tem conseqüências sobre o aroma, sabor, cor (torna-se mais escura) e modificações químicas. O mais comum é a avaliação do hidroximetilfurfural (HMF), que é um derivado químico dos açúcares, não nocivo ao homem. Essa substância natural é produzida espontaneamente no envelhecimento do mel, sendo sua reação acelerada pelo aquecimento e sua medida pode ser considerada como um índice de envelhecimento. Na União Européia, o teor máximo de HMF permitido em méis é de 40mg/kg. Acima disso, o mel não poderá ser comercializado a não ser como mel industrial. Os méis ácidos (pH de 3,5 a 4,0) são mais sensíveis à produção do HMF, aumentando rapidamente o seu teor; já os méis de melato (pinheiro, castanheiro) produzem com menor intensidade o HMF. O aquecimento do mel tem igualmente uma ação sobre as enzimas presentes, com sua atividade diminuindo com o aumento da temperatura. Assim quanto maior a temperatura, mais rapidamente elas se degradam (Schweitzer, 2001).

O conhecimento desses componentes durante o processamento e o armazenamento permite o controle da sua qualidade. Segundo White Júnior (1978), o hidroximetilfurfural é o resultado da transformação dos açúcares, frutose e glicose encontrados naturalmente no mel. Esse processo é acelerado com a elevação da temperatura, por isso, o HMF passou a ser usado como indicador de aquecimento, processamento inadequado ou mesmo adulteração com xaropes. O mesmo autor cita que geralmente, méis mais velhos mostram valores elevados do HMF.

As adulterações no mel são feitas, geralmente, com emprego de xarope de milho, de beterraba e "xarope invertido". O xarope invertido é obtido por hidrólise ácida do xarope de milho e contém teores altos de hidroximetilfurfural (HMF). O mel de abelha contém pequena quantidade de HMF, mas com o armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento estes valores aumentam. Assim, a pesquisa desse composto é feita no mel para verificar a existência de adulteração com açúcar comercial, ou estocagem inadequada ou se o produto foi superaquecido. Caso isso ocorra, o mel terá seu valor nutricional alterado (Vilhena & Almeida-Muradian, 1999).

O hidroximetilfurfural é um dos constituintes mais discutidos no mel. Esse composto resulta da quebra (desidratação) de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, na presença de um ácido. A quantidade de HMF certamente aumenta em méis submetidos a altas

temperaturas. Cada 10°C extras aumentam a velocidade de produção de HMF em cerca de 4,5 vezes; por exemplo, um aumento que leva cem dias a 30°C leva cerca de 20 dias a 40°C, 4 dias a 50°C, 1 dia a 60°C e somente umas poucas horas a 70°C (Crane, 1983).

O HMF serve como indicador da qualidade do mel, pois quando este fator está presente em concentrações elevadas, provavelmente, já poderá ter ocorrido perda de algumas enzimas, como por exemplo, a glicose-oxidase (Vilhena & Almeida-Muradian, 1999).

A presença de hidroximetilfurfural (HMF) também está relacionada com a variação de temperatura no mel. O mel recém-extraído contém pouca quantidade de HMF. Porém se o mel é armazenado em temperaturas elevadas ou se for aquecido a diferentes temperaturas (superiores a 40 °C), os açúcares, especialmente a frutose, transformam-se em HMF por desidratação. A presença de HMF pode ser verificada no mel por meio de sua reação em meio ácido, indicando se o mel alguma vez sofreu a elevação da temperatura acima de 40 °C, comprometendo suas propriedades químicas (Blanchi, 1990).

Na estocagem de mel deve-se observar a temperatura do local de armazenagem, pois em temperaturas acima de 30°C, por períodos superiores a 6 meses, ocorre o desdobramento da frutose em 1 molécula de hidroximetilfurfural e 3 moléculas de água, ficando com uma camada superficial líquida e escurecida. Em pesquisas realizadas na UFSM, esse líquido escurecido foi fornecido para as abelhas, provocando a morte de 100% dos enxames (Lengler, 2000).

Veríssimo (1988) afirma que o HMF é o indicador de qualidade no mel, uma vez que, quando elevado, indica uma queda considerável no seu valor nutritivo, pela destruição, através do aquecimento, de algumas vitaminas e enzimas, que são termolábeis.

A legislação vigente do Ministério da Agricultura e do Abastecimento estabelece um máximo de HMF de 60mg/kg de mel (Brasil, 2000).

Thrasylvoulou (1986) registrou, em méis gregos recém-colhidos, uma média de HMF de 4,6 mg/kg com uma variação de 0,0 a 15,2 mg/kg. Em méis espanhóis Sancho et al (1992) obtiveram média de HMF de 4,7 mg/kg, com uma variação de 0,0 a 24,1 mg/kg.

Estudando amostras de méis brasileiros, Dayrell & Vital (1991) detectaram valores de HMF variando de 1,1 a 248,2 mg HMF/kg, justificando os altos valores de HMF como consequência das condições climáticas em países tropicais.

Komatsu et al (2001), analisando méis de diferentes municípios de São Paulo, registraram valores médios para HMF de 18,18 mg HMF/kg, 10,16 mg HMF/kg e 15,15 mg HMF/kg em méis silvestre, de eucalipto e de laranjeira, respectivamente. Na análise de amostras de méis do Mato Grosso do Sul, Marchini et al. (2001a) obtiveram HMF médio de

55,46 mg HMF/kg. Já em méis do Estado da Bahia, Marchini et al. (2001b) constataram valores para HMF que variaram de 0,449 a 268,36 mg HMF/kg e Sodré et al (2002) detectaram uma variação de 1,5 a 136 mg HMF/kg. Enquanto que nas regiões do Cariri e do Brejo Paraibano, Silva et al (2002) verificaram teores de HMF com médias de 23,9 mg HMF/kg e 20,7 mg HMF/kg, respectivamente.

## 2.4 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica tem valor na indicação da adulteração do mel e da sua origem, pois pode ser utilizada como método suplementar na determinação da origem botânica (Aganin, 1971).

A medida da condutividade elétrica pode fornecer um método rápido para estabelecer se o mel é ou não adequado para estoques de inverno das abelhas, pois alguns dos constituintes que a aumentam, também fazem com que o mel se torne inadequado para as abelhas durante o tempo frio (Crane, 1983).

A condutividade elétrica tem correlação com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, além da proteína e outras substâncias presentes no mel (Stefanini, 1984).

## 2.5 Invertase

As enzimas presentes em alguns méis também são responsáveis por transformações nas suas características físico-químicas e nutricionais durante o armazenamento. O mel no seu processo de formação contém enzimas próprias das plantas e dos insetos: invertase, amilase (diastase), glicose, oxidase, catalase e fosfatase. A invertase incorporada ao néctar pela saliva das abelhas transforma os açúcares, em particular a sacarose, que resulta numa mistura de glicose e frutose. As ações diastásicas conduzem à transformação de  $\frac{3}{4}$  da sacarose. Por isso, quanto mais velho for o mel, menos sacarose conterà. A amilase é muito importante para detectar os possíveis aquecimentos que possa ter sofrido o mel, em seu processo comercial, por motivo de ser muito instável frente às elevações de temperatura. Entretanto, deve-se considerar que a amilase deteriora-se à temperatura ambiente, quando o armazenamento for prolongado e, portanto, funciona como um indicativo da idade (período de validade) do mel de abelha (Melo et al, 2003).

A enzima invertase hidrolisa a sacarose e apenas uma pequena quantidade desta enzima é encontrada em méis maduros, servindo como indicadora de autenticidade das hexoses (glicose+frutose), que na presença de ácidos, sofrem uma desidratação, ao mesmo tempo que formam o HMF (hidroximetilfurfural). Como a frutose é uma molécula menos resistente que a glicose à ação conjugada dos ácidos e ao calor, ela é a principal formadora de HMF. Teoricamente, méis com maior taxa de frutose darão origem a maiores taxas de HMF ao longo das armazenagens do que os méis com maior taxa de glicose (Horn, 1996)

Enzimas componentes do mel têm sido o objetivo de muitas pesquisas, o principal interesse sobre estes estudos foi distinguir méis naturais e artificiais, mas a diastase e a invertase também são mensuradas para determinação de méis frescos, porque sua atividade diminui em méis envelhecidos ou super aquecidos (Sancho et al, 1992).

A origem da invertase no mel é comumente atribuída às abelhas. O néctar coletado é misturado com secreções salivares e das glândulas hipofaríngeas, então quando é passado de abelha para abelha antes de ser armazenado nas células, mais secreção é adicionada. Este processo e, conseqüentemente, a quantidade de enzima adicionada, depende de vários fatores como a idade, dieta e estágio fisiológico das abelhas, estrutura da colônia, temperatura e abundância de néctar (Horn, 1996).

### 3 AS ABELHAS

O registro histórico sobre as abelhas sociais é antigo, fazendo-se presente desde a pré-história. Naquela época, em muitas civilizações, tanto o mel quanto as abelhas eram considerados sagrados. A efetiva melhoria do sistema de produção do mel iniciou-se a partir de 1600 e a revolução só ocorreu em 1851, com o uso de colméias com quadros móveis (Crane, 1975).

Existem aproximadamente vinte mil espécies de abelhas, distribuídas praticamente por todas as partes do mundo onde ocorram as angiospermas, plantas floríferas, cujo número de espécies é estimado em mais de 225 mil. Destas plantas, uma grande proporção atua como plantas apícolas, porque têm suas flores visitadas regularmente pelas abelhas sociais, cujas colônias podem ter centenas de milhares de indivíduos (Almeida-Anacleto, 2007).

Ao contrário do que ocorre nas espécies solitárias, nas espécies sociais cada abelha da colônia procura flores de uma mesma espécie vegetal, enquanto esta se mostra atraente em recursos alimentares. Essa organização e constância na atividade, tão importantes para a garantia da polinização das flores, podem permitir também o melhor manejo das colônias pelos apicultores e meliponicultores (Imperatriz-Fonseca et al, 1993).

As abelhas são elementos importantes tanto para o homem como para o meio ambiente, pelo valor comercial de seus produtos como pela ação da polinização, por contribuir para o aumento da produção de frutos e sementes de diversos vegetais de interesse agroflorestal (Wiese, 1985; Free, 1993).

No Brasil, a flora apícola é rica e variada. Todavia, pouco se conhece do ponto de vista apícola. Freitas (1991) cita vários estudos realizados referentes à flora apícola, principalmente em zonas temperadas, mesmo assim a nossa bibliografia de plantas melíferas

ainda é bastante incompleta, pois se fundamenta em dados empíricos e resultados de trabalhos conduzidos em outros países.

Segundo Alcoforado-Filho (1998), por sua natureza, a meliponicultura e a apicultura são atividades conservadoras das espécies, sendo das poucas atividades agropecuárias que preenchem todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico, pois gera renda para o apicultor; o social porque ocupa mão-de-obra familiar no campo; e o ecológico, pois não se desmata para criar abelhas. Atividades auto-sustentáveis propõem a obtenção de produtos que possam ser repostos pelo próprio ecossistema, num ciclo definido, possibilitando renda aos proprietários da terra, e ao mesmo tempo mantendo o equilíbrio desejado dos ecossistemas (Reis & Mariot, 1999).

Os meliponídeos apesar de produzirem mel em menor quantidade, fornecem um produto diferenciado do mel de *Apis mellifera*, possuindo consumidores distintos a pagar altos preços pelo produto no mercado (Carvalho et al, 2005).

### **3.1 As espécies utilizadas no estudo**

#### **3.1.1 *Apis mellifera***

A abelha africana foi introduzida no Brasil em 1956 (Kerr, 1996, Pardo 1979), iniciando a ocupação pela América do Sul, Central e alcançou também a América do Norte. O processo de ocupação aconteceu pelo processo de adaptação e eficiência reprodutiva da abelha africanizada (Rinderer et al,1993), se tornando-se um material biológico para os estudos relacionados a processos adaptativos.

O pólen coletado nas anteras das flores é essencial para a nutrição das abelhas *Apis mellifera*, pois provê recurso de proteína principalmente para larvas e adultos (Zerbo et al., 2001). Segundo Crailsheim (1990), o consumo de pólen pelas abelhas nutrizes é importante, pois elas só produzem a geléia real a partir dos nutrientes liberados pela digestão do pólen, que é metabolizado pelas células de suas glândulas hipofaríngeas e mandibulares.

### 3.1.2 Abelhas sem ferrão e a espécie *Tetragonista angustula*

As abelhas sociais nativas do Brasil, conhecidas popularmente por abelhas indígenas sem ferrão, encontram-se reunidas na superfamília Apoidea. Entre essas abelhas, as pertencentes à subfamília Meliponinae são as mais conhecidas, com mais de 200 espécies distintas (Nogueira-Neto, 1970).

Os meliponíneos tiveram origem na parte oeste do continente Gondwana, hipótese que é sustentada pelos registros fósseis e pela biogeografia (Camargo e Pedro, 1992). Estes ocupam grande parte das regiões de clima tropical e temperado subtropical do planeta (Nogueira-Neto, 1997). Ao sul, sua distribuição chega até 35°S na Austrália e América do Sul; até 28°S na África e ao norte, o limite de sua distribuição alcança o Trópico de Câncer (Michener, 2000).

No Brasil, o limite ao sul está no estado do Rio Grande do Sul, nas proximidades da fronteira com o Uruguai (Nogueira-Neto, 1997). No entanto, a maior abundância e diversidade dessas abelhas ocorrem nos neotrópicos (Camargo e Pedro, 1992).

Um dos principais locais de ocorrência dos meliponíneos é o Brasil, sendo estes relevantes para a ecologia de diversos ecossistemas, por exemplo, a polinização de grande parte da Mata Atlântica (Kerr et al, 1996).

Segundo Moure (1961), na subfamília Meliponinae podem ser consideradas duas tribos: Meliponini e Trigonini. Os Meliponini se caracterizam por não construírem células reais, dessa forma, rainhas, operárias e machos nascem e desenvolvem-se até o estágio adulto em células de cria de igual tamanho. Os Trigonini constituem um grupo muito diversificado, com dezenas de gêneros e constroem quase sempre células reais, maiores que as outras, de onde emergem as futuras rainhas (Nogueira-Neto, 1997).

Na espécie *Tetragonisca angustula*, pertencente à tribo Trigonini e, popularmente, conhecida como jataí, são conhecidas duas subespécies: *Tetragonisca angustula angustula* (Latreille, 1811) e *Tetragonisca angustula fiebrigi* (Castanheira, 1995).

Estudos relativos ao comportamento dos meliponíneos demonstram que são capazes de defender suas colônias fechando a entrada do ninho quando são atacados por outros insetos e, mesmo possuindo ferrão atrofiado, podem atacar os invasores com as mandíbulas, enrolando-se nos pêlos, envolvendo-os com geoprópolis ou penetrando em orifícios dos inimigos de maior porte (Nogueira-Neto, 1997).

Nestas abelhas, é comum encontrar depósitos de própolis dentro da colônia, que são utilizados, juntamente com a cera, para fechar buracos e para construir as paredes das células do ninho no qual ficam os ovos e os potes de alimento (Kerr, 1996).

A biologia, comportamento, aspectos morfológicos e bioquímicos de *T. angustula* têm sido estudados desde o início do século vinte. Os estudos com a abelha *T. angustula* tornam-se importantes por existirem aspectos dessa abelha que interessam não somente à ciência, mas à economia e à sociedade, em geral (Kerr et al, 1996).

Imperatriz-Fonseca et al (1984) coletaram amostras de mel e pólen de colônias de *T. a. angustula* mantidas no campus da USP de São Paulo e concluíram que estas abelhas visitaram 180 espécies vegetais pertencentes a 45 famílias distintas para a coleta do alimento.

Dentre os trigoníneos, a jataí produz o mel de sabor mais apreciado e considerado como tendo atribuições terapêuticas nos tratamentos de oftalmias e moléstias dos pulmões (Imperatriz-Fonseca et al, 1984). Em várias partes do Brasil, o mel das abelhas sem ferrão tem maior procura e preço mais alto em relação ao mel de *A. mellifera*, por exemplo, na região de Minas Gerais, São Paulo e Paraná há grande procura pelo mel de jataí e mandaçaia *Melipona quadrifasciata* (Kerr et al, 1996).

A jataí possui destacada importância ecológica e econômica. O extrativismo de mel, cerume e resinas dessas abelhas é amplamente disseminado, principalmente, no norte e nordeste do Brasil (Menezes-Pedro e Camargo, 2000). Uma rica cultura com relação às abelhas sem ferrão pode ser encontrada, ainda hoje, entre os povos indígenas, como os índios Kayapó, por exemplo (Camargo e Possey, 1990).

A contribuição mais significativa, entretanto, está na atuação das abelhas como agentes polinizadores, peças-chave na manutenção da diversidade florística e do equilíbrio ecológico na maioria dos ecossistemas terrestres. Um dos efeitos diretos disso pode ser visto no aumento da produtividade de plantas cultivadas, por meio da introdução de ninhos de abelhas em áreas de cultivo (Menezes-Pedro e Camargo, 2000).

O trabalho polinizador das abelhas é de crescente importância para a produção de cereais, café, algodão e frutas de diferentes espécies. Sabe-se que mais de 40% da produção agrícola brasileira depende da polinização entomófila, sendo que as abelhas têm o maior destaque (Sommer, 1997).

A *Tetragonista angustula* tem facilidade em ocupar lugares variados para nidificação, adaptando-se a áreas urbanizadas. Tal fato influencia positivamente o sucesso evolutivo da espécie, mesmo com os grandes desmatamentos e as queimadas constantes nas florestas naturais do Brasil (Castanheira e Contel, 1995).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas amostras de mel provenientes de municípios do Vale do Taquari (FIGURA 1 e 2), as quais foram adquiridas diretamente com os produtores através de doação.

Num total foram analisadas 33 amostras de mel, sendo 22 amostras de *Apis mellifera* e 11 de *Tetragonista angustula*. Esta diferença no número de amostras se deve pelo fato de ser mais comum a comercialização e produção na região de mel de *Apis mellifera* em relação ao mel da abelha nativa utilizada no estudo, *Tetragonista angustula*.

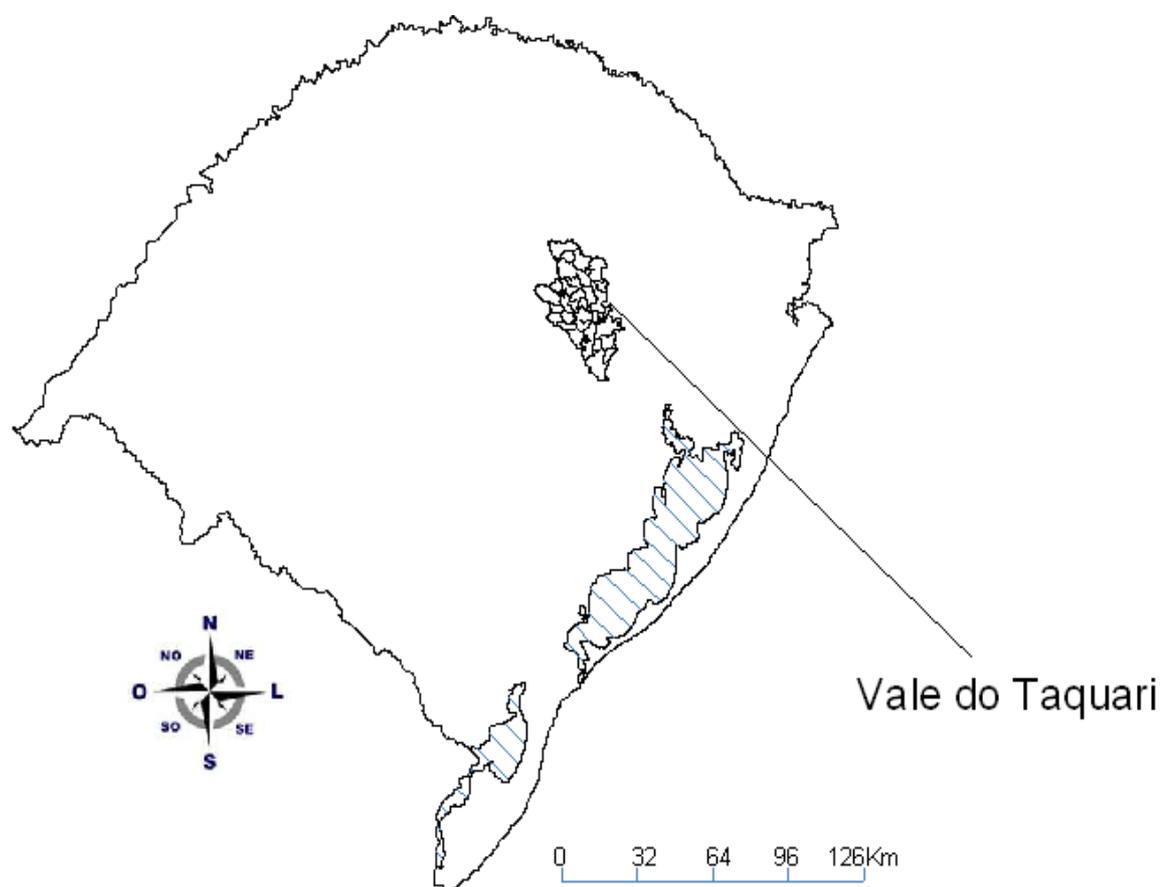
TABELA 1 – Municípios de Procedência das amostras de méis de *Apis mellifera*

Amostra	Município de Procedência
1	Marques de Souza
2	Marques de Souza
3	Estrela
4	Arroio do Meio
5	Roca Sales
6	Pouso Novo
7	Lajeado
8	Arroio do Meio
9	Lajeado
10	Arroio do Meio
11	Roca Sales
12	Canudos do Vale
13	Progresso
14	Capitão
15	Vespasiano Corrêa
16	Progresso
17	Nova Bréscia
18	Estrela
19	Forquetinha
20	Vespasiano Corrêa
21	Roca Sales
22	Pouso Novo

TABELA 2 - Municípios de Procedência das amostras de méis de *Tetragonista angustula*

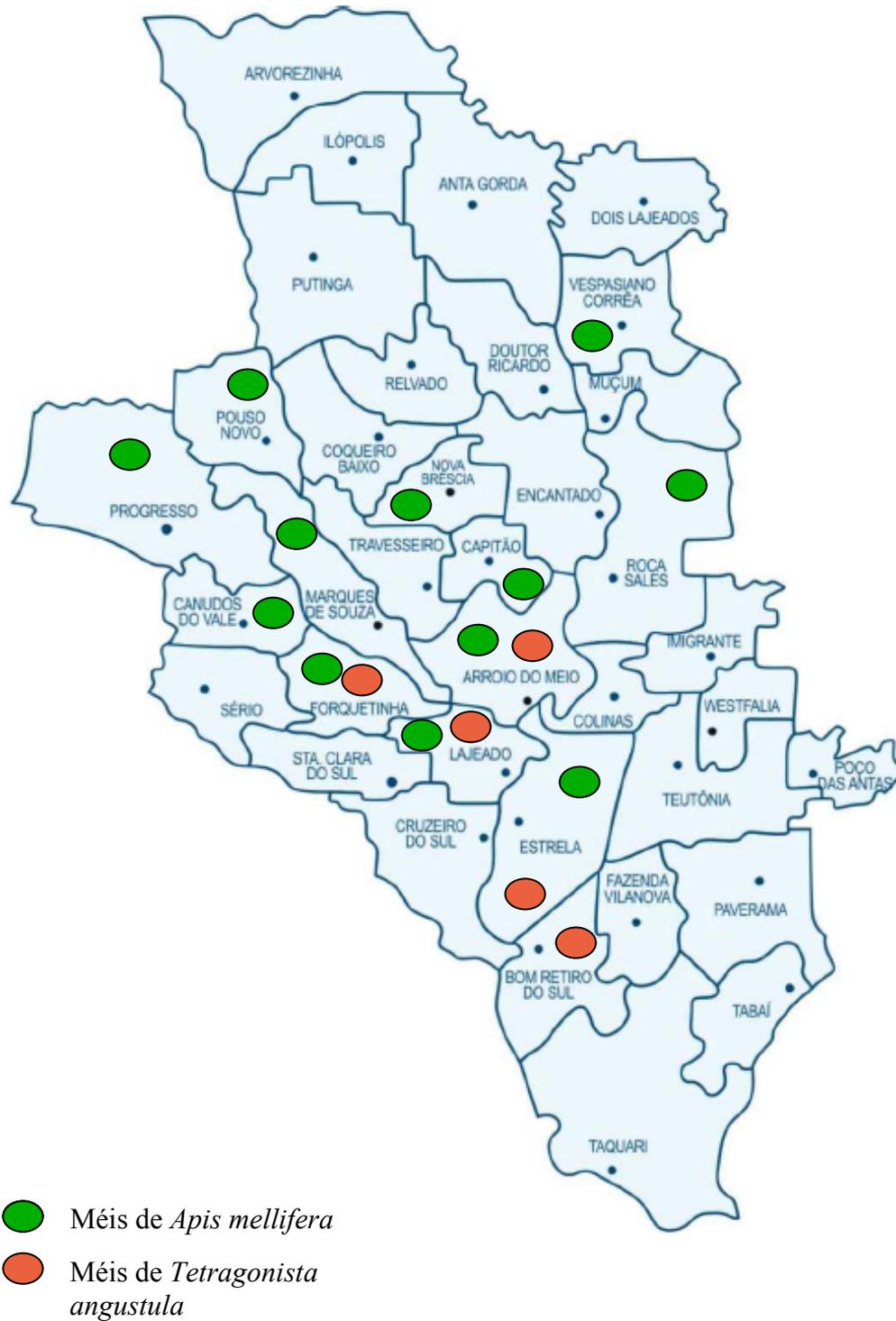
Amostras	Município de Procedência
1	Bom Retiro do Sul
2	Lajeado
3	Estrela
4	Lajeado
5	Arroio do Meio
6	Lajeado
7	Lajeado
8	Lajeado
9	Lajeado
10	Lajeado
11	Forquetinha

FIGURA 1 – Mapa de localização do Vale do Taquari no Rio Grande do Sul.



FONTE: Setor de Botânica e Paleobotânica, Museu de Ciências Naturais, UNIVATES

FIGURA 2 – Mapa de localização dos municípios de procedência das amostras de méis de *Apis mellifera* e *Tetragonista angustula*.



#### 4.1 Análise Polínica

A preparação melissopalínológica das amostras de pólen seguiu o método padrão europeu de Maurizio & Louveaux (1965) para amostras de méis, sem uso da acetólise.

As 22 amostras de méis de abelha africanizada *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), foram processadas no *Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim*, Stuttgart, Alemanha, sob a orientação do professor Dr. Dr. Helmut Horn, através de convênio firmado entre a Univates e esta instituição alemã, devido ao interesse na análise do méis do Rio Grande do Sul.

As 11 amostras de mel de *Tetragonista angustula*, abelhas nativas sem ferrão, meliponídeos, foram processadas no Laboratório de Microscopia da Univates, sendo utilizada a mesma metodologia.

Os méis permaneceram envasados em frascos de plástico estéril e armazenados à temperatura ambiente até o momento de preparação das lâminas para análise. De cada amostra foram retirados 10 mL de mel, dissolvidos em 20 mL de água destilada e deionizada. As misturas foram centrifugadas por 10 min a 3500 rpm, e após, desprezou-se o sobrenadante e realizou-se nova centrifugação com mais 20 mL de água destilada. O material sedimentado que permaneceu no fundo do tubo de ensaio foi utilizado para o preparo das lâminas.

As observações das lâminas polínicas foram realizadas em microscópio óptico (Leica), e os tipos polínicos fotografados com a câmera Leica DFC 280, através do Programa Leica IM 50, no Setor de Botânica e Paleobotânica do Museu de Ciências Naturais da UNIVATES.

Na análise qualitativa de cada amostra, a identificação dos tipos polínicos baseou-se, principalmente em catálogos especializados em morfologia polínica de espécies de diversas floras. Quando necessário, recorreu-se à coleção de referência depositada no *Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha*.

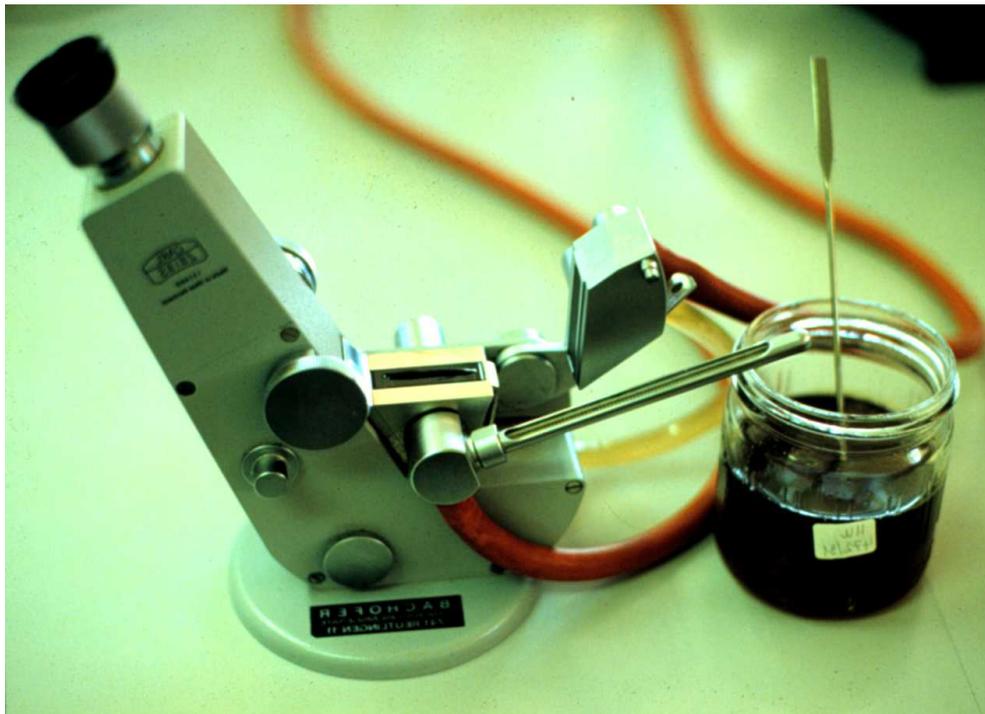
A análise quantitativa foi realizada pela contagem de um total de 500 grãos por amostra. As classes de ocorrência foram determinadas segundo Louveaux et al (1978), e são as seguintes: pólen dominante ( $\geq$  a 45% do total de grãos), pólen acessório (de 15% a 45%), pólen isolado importante (de 3% a 14%) e pólen isolado ocasional ( $\leq$ 3%).

## 4.2 Análises Físico-Químicas

### 4.2.1 Umidade

A umidade das diferentes amostras de méis foi determinada, pelo método de refratometria a 20°C e a interpretação foi feita através da tabela de Chataway, que utiliza a medida de índice de refração da amostra para ser convertida em porcentagem de umidade. Pela Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (Ministério da Agricultura e do Abastecimento), o teor máximo de umidade permitido para méis de flores ou de melato é de 20%.

FIGURA 3 – Refratômetro Abbé.



Fonte: Dr. Dr. Helmut Horn

### 4.2.2 Hidroximetilfurfural (HMF)

A quantidade de HMF presente nas amostras foi realizada por dois métodos, devido ao Padrão do Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha,

aplicar a metodologia para quantificação de HMF apenas após a realização do método para quantificação da enzima invertase, e após a análise, apenas as amostras com dados menores que 64 unidade/Kg de invertase que são submetidas à análise de HMF.

Assim, as 22 amostras de méis de *Apis mellifera* sofreram a análise da enzima invertase e destas, 8 foram analisadas para o nível de HMF, onde em meio ácido o ácido barbitúrico condensa-se com o hidroximetilfurfural, formando um composto de coloração vermelha.

As 11 amostras de méis de *Tetragonista angustula* foram analisadas para os níveis de HMF conforme a metodologia de Bognadov et al, 1997, onde mediu-se a absorbância da amostra, utilizando um espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 284 e 336nm.

#### 4.2.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica fundamenta-se no fato de que soluções de sais conduzem corrente elétrica entre dois eletrodos, sendo medida em solução 20% de mel, utilizando-se um condutivímetro para obtenção dos dados.

FIGURA 4 – Condutivímetro, eletrodo inserido na amostra.



Fonte: Dr. Dr. Helmut Horn

#### 4.2.4 Invertase

Para determinação da enzima invertase nas amostras de mel de *Apis mellifera* foi utilizado o método de Siegenthaler, 1977, pois o mesmo é adotado pelo Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha.

O método utiliza uma solução tampão, solução substrato e a solução de amostra homogeneizada. Após o tempo de incubação a reação é cessada e a absorbância é determinada em Unidades por Kg de mel.

A quantidade de invertase presente na amostra segundo as normas alemãs deve ser maior que 64 U/Kg, portanto foram submetidas para análise de HMF apenas as amostras que apresentaram valor abaixo deste limite. Este procedimento é adotado, pois a relação entre a enzima invertase e a quantidade de HMF é inversamente proporcional.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise Polínica

A análise polínica qualitativa das 22 amostras de mel de *Apis mellifera* demonstrou uma grande diversidade de pólen, sendo encontrados um total de 60 tipos polínicos distribuídos em 37 famílias botânicas.

Nas amostras de méis de *Tetragonista angustula* ocorreram 27 tipos ou espécies polínicas, pertencentes a 16 famílias botânicas.

Com as análises quantitativas dos grãos de pólen das amostras (Tabela 3 e 4) foi possível demonstrar a importância das espécies vegetais na formação do mel, classificando-as nas classes de frequência (Louveaux et al., 1978: pólen dominante (>45%), pólen acessório (15 a 45%), pólen isolado importante (3 a 15%) e pólen isolado ocasional (<3%).

Segundo Barth (1989), uma identificação completa das espécies polínicas, exceto para espécies mais conhecidas, é uma tarefa bastante complexa e requer um grande conhecimento da vegetação melífera das áreas estudadas, portanto, recorre-se ao “tipo polínico”, o qual engloba todas as espécies que possuem grãos de pólen iguais ou muito semelhantes, pertencentes ou não, à espécie do mesmo gênero.

Foi possível constatar uma grande participação de pólen isolado importante e pólen isolado ocasional nas amostras de ambas as espécies de abelhas. Porém, tem pouca importância quanto à quantidade de néctar fornecido pela planta, podendo informar, entretanto, informação quanto à origem e procedência geográfica da amostra (Barth, 1989).

Pelos resultados analisados pode-se sugerir que os grãos de pólen isolados foram importantes como fonte de néctar na elaboração do mel, perfazendo em somatória porcentagens do pólen computado na contagem.

Segundo Ramalho et al (1985), fontes com representatividade polínica entre 1 e 10% podem ser consideradas como recursos de pouca atratividade, que devem corresponder a fontes potenciais ou secundárias. Estas fontes devem complementar as necessidades de alimento nas colônias e podem se tornar importantes para a manutenção de equilíbrio nutricional nos ambientes em que o suprimento de recursos florais estiver sujeito às variações sazonais.

Dos 60 tipos polínicos encontrados no mel de *Apis mellifera*, apenas o tipo *Eucalyptus* sp. foi considerado na análise quantitativa como pólen dominante em 4 amostras, mas esteve presente em 8 das 22 amostras analisadas, o que reitera o potencial apícola desta planta.

Como pólen acessório tiveram destaque 8 tipos polínicos (Tipo Anacardiaceae, Tipo Palmae, Tipo Asteraceae, Tipo Myrtaceae, Tipo Eucalyptus, Tipo Graminea, *Zea mays* e *Rhamnus* sp.). Os demais tipos polínicos encontrados estão distribuídos nas amostras como pólen isolado importante e pólen isolado ocasional.

Observou-se que os tipos polínicos pertencentes às famílias Arecaceae, Asteraceae, Fabaceae., Mirtaceae e Poaceae, estiveram presentes em quase todas as amostras de *Apis mellifera*. A frequência destas espécies deve-se ao potencial apícola destas plantas.

Nas amostras de mel de *Tetragonista angustula*, percebe-se um queda no número de famílias e tipos polínicos. A espécie *Schinus terebinthifolia* (Anacardiaceae), conhecida popularmente como aroeira, esteve presente como pólen dominante, em 10 das 11 amostras e como pólen acessório em uma delas.

O Tipo Arecaceae esteve presente em 9 das 11 amostras, na amostra 11 apareceu como pólen dominante. Esta família botânica é representada pelas palmeiras e coqueiros, possivelmente podemos relacionar aos coqueiros Jerivás (*Syagrus romanzoffiana*) nativos de nossa região.

Os tipos Asteraceae, *Croton* sp. e Mirtaceae foram identificados como pólen isolados importantes e isolados ocasionais, mas a ocorrência destes foi significativa, pois estão presentes em quase todas as amostras.

Estas informações podem contribuir para o conhecimento dos recursos florais, utilizados pelas espécies em estudo, na elaboração de seus méis.

Em uma revisão sobre as principais espécies de plantas utilizadas pelos meliponídeos e pela *Apis mellifera* na região neotropical, Ramalho et al (1985) comentam que, de modo

geral, famílias com um grande número de espécies, como Asteraceae, são também as fontes de pólen e néctar mais consistentes do sul do Brasil até o sul do México. Outras famílias que o autor cita como sendo significativas para os meliponídeos são Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrtaceae, Arecaceae, Rubiaceae e Solanaceae, sendo a maioria destas famílias encontradas nas amostras de *Apis mellifera* e *Tetragonista angustula* analisadas neste trabalho.

Imperatriz-Fonseca et al. (1984), estudando o hábito de coleta de *T. angustula* no "Campus" da USP em São Paulo-SP durante o período de um ano, observaram que esta abelha visitou 180 espécies de plantas pertencentes a 45 famílias, sendo encontrados 140 tipos polínicos nas amostras de pólen e 158 nas de mel. Entre as famílias botânicas que se destacaram em porcentagem de ocorrência estavam: Euphorbiaceae, Moraceae, Leguminosae, Myrtaceae.

*T. angustula* é considerada uma espécie generalista por visitar diversas fontes de recursos tróficos (Cortopassi-Laurino, 1982), embora algumas famílias botânicas podem se destacar na sua dieta, como a Euphorbiaceae (Knoll, 1990). Contudo, representantes de diversas famílias podem ser visitados para coleta de alimentos como Anacardiaceae, Caesalpiniaceae, Oxalydaceae, Rutaceae e Sapotaceae (Carvalho et al, 2005).

As variações no número de tipos polínicos, suas frequências e constância nas amostras retiradas da massa de pólen coletado por *N. testaceicornis* e *T. angustula* podem estar relacionadas com as alterações na produção de pólen e néctar pela planta em função das interações com fatores climáticos, além das diferenças de estratégias de coleta e preferências florais específicas de cada espécie.

Em algumas situações, as abelhas podem buscar outras fontes de recurso ou utilizar horários diferentes de coleta para evitar a competição com outras espécies. A competição inter e intra específica assim como as flutuações ambientais aumentam a eficiência de exploração e ampliam a gama de recursos utilizados (Imperatriz-Fonseca et al, 1984).

Um dado interessante é que em 100% das análises palinológicas foram detectadas a presença de grãos de pólen o que confirmaria a origem floral destes méis.

TABELA 3 – Espectro Polínico de 22 amostras de méis de *Apis mellifera*.

Família	Espécie/Tipo Polínico	Amostras																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Amaranthaceae	Tipo Amarantaceae				PIO	PIO	PIO				PIO		PIO	PIO	PIO									
Anacardiaceae	Tipo Anacardiaceae				PII	PII		PD		PA	PII	PII	PIO	PII	PII		PII				PII	PIO		
Apiaceae	Tipo Apiaceae	PIO			PIO							PIO		PIO								PIO		
	<i>Eryngium</i> sp.										PIO												PIO	
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.				PIO		PIO				PIO					PIO		PIO			PIO	PIO		
Arecaceae	Tipo Palmae	PIO		PA	PA	PII	PIO	PII	PII	PII	PIO	PII	PII	PII	PA	PA	PII				PII	PIO	PII	PII
Asteraceae	Tipo Asteraceae	PII	PA	PII	PII	PA	PA	PIO		PII	PA	PA	PA	PII	PII	PA	PA	PA	PA		PA	PA	PA	
	<i>Cirsium</i> sp.		PIO													PIO								
	<i>Helianthus</i> sp.		PIO		PII		PIO				PII		PIA			PIO		PIO			PII		PIO	PIO
	<i>Taraxacum</i> sp.													PIO										
	<i>Bidens</i> sp.				PIO					PIO		PIO				PIO					PIO		PIO	
	<i>Vernonia</i> sp.									PIO	PII				PIO		PIO		PIO	PIO			PIO	PIO
	<i>Senecio</i> sp.																					PII		PIO
	<i>Trixis</i> sp.												PIO											
Balsaminaceae	<i>Balsamina</i> sp.		PIO																					
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.	PIO				PIO	PIO		PIO		PIO				PIO	PIO		PII			PIO		PIO	
Boraginaceae	<i>Echium</i> sp.								PIO													PIO		
Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>		PII																					
	Tipo Brassicaceae			PIO		PII			PIO	PIO	PIO	PIO	PIO					PIO	PII	PII	PII	PIO		
Burseraceae	<i>Bursera</i> sp.		PIO																					
Caprifoliaceae	Tipo Caprifoliaceae			PIO											PIO	PIO					PIO	PIO		
Cistaceae	Tipo Cistaceae										PIO	PIO			PIO			PIO					PIO	
Clusiaceae	<i>Hypericum</i> sp.											PIO							PIO			PIO		
Convolvulaceae	Tipo Convolvulaceae													PIO			PIO							
Cucurbitacea	Tipo Cucurbitaceae												PIO											
Cyperaceae	Tipo Cyperaceae										PIO													
Euphorbiaceae	Tipo Euphorbiaceae					PIO	PIO		PIO		PIO	PIO		PII	PII		PIO					PIO		
	<i>Croton</i> sp.																PIO							
	<i>Manihot</i> sp.											PIO												
Fabaceae	Tipo Fabaceae				PIO	PIO																		
	<i>Acacia</i> sp.	PIO	PIO	PIO	PIO	PIO	PIO		PII	PIO	PIO	PIO	PIO		PIO	PIO	PIO	PII	PII	PII	PIO	PII	PIO	
	<i>Inga marginata</i>								PIO	PIO		PIO	PIO											
	<i>Delonix</i> sp.														PIO									
	<i>Mimosa bimucronata</i>				PII			PIO		PIO		PIO												
	<i>Mimosa pudica</i>									PIO						PIO								
	<i>Trifolium</i> sp.												PIA	PIO		PIO			PII	PIO				
	<i>Tripholium pratense</i>										PIO													
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	PIO														PIO								
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.		PIO									PIO		PIO	PIO		PIO	PIO						
Lauraceae	Tipo Lauraceae											PIO	PIO			PIO								
Liliaceae	Tipo Liliaceae						PIO				PIO											PIO		
Loranthaceae	Tipo Loranthaceae			PIO	PIO	PII		PIO			PIO		PIO	PIO	PIO						PII		PIO	

Continuação TABELA 3 -

Família	Espécie/Tipo Polínico	Amostras																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Lythraceae	Tipo Lythraceae				PIO	PIO																	
Malvaceae	Tipo Malvaceae		PIO								PIO												
Mirtaceae	Tipo Mirtaceae							PA		PA	PA		PA										
	<i>Eucalyptus</i> sp.	PD	PD	PA	PD	PA			PD		PA											PA	
Moraceae	Tipo Moraceae				PIO	PII																PIO	
Poaceae	Tipo Poaceae		PIO	PIO			PII	PII		PII	PII			PII	PII	PII	PII	PA	PA	PII	PII	PIO	PII
	<i>Zea mays</i>	PIO		PIO	PIO	PIO	PIO	PII	PII	PII	PIO	PIO	PA		PII	PII				PII	PII	PIO	
Polygonaceae	Tipo Polygonaceae												PIO										
	<i>Rumex</i> sp.		PIO						PIO	PIO						PII		PII			PIO		
Rhamnaceae	Tipo Rhamnaceae			PII	PIO	PII	PA		PII	PII		PIO		PIO	PII				PII	PII	PIO	PII	
	<i>Rhamnus</i> sp.	PA								PII													
Rosaceae	Tipo Rosaceae																						PIO
Rubiaceae	Tipo Rubiaceae																PIO						
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.												PIO					PIO					
Sapindaceae	Tipo Sapindaceae									PIO		PIO	PII										
Solanaceae	Tipo Solanaceae						PIO																
	<i>Datura</i> sp.										PIO		PIO									PIO	PIO
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>								PIO		PIO	PIO	PIO					PIO					

Legenda: PD: pólen dominante, PA: pólen acessório, PII: pólen isolado importante e PIO: pólen isolado ocasional.

TABELA 4 – Espectro polínico de 11 amostras de méis de *Tetragonista angustula*

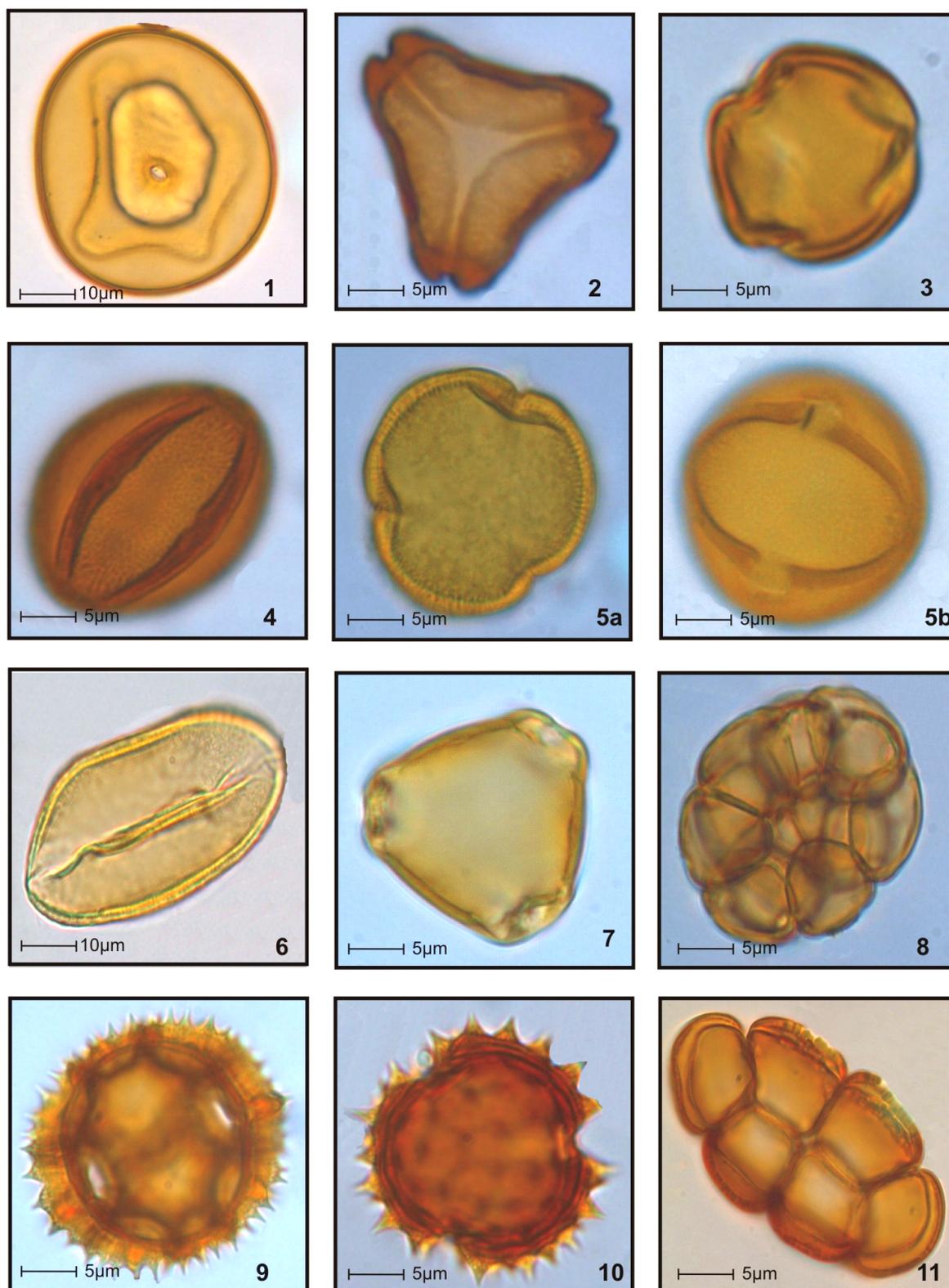
Família	Espécie/Tipo Polínico	Amostras											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Anacardiaceae	<i>Schinus terebintifolia</i>	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PA
Apiaceae	Tipo Apiaceae				PII								
Arecaceae	Tipo Arecaceae	PII	PA		PII		PA	PII	PII	PII	PII	PII	PD
Asteraceae	Tipo Asteraceae	PII	PIO	PIO	PII			PII	PII	PII	PII		
	<i>Bacharis</i> sp.												PIO
	<i>Vernonia</i> sp.												PIO
	<i>Astronium</i> sp.											PIO	
	<i>Bidens</i> sp.					PII							
Balsaminaceae	<i>Ipatiens balsamina</i>												PIO
Convolvulaceae	<i>Ricinus</i> sp.												PIO
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.			PII	PII	PIO	PIO	PIO					PII
	Tipo Euphorbiaceae												PII
Fabaceae	<i>Tripholium</i> sp.				PII								PII
	<i>Delonix</i> sp.						PIO			PII			PIO
	<i>Anadenanthera colubrina</i>						PIO						
	Tipo Fabaceae												
	<i>Acacia</i> sp.						PIO						
Flacourtiaceae	<i>Cascaria</i> sp.				PIO		PIO						
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.												PIO
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i>				PIO								
Mirtaceae	Tipo Mirtaceae		PII	PII	PII	PII	PIO	PII	PII	PII			
Olaceae	<i>Ligustrum</i> sp.				PII								PII
Poaceae	Tipo Poaceae				PII								
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.	PII			PII			PII					PII
	<i>Cupania vernalis</i>				PIO			PII					
	Tipo Sapindaceae	PIO											
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>												PII

Legenda: PD: pólen dominante, PA: pólen acessório, PII: pólen isolado importante e PIO: pólen isolado ocasional.

FIGURA 5 – Tipo polínicos utilizadas por *Apis mellifera* e *Tetragonisca angustula*.

<b><i>Apis mellifera</i></b>		<b><i>Tetragonisca angustula</i></b>	
<i>Balsamina</i> sp.	Tipo Anacardiaceae	<i>Acacia</i> sp.	<i>Anadenanthera columbrina</i>
<i>Begonia</i> sp.	Tipo Brassicaceae	<i>Bidens</i> sp.	<i>Astronium</i> sp.
<i>Brassica napus</i>	Tipo Caprifoliaceae	<i>Croton</i> sp.	<i>Bacharis</i> sp.
<i>Bursera</i> sp.	Tipo Cistaceae	<i>Delonix</i> sp.	<i>Cascaria</i> sp.
<i>Castanea sativa</i>	Tipo Convolvulaceae	Tipo Apiaceae	<i>Cupania vernalis</i>
<i>Cirsium</i> sp.	Tipo Cucurbitaceae	Tipo Asteraceae	<i>Ipatiens balsamina</i>
<i>Citrus</i> sp.	Tipo Cyperaceae	Tipo Fabaceae	<i>Ligustrum</i> sp.
<i>Datura</i> sp.	Tipo Lauraceae	Tipo Mirtaceae	<i>Ricinus</i> sp.
<i>Echium</i> sp.	Tipo Liliaceae	Tipo Poaceae	<i>Salvia</i> sp.
<i>Eryngium</i> sp.	Tipo Loranthaceae	Tipo Sapindaceae	<i>Schinus terebintifolia</i>
<i>Eucalyptus</i> sp.	Tipo Lytracaeae	<i>Trema micrantha</i>	<i>Serjania</i> sp.
<i>Helianthus</i> sp.	Tipo Malvaceae	<i>Trifolium</i> sp.	<i>Tibouchina granulosa</i>
<i>Hypericum</i> sp.	Tipo Mimosaceae	<i>Vernonia</i> sp.	Tipo Arecaceae
<i>Hyptis</i> sp.	Tipo Moraceae	Tipo Euphorbiaceae	
<i>Ilex</i> sp.	Tipo Palmae		
<i>Inga marginata</i>	Tipo Polygonaceae		
<i>Manihot</i> sp.	Tipo Rhamnaceae		
<i>Mimosa bimucronata</i>	Tipo Rosaceae		
<i>Mimosa pudica</i>	Tipo Rubiaceae		
<i>Rhamnus</i> sp.	Tipo Solanaceae		
<i>Rumex</i> sp.	Tripholium pratense		
<i>Senecio</i> sp.	<i>Trixis</i> sp.		
<i>Taraxacum</i> sp.	<i>Zea mays</i>		
Tipo Amarantaceae			

FIGURA 6 – Alguns tipos polínicos encontrados nas amostras.



1-*Zea mays* (Poaceae). 2-*Eucalyptus* sp. (Myrtaceae). 3-*Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). 4-Tipo Euphorbiaceae. 5-*Sebastiana* sp. (Euphorbiaceae) a-vista equatorial e b-vista polar. 6- Tipo Arecaceae. 7-Tipo Myrtaceae. 8-*Anadenanthera* sp. (Fabaceae). 9-*Vernonia* sp. (Asteraceae). 10-Tipo Asteraceae. 11-Tipo Fabaceae.

## 5.2 Análises Físico-Químicas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados nas 33 amostras, provenientes do Vale do Taquari podem ser observados nas Tabelas 5 e 6.

TABELA 5 – Resultados das análises Físico-Químicas realizadas nos méis de *Apis mellifera*

Amostra	IR (Umidade)%	Condutividade $\mu\text{S/cm}$	Invertase (unidade/Kg)	HMF mg/Kg
1	16,0	251	55	8
2	21,2	735	146	-
3	18,4	687	62	13
4	18,6	758	13	116
5	17,7	666	7	95
6	16,7	268	68	-
7	19,0	607	122	-
8	17,2	350	76	-
9	18,3	704	138	-
10	15,7	253	67	-
11	19,3	631	137	-
12	19,2	658	134	-
13	20,8	740	169	-
14	18,2	717	145	-
15	18,8	542	82	-
16	22,0	708	144	-
17	16,8	388	1	476
18	18,3	515	96	-
19	18,6	599	113	-
20	18,3	415	94	-
21	18,8	802	70	-
22	19,2	425	100	-
Média	18,5	564	93	142

TABELA 6 – Resultados das análises Físico-Químicas realizadas nos méis de *Tetragonista angustula*

Amostra	Umidade %	Condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}$	HMF mg/Kg
1	23,5	826	9,24
2	23,0	851	38,32
3	23,5	1040	6,40
4	24,3	891	46,61
5	23,1	887	14,61
6	21,7	1241	2,38
7	22,7	680	5,36
8	22,8	569	6,85
9	23,7	701	41,58
10	22,4	810	7,01
11	24,8	621	42,92
Média	23,2	828	20,12

### 5.2.1 Umidade

A umidade para as 22 amostras de méis de *Apis mellifera* analisadas variou de 15,7% a 22,0% (com valor médio de 18,5%). O valor médio não excedeu o valor máximo (20%) permitido pela legislação vigente (Brasil, 2000), entretanto foram observados em três amostras (2, 13 e 16) valores acima do permitido pela norma vigente.

Para as 11 amostras de méis de *Tetragonista angustula* a umidade variou de 21,7% a 24,8% (com média de 23,2%). Apresentando valores acima do permitido em todas as amostras.

Valores acima dos estabelecidos pela norma vigente também foram constatados por Horn (1996) que, analisando amostras de méis do Brasil, verificou valor médio para a umidade de 18,7%. Entretanto, encontrou no Estado da Bahia amostras com 22,4% de umidade.

Rodrigues et al (2002) mencionam que a umidade dos méis é influenciada pela origem botânica, por condições climáticas, época de colheita e o grau de maturação do mel, sendo um parâmetro de grande importância durante o armazenamento do produto, pois uma maior umidade favorece o processo de fermentação e conseqüente deterioração do produto.

TABELA 7 - Dados obtidos nas amostras de méis de *Apis mellifera* comparados com as normas vigentes.

Parâmetros analisados	Normas Vigentes	Média	Máximo	Mínimo
Umidade (%)	Máximo 20*	18,5	22,0	15,7
HMF (mg/Kg)	Máximo 60*	96,63	476	3
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Máximo 800**	564,5	802	251
Invertase (U/Kg)	Mínimo 64**	92,68	169	1

\* Especificações da norma brasileira (Brasil, 2000)  
 \*\* Especificações das normas internacionais (Alemanha, 2004)

TABELA 8 - Dados obtidos nas amostras de méis de *Tetragonista angustula* comparados com as normas vigentes.

Parâmetros analisados	Normas Vigentes	Média	Máximo	Mínimo
Umidade (%)	Máximo 20*	23,23	24,8	21,7
HMF (mg/Kg)	Máximo 60*	20,12	42,92	2,38
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Máximo 800**	828,82	1241	569

\* Especificações da norma brasileira (Brasil, 2000)  
 \*\* Especificações das normas internacionais (Alemanha, 2004)

### 5.2.2 Hidroximetilfurfural (HMF)

As quantidades de hidroximetilfurfural (HMF) foram estabelecidas nas amostras de *Apis mellifera* após a avaliação dos resultados da quantidade da enzima invertase, sendo analisadas apenas 5 amostras que tiveram valores para a Invertase menores que 65 unidades/Kg. Dentre as amostras analisadas, 3 apresentaram valores acima do permitido pela legislação vigente, que é 60 mg/Kg.

Para as 11 amostras de méis de *Tetragonista angustula* os valores de HMF variaram de 5,36 a 42,92 mg/Kg (valor médio de 20,12 mg/Kg). A média obtida entre as amostras e mesmo os valores de cada uma para a análise de HMF não ultrapassaram os limites estabelecidos, estando todos os méis desta espécie dentro do padrão permitido.

### 5.2.3 Condutividade elétrica

Os valores encontrados para a condutividade elétrica obtidos nas amostras de mel analisadas apresentam variação de 251 a 1241  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , média para *Apis mellifera* de 564,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 828,82  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para *Tetragonista angustula*, sendo o menor valor registrado para a amostra 1 do mel de *Apis mellifera*.

Para condutividade elétrica não há normas brasileiras vigentes, tampouco sugestão para méis das espécies de abelhas sem ferrão, mas para verificação da qualidade das amostras analisadas seguiu-se o padrão internacional, que é no máximo 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Bognadov et al, 1997).

Horn (1996) apresentou uma variação de 100 a 2013  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 57 amostras de méis de diversas regiões do Brasil, onde 33 delas possuem valores para condutividade elétrica dentro da faixa de variação encontrada no presente estudo.

Sodré et al (2002) encontraram em méis colhidos no litoral norte do estado da Bahia valores de 271,67 a 1634  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e dentre as amostras de méis que possuem resultados de condutividade elétrica acima do limite máximo estabelecido pelas normas internacionais, estes autores observaram a grande presença de méis de eucalipto. Segundo Bognadov et al. (1997) para méis de flores de eucalipto aceitam-se valores de condutividade elétrica maiores que 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 5.2.4 Invertase

Para a análise de Invertase nos méis de *Apis mellifera* encontrou-se valores com uma média de 141,60 U/Kg, variando entre 1 e 169 U/Kg. Apenas 5 amostras apresentaram-se fora do limite estabelecido pela legislação alemã para esta enzima.

## 6 CONCLUSÕES

Através da análise polínica foi possível detectar que as amostras referem-se a méis verdadeiros, devido à presença do pólen em todas, sendo caracterizadas como poliflorais, com contribuição de várias espécies botânicas.

As variações no número de tipos polínicos e suas frequências nas amostras de méis, podem estar relacionadas com as alterações na produção de pólen e néctar pela planta em função das interações com fatores climáticos, além das diferenças de estratégias de coleta e preferências florais específicas de cada espécie.

As espécies consideradas apresentaram hábito generalista de coleta de pólen visitando diversas espécies botânicas. Essas plantas devem ser mantidas ou cultivadas em áreas que têm por objetivo a preservação dessas espécies ou em que se deseja incrementar a apicultura e a meliponicultura.

Mesmo que a produção de mel seja popularmente o principal atrativo para a criação de abelhas nativas, a meliponicultura deve ser encarada como uma atividade não apenas para a produção de mel e outros subprodutos, mas também para a manutenção da vida vegetal através da polinização das plantas.

Com relação às características físico-químicas do mel, pode-se verificar que a legislação atual, referente ao mel de *Apis mellifera* não é adequada para todos os caracteres analisados, reforçando a necessidade do desenvolvimento de um padrão próprio para os méis de abelhas nativas brasileiras, principalmente para a umidade.

As 3 amostras de méis de *Apis mellifera* que apresentam altos valores de HMF possivelmente foram superaquecidas ou estocadas em condições de altas temperaturas,

alterando a qualidade e características originais destes méis, principalmente a amostra 17 que apresenta também apenas 1 unidade/Kg de Invertase.

Os apicultores que praticam estes superaquecimentos dos méis a fim de descrystalizá-los devem ficar atentos para estas mudanças que estão ocasionando no produto que estão comercializando, descaracterizando-os completamente.

Com a realização deste trabalho foi possível o conhecimento do mel do Vale do Taquari e propõem-se como atividade futura a possível certificação destes méis, com identificação de sua qualidade e procedência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGANIN, A. F. Electrical conductivity of several unifloral honeys. **Trudy Saratovskogo Zootekhnicheskogo Inaituta**, v. 21, p. 137-144, 1971./ Resumo em Apicultural Abstracts, v.25, n. 1, p.144, 1973.

AIDAR, D. S. A. **Mandaçaia: Biologia de Abelhas e Multiplicação Artificial De Colônias de *Melipona quadrifasciata***. Ribeirão Preto: Sociedade de Genética, 104p. 1996.

ALCOFORADO-FILHO, F. G. Sustentabilidade do Semi-árido através da apicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador,1998. **Anais**. Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, p.61, 1998.

ALMEIDA-ANACLETO, D., **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado em Entomologia, Universidade de São Paulo, USP, Brasil, 2007.

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PAMPLONA, L. C.; COIMBRA, S.; BARTH, O. M. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, p.105-111, 2005.

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (*Hymenoptera, Apoidea*) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 103 f., 2002.

ARRUDA, C. M. F. **Características físico-químicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) da região da Chapada do Araripe, município de Santana do Cariri, Estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 86 f, 2003

BARTH, M.O.; MAIORINO, C.; BENATTI, A.P.T.; BASTOS, D.H.M. Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do Sudeste do Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(2): 229-233, 2005.

BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro.** Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 152 p.,1989.

BASTOS, E.M.A.F. Grão de pólen e estruturas secretoras de plantas como indicadores da origem botânica do mel e da própolis In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador, 1998. **Anais.** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, p.71-72, 1998.

BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. Métodos de Estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle XI (2) 1:** 99-107. 2005.

BHAGAVAN, S.; SMITH, B. H. Olfactory conditioning in the honey bee, *Apis mellifera*: affects of odor intensity. **Physiology & Behavior**, v.61, p.107-117, 1997.

BLANCHI, E.M. **Control de calidad de la miel y la cera.** Roma: FAO, 69 p, 1990.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMAN, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. **Apidologie**, Paris: Issue Spec., p. 25-27, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000.** Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 16-17.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. **Apidologie**, v. 23, p. 509-522, 1992.

CAMARGO, J. M. F.; POSSEY, D. A. **O conhecimento dos Kayapó sobre as abelhas sociais sem ferrão (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera)**. Notas adicionais. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, nova sér., Zool.*, v. 6, n. 1, p. 17-42, 1990.

CANO, C. B. **Caracterização dos méis monoflorais de eucalipto e laranja do Estado de São Paulo pela análise polínica e físico-química**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 211 f. 2002.

CANO, C. B.; FELSNER, M. L.; MATOS, J. R.; BRUNS, R. E.; WHATANABE, H. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Comparison of Methods for Determining Moisture Content of Citrus and Eucalyptus Brazilian Honeys by Refractometry. **Journal of Food Composition and Analysis**. Roma, V. 14, nº 1, pp. 101-109, 2001.

CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B. de A.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O. **Mel de abelha sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 32p., 2005.

CASTANHEIRA, E. B.; CONTEL, E. P. B. Isoenzymes related to flight activity in *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae): Evidence of postranslational modification of the hexokinase and detection of new glycerol-3-phosphate dehydrogenase variants. **Biochemical Genetics**, v. 33, p. 365-375, 1995.

CASTANHEIRA, E.B. **Marcadores genéticos e sua utilização em estudos populacionais em *Tetragonisca angustula* e *Plebeia droryana* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)**. Tese (Doutorado em Ciências: Genética) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 80 f., 1995.

COOK, S. M.; AWMACK, C. S.; MURRAY, D. A.; WILLIAMS, I. H. **Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition?** *Ecological Entomology*, v.28, p.622-627. 2003.

CRAILSHEIM, K. **The protein balance of the honey bee worker.** *Apidologie*, v.21, p.417-429, 1990.

CRANE, E. **Bees and beekeeping-science, practice and world resources.** London: Neinemann Newnes, 614 p., 1990.

CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey.** London: Heinemann, 608 p. 1975.

CRANE, E. **O Livro do mel.** São Paulo: Nobel, 1983. 226 p.

DAELLEN-BACK, K.K. The use of honeybee. **Gleanings in Bee Culture**, v.109, n. 10, p. 530-531, 1981.

DAYRELL, I. O.; VITAL, N. C. Comparação entre dois métodos oficiais para determinação de hidroximetilfurfural (HMF) em mel brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 137-141, 1991.

FELLER-DEMALSY, M. J.; VICENTE, B.; BEAULIEU, F. Teneur en minéraux et origine géographique des miels du Canada. **Apidology**, Paris, v. 20, n. 1, p. 77-91, 1989.

FERREIRA, M.B. Plantas apícolas no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 7, p.40-47, 1981.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops.** London: Academic Press, 684p., 1993.

FREITAS, B.M. **Potencial da caatinga para a produção de pólen e néctar para a exploração apícola.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 140 f., 1991.

GONNET, M. **Le miel: composition, propriétés, conservation**. 2. ed. Montfavet: OPIDA, 109p., 1982.

GOODMAN, L. J. **Form and function in the honey bee**. Cardiff: International Bee Research Association, 220p., 2003.

HEITHAUS, E.R. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. **Ecology**, v.60, n.1, p.190-202, 1979.

HORN, H. **Intensive practical cours on honey analysis**. São Paulo: FFCLRP/USP, Dissertação (Mestrado em Entomologia). 43p., 1996.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; RAMALHO, M. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille.(Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Bolm. Zool. Univ. S. Paulo**, v. 8, p. 115-131, 1984.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; RAMALHO, M. Abelhas sociais e Flores – análise polínica como método de estudo. In: PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: EDUSP, p.17-30., 1993.

IWAMA, S.; MELHEM, T. S. The pollen spectrum of the of *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, Paris, v. 10, n. 3,p. 275–295, 1979.

KERR, CARVALHO, G. A.; SILVA, A.C.; ASSIS, M. G. P. **Aspectos pouco Mencionados da Biodiversidade Amazônica**. Parcerias Estratégicas, n. 12., 2001.

KERR, W. E. **The history of introduction of African Bees in Brazil**. South Africa Bee Journal, 39: 3-5. 1967.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **A abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangaú, 143p., 1996.

KERR, W. E. **Biologia e manejo da Tiúba, a abelha do Maranhão**. São Luís: Edufma, 156p., 1996.

KOMATSU, S. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C.C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* no Estado de São Paulo: I. Índice de diastase e hidroximetilfurfural. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, n. 3, p. 381-392, 2001.

LENGLER, S. **Inspeção e controle da qualidade do mel**. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 5.; ENCONTRO DE APICULTORES DO MERCOSUL, São Borja, RS. 2000.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO A.; VORWOHL G. **Methods of Melissopalynology**. Bee World 59: 139–157, 1978.

MARCHINI, L. C. **Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera-Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos e biológicos**. Livre Docência, Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.2001

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Características de cinco diferentes espécies de eucaliptos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA, p. 42, 2001A,

MARCHINI, L. C. ; SODRÉ, G. da S. ; CARVALHO, C. A. L. de . Hidroximetilfurfural de amostras de méis de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) provenientes do Estado da Bahia. In: 4º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTO, Campinas. SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTO, p. 64-64. 2001B.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. Condutividade elétrica, teor de proteína, viscosidade e teor de água de amostras de méis de flores de laranjeira produzido por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

MAURIZIO, A.; LOUVEAUX, J. **Pollens de plantes mellifères d'Europe**. Paris: INRA, 148p., 1965.

MELO, Z. F. N., DUARTE, M. E. M., MATA, M. E. R. M. C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Paraíba, v.5, n. 01, p. 89-99, 2003.

MENEZES-PEDRO, S. R.; CAMARGO, J. F. M. Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX. Apoidea, Apiformes. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. **Inv. Terrestres**. São Paulo – FAPESP, p. 193-211. 2000.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Johns Hopkins Univ. Press, p. 872., 2000.

MORETI, A.C. de C.C.; MARCHINI, L. C.; TEIXEIRA, E.W. Caracterização das plantas apícolas do Centro de Apicultura Tropical / Instituto de Zootecnia, em Pindamonhangaba, SP.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador, 1998. **Anais**. Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, p.179, 1998.

MOURE, J. S. A preliminary supra-specific classification of the Old World Meliponine bees (Hymenoptera, Apoidea). **Stud. Entomol.**, v. 4, p. 181-242, 1961.

NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2. ed. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1970.

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

PARDO, A. M., **La abeja africanizada: aspectos sobre su origen, biología y manejo**. Conference de VI Congreso Colombiano de Entomologia, Cali, 40p., 1979.

PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; VIEIRA-NETO, J. M.; LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; CAMARGO, R. C. R. **Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.1-7, 2006.

PERNAL, S. F.; CURRIE, R. W. **The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.)**. Behavior Ecology and Sociobiology, v.51, p.53-68, 2001.

PESSON, P. & J. LOUVEAUX. **Pollinisation et productions végétales**. Paris, INRA, 663p., 1984.

RAMALHO, O. M., KLEINERT-GIOVANNINI, Some aspects of the utilization of pollen analysis in ecological research. **Apidologie**, Bucareste, v.17,n.2,p.159-174, 1985.

REIS, M.S. & MARIOT, A. **Diversidade natural e aspectos agrônômicos de plantas medicinais**. In: SIMÕES, C.M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (ORG.) Farmacognosia. Da planta ao medicamento. Porto Alegre: Ed. UFSC / Ed. UFRGS. P. 39-60, 1999.

RINDERER, T. E., OLDROYD, B. P. & SHEPPARD, W. S., Africanized Bee in the United States. **Scientific American**, 269(6): 52-58. 1993,.

RODRIGUES, A. E.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E. M. F. Análise físico-química dos méis de abelha *Apis mellifera* e *melipona scutellaris*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, 2002. **Anais**. Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, p.62., 2002.

ROOT, A. I. **ABC y xyz de la apicultura: encyclopedia de la cria científica y práctica de las abejas**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 723 p., 1985.

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. The effect of pollen protein concentration on body size in the sweat bee *Lasioglossum zephyrum* (Hymenoptera:Apiformes). **Evolutionary Ecology**, v.16, p.49-65, 2002.

RUHLE, E.R. Controle de qualidade dos produtos apícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ???, 2000.

SANCHO, M. T.; MUNIATEGUI, S.; HUIDOBRO, J. F. et al. Aging of honey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 4, p. 134-138, 1992.

SANTOS JÚNIOR, M. C.; SANTOS, F. A. R. Identificação botânica de méis da Bahia: estudo palinológico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53., 2002, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, p. 191., 2002.

SCHWEITZER, Monsenhor Paul. **Qualidade do mel.** Revista Abeille de France, 866, 2001. Sombornon, França. **Mensagem Doce**, 2001.

SEEMANN & NEIRA, 1988; SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola.** Valdivia: Universidad Austral de Chile, 202 p. 1988.

SIEGENTHALER, U. **Eine einfache und rasche Methode zur Bestimmung der  $\alpha$ -Glucosidase (Saccharase) im Honig.** In: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., Band 68, p. 251-258, 1977.

SILVA, E. M. S. da; RODRIGUES, A. E.; FREITAS, B. M. Análises físico-químicos dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE APICULTURA, p. 61. 2002.

SODRÉ, G. da S. **Características físico-químicas e análises polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte do Estado da Bahia.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.83f., 2000.

SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C.; ARRUDA, C. M. F.; LEVY, P. S. Viscosidade e umidade de amostras de méis de *Apis mellifera* de estados da região Nordeste do Brasil. In:

SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., Piracicaba **Anais...** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

SOMMER, P. G. Aspectos da apicultura brasileira. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE APICULTURA, 12, 1997, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Federação Paranaense de Apicultura, p. 17-19. 1997.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1623 – 1624, 2004.

STEFANINI, R. **Variability and analysis of Italian honeys**. *Apiacta*, v. 19, n.4, p. 109-114. 1984.

THRASYVOULOV, A. The use of HMF and diastase as criteria of quality of Greek honey. **Journal of Apicultural Research**, Cardiff, v. 25, n. 3, p. 186-195, 1986.

TREVISAN, M.D.P.; TREVISAN, M.; VIDAL, R. **Os produtos das abelhas**. SNAP, STASEP, FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE BARRETOS. p.24. 1981

VERÍSSIMO, M. T. da L **Saiba o que é HMF**. *Apicultura no Brasil*, São Paulo, v. 4, n. 24, 31 p., 1988.

VERÍSSIMO, M. T. da L. **Análise dos méis de Santa Catarina**. *Apicultura no Brasil*, São Paulo, v.4, n.9,39 p., 1987.

VILHENA, F.; ALMEIDA–MURADIAN, L. D. **Manual de análise físico-química de mel**. São Paulo: APACAME, 16 p.,1999.

WHITE JÚNIOR, J.W.; RUDYJ, O.N. The protein content of honey. **Journal of Apicultural Research**. V. 17 n. 4, 234-244, 1978.

WIESE, H. (Coord.) **Nova Apicultura**. 6.ed. Porto Alegre: Agropecuária, 491p., 1985.

ZERBO, A. C.; MORAES, R. L. M. S.; BROCHETTO-BRAGA, M. R. **Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera: Apidia, Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion**. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, v.129, p.139-147, 2001.