



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**POTENCIAL DA MELISSOPALINOLOGIA NO ESTUDO DA**  
**INTERAÇÃO INSETO-FLOR DE *Tetragonisca angustula***  
**LATREILLE 1811 (HYMENOPTERA: MELIPONINAE) NO**  
**CERRADO ANTROPIZADO DE URUAÇÚ, ESTADO DE**  
**GOIÁS**

**João Victor Morais Camargo**

**Goiânia, 2021**

**João Victor Morais Camargo**

**POTENCIAL DA MELISSOPALINOLOGIA NO ESTUDO DA  
INTERAÇÃO INSETO-FLOR DE *Tetragonisca angustula* LATREILLE  
1811 (HYMENOPTERA: MELIPONINAE) NO CERRADO  
ANTROPIZADO DE URUACÚ, ESTADO DE GOIÁS**

Monografia apresentada à Escola de Formação de Professores e Humanidades da Pontifícia Universidade Católica de Goiás para obtenção do Título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Matheus Godoy Pires

Co-orientadora: Dra. Maira Barberi

**Goiânia, 2021**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA**

**Aluno: João Victor Moraes Camargo**

**Orientador: Dr. Matheus Godoy Pires**

**Co-orientadora: Dra. Maira Barberi**

**Membros:**

**1. Dr. Matheus Godoy Pires**

**2. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho**

**3. Me. Andréa Mara de Oliveira**

**Dezembro de 2021**

*Dedico esse trabalho a meu avô, Sr. Leosionio Gomes de Camargo e a Carlos Alberto de Oliveira. Onde estejam, que saibam que estou com saudades.*

## AGRADECIMENTOS

A trajetória foi longa, mas o caminho a percorrer ainda é enorme, por este momento da minha vida eu sou grato a Deus por todas as experiências que a graduação me forneceu.

A Ângela Francisca de Moraes, mulher, guerreira e mãe por sempre me colocar em suas orações, pelo apoio em toda essa jornada e por todo esse amor fraternal, sem a senhora nada eu seria.

A minha Avó, Sra. Genervina Pinto por sempre ser manter fiel às suas crenças e por nunca ter perdido a fé em minha capacidade, por ser o meu porto seguro, minha fortaleza.

A meus tios, Sra. Karlyane Camargo e Sr. Marcus Vinicius, pelas orações e pelas noites de uma boa conversa sobre a natureza do mundo.

A Dra. Maira Barberi, por sua dedicação sem fim à ciência, por inúmeras conversas e conselhos de vida e por mostrar que a vida vale a pena ser vivida, o meu muito obrigado.

Ao Dr. Matheus Godoy Pires, por sua orientação nesse trabalho. Obrigado pelas lições de vida, pelo profissionalismo e por sempre estar de portas abertas a me receber.

A meus amigos de graduação, Ygor Ribeiro, Wanderson Henryk, Vitoria Alvarenga, Thamara Calassa, Jeniffer Lorrana e Haylla Santos, por todas as conversas produtivas e improdutivas, por cada brincadeira, gargalhadas e estresse que passamos juntos. Essa conquista só foi possível porque cada um de vocês contribuiu com a minha formação.

A meu caro Wanderson Henryk (Ruivo), muito obrigado por ter me ajudado a cada passo dessa jornada.

Aos colegas da Liga Acadêmica de Paleontologia e Evolução (LAPE) quem, apesar do grande desafio que foi administrá-la, eu não mudaria essa experiência por nada e me honra estar ao lado de pessoas que se dedicaram tão firmemente à ciência e à comunidade.

A Kettely Susana Aquino de Melo, a melhor companheira de jornada, por sempre estar ao meu lado, por sempre escutar as coisas que eu achava fascinante, por todo o apoio, amor, carinho e dedicação. Muito obrigado.

E a todos que contribuíram indiretamente ou diretamente a minha formação acadêmica o meu mais profundo agradecimento.

Muito obrigado!

## RESUMO

O estudo das interações entre as abelhas e plantas angiospermas está diretamente relacionado ao processo de polinização e à renovação e manutenção de toda diversidade vegetal. As plantas fornecem pólen e o néctar, que são as duas únicas fontes de alimentos das abelhas retiradas das plantas. Esse trabalho se dedicou a estudar o conteúdo polínico contido no mel de uma colônia de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811, uma abelha da tribo Meliponini nativa da América do Sul, em um contexto ambiental severamente modificado pelo homem em domínio do Cerrado, no município de Uruaçu, estado de Goiás. Uma amostra do mel da colônia foi amostrada durante a época seca, a fim de se investigar as famílias de plantas com potencial apícola presentes na amostra, revelando a não existência, nesse contexto, de uma dominância evidente entre as famílias vegetais exploradas por essa espécie de abelha, porém uma maior quantidade de pólen de Urticaceae e Lagoniaceae é demonstrada. A família com maior diversidade polínica observada foi Asteraceae, com seis morfotipos distintos identificados, o que reforça o conhecimento de que *Tetragonisca angustula* é uma abelha generalista importante na polinização de plantas silvestres da região.

**Palavras-chave:** Meliponini; Cerrado; antropização; melissopalínologia; plantas apícolas.

## ABSTRACT

The study of interactions between bees and angiosperm plants is directly related to the pollination process and the renewal and maintenance of all plant diversity. Plants provide pollen and nectar, which are the only two food sources bees take from plants. This work was dedicated to studying the pollen content contained in honey from a colony of *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811, a bee of the Meliponini tribe native to South America, in an environmental context severely modified by man in the Cerrado domain, in the municipality of Uruaçu, state of Goiás. A sample of honey from the colony was sampled during the dry season, in order to investigate the families of plants with potential beekeeping present in the sample, revealing the non-existence, in this context, of an evident dominance between the plant families exploited by this species of bee, but a greater amount of pollen from Urticaceae and Lagoniaceae is demonstrated. The family with the greatest pollen diversity observed was Asteraceae, with six distinct pollen types identified, which reinforces the knowledge that *Tetragonisca angustula* is an important generalist bee in the pollination of wild plants in the region.

**Keywords:** Meliponini; Cerrado; anthropization; melissopalynology; bee plants.

## FIGURAS E TABELA

<b>Figura 1.</b> <i>Tetragonisca angustula</i> Latreille 1811. ....	7
<b>Figura 2.</b> Pigmentação em <i>Tetragonisca angustula</i> .....	8
<b>Figura 3.</b> Colônia de <i>Tetragonisca angustula</i> : .....	9
<b>Figura 4.</b> Pólen de Amaranthaceae: (A) morfotipo 1 e (B) morfotipo 2 .....	15
<b>Figura 5.</b> Pólen de Asteraceae .....	16
<b>Figura 6.</b> Grãos de pólen do espectro polínico do mel de <i>Tetragonisca angustula</i> : Apocynaceae; Bombacaceae; Fabaceae; Loganiaceae; Laminaceae; Melastomataceae; Melastomataceae; Myrtaceae .....	18
<b>Figura 7.</b> Grãos de pólen do espectro polínico do mel de <i>Tetragonisca angustula</i> : Poaceae; Proteaceae; Symplocaceae; Theaceae; Urticaceae .....	19
<b>Tabela1.</b> Representatividade e frequência da ocorrência de famílias vegetais representadas na análise melissopalínológica de uma colônia de <i>Tetragonisca angustula</i> em fragmento florestal no Cerrado de Uruaçu, norte de Goiás .....	17



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2.OBJETIVOS</b> .....	3
<b>2.1. Objetivo geral</b> .....	3
<b>2.2. Objetivos específicos</b> .....	3
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	4
<b>3.1. Polinização e biodiversidade</b> .....	4
<b>3.2. A flora apícola e seus produtos</b> .....	5
<b>3.3. Os meliponini e <i>Tetragonisca angustula</i></b> .....	5
<b>3.4. O Cerrado e sua conservação</b> .....	10
<b>3.5. Palinologia e Melissopalynologia</b> .....	11
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
<b>4.1. Área de estudo</b> .....	13
<b>4.2. Amostra</b> .....	13
<b>4.3. Extração do conteúdo particulado (pólen) a partir das alíquotas de mel</b> .....	13
<b>4.4. Preparo das lâminas para análise</b> .....	14
<b>4.5. Análise quantitativa</b> .....	14
<b>4.6. Análise polínica qualitativa</b> .....	14
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	20
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

As relações mutualísticas harmônicas entre os insetos e as plantas superiores estão diretamente relacionadas ao processo de polinização, que influencia a renovação da flora de vários ecossistemas (KERR *et al.*, 2001). Os polinizadores têm seu papel essencial na reprodução e manutenção da diversidade vegetal, sendo que mais de 240.000 espécies de plantas que apresentam flores tem a necessidade de ser polinizado por agentes bióticos (insetos, aves e morcegos) ou agentes abióticos (vento ou água). Apesar da existência de mecanismos de autopolinização, que *a priori* dispensam a necessidade de mediadores na fecundação, como é o caso da soja, o pessegueiro e o amendoim, as plantas com polinização mediada por animais apresentam taxas de produção de frutos e sementes bem maiores (SILVA *et al.*, 2015).

Entre todos os polinizadores, os que mais se destacam, pela diversidade, eficiência e utilidade são as abelhas, responsáveis pela polinização de aproximadamente 73% das espécies de angiospermas de todo o mundo (FREITAS, 2003). Isso se dá pela importância ecológica que as abelhas têm em todos os ecossistemas e na biodiversidade vegetal pela polinização, que é a transferência do gameta masculino da planta, o grão de pólen, para o estigma da flor. O pólen que foi transferido germina no estigma e fecunda os óvulos que estão no ovário da flor (SILVA, 2015).

Os meliponíneos (Apidae: Meliponini) são popularmente conhecidos como abelhas “sem ferrão” por possuírem ferrão atrofiado, também são conhecidas como abelhas nativas e/ou abelhas indígenas. Podem ser encontradas em todo território nacional e, em tempos recentes sua exploração, outrora realizada diretamente sobre colônias nativas, popularizou-se em um esforço para sua domesticação (meliponicultura) com fins de produzir seu mel que, acredita-se, possui propriedades medicinais, odor agradável e sabor suave (NOGUEIRA-NETO, 1953; MOURE, 1961). *Tetragonisca angustula* Latreille 1811, conhecida popularmente por abelha jataí, abelha-mirim, jataí-amarela ou abelha-ouro, é particularmente procurada para essa finalidade, por sua natureza inofensiva e sua fácil adaptação ao meio antropizado, inclusive grandes cidades (FONSECA *et al.* 1984).

O mel dos Meliponini, mais do que uma coleção de carboidratos e proteínas derivados do processo digestivo do néctar pelas abelhas, apresenta um conteúdo polínico considerável, que reflete os hábitos, preferências e oportunidades da colônia estudada, e frequentemente é explorado, através do estudo melissopalínológico, para estabelecer relações com a flora

explorada pelas abelhas, sua ecologia e até mesmo na esfera forense tem utilidade, podendo auxiliar no estabelecimento da origem geográfica do mel. Os estudos das interações entre polinizador e planta em que a melissopalínologia pode ser uma ferramenta importante de investigação inclui a polinização em si; identificação da origem floral do mel; o conhecimento da dieta alimentar dos polinizadores; a competição entre diferentes grupos de polinizadores, em especial as abelhas (MICHENER, 2007; BATH, 1989), pois o pólen em si é a principal fonte de proteína das abelhas e são extremamente importantes os estudos sobre os tipos polínicos encontrados nos méis em decorrência da polinização e o reconhecimento da flora apícola em determinada região, que é o grupo de plantas que fornecem recursos necessários para a alimentação e manutenção, como nectaríferas, poliníferas ou ambivalentes, de uma colônia de abelhas (KERR *et al.*, 1996; ALMEIDA, 2002).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Caracterizar do conteúdo polínico contido no mel de uma colônia de *Tetragonisca angustula* em um pequeno fragmento arborizado em ambiente transformado pela exploração agrícola no município de Uruaçu, Goiás.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar o ambiente no qual a colônia estudada está inserida;
- Neste contexto ambiental, caracterizar o uso das plantas por *Tetragonisca angustula* através de análise melissopalínológica;
- Analisar os resultados à luz do conhecimento teórico e do contexto espaço-temporal da colônia.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Polinização e biodiversidade

A polinização é um serviço essencial na manutenção e reprodução da flora. As plantas constituem os produtores primários nos ecossistemas terrestres e são diretamente responsáveis por vários serviços prestados no ecossistema, como o sequestro de carbono pela fotossíntese, prevenção da erosão dos solos e alimento e abrigo para fauna aquática e terrestre (FAO, 2016). Para que ocorra a reprodução sexuada das plantas com flores, há a necessidade de um agente mediador no processo que envolve a polinização, ou seja, que realize a transferência dos grãos de pólen (gameta sexual masculino da angiosperma) das anteras de uma flor para o estigma de outra, da mesma espécie (GULLAN, 2007).

A polinização pode ocorrer de duas maneiras: autopolinização, que se dá por meio da transferência de pólen da antera para o estigma da mesma flor nas plantas hermafroditas, ou pelo transporte por fatores físicos (vento, gravidade ou água) entre diferentes flores e plantas; ou pela fecundação cruzada, que incluem agentes biológicos no transporte do pólen entre as flores e plantas, normalmente efetuada por insetos (entomofilia), aves (ornitofilia) e morcegos (quiropterofilia). Nesses casos, frequentemente ocorre uma relação mutualística entre a planta e o agente polinizador na qual a planta oferece um recurso floral (pólen, néctar, óleo, substâncias odoríferas ou resina) e o animal facilita a sua reprodução sexuada aumentando assim a sua variabilidade genética. Cumprindo esse papel, os principais polinizadores da flora do planeta são os insetos, em especial as abelhas, borboletas, mariposas, formigas, moscas, besouros e vespas, porém as que mais se destacam nesse papel são as abelhas, pela exclusividade de sua alimentação de pólen e néctar e a decorrente necessidade de visitar grandes quantidade de flores para buscar o recurso vegetal necessário para a sua sobrevivência (SILVA *et al.*, 2015). Na região neotropical, os meliponíneos são responsáveis por grande parte da polinização de plantas silvestres, cerca de 40% a 90% de acordo com ecossistema (KERR *et al.* 1996). Nas florestas pluviais, as abelhas são os mais frequentes visitantes florais nas flores acima da copa das árvores, e seu declínio pode modificar a comunidade de árvores (WILLE, 1983).

Conseqüentemente, as abelhas estão diretamente relacionadas à manutenção da base da cadeia alimentar nos ecossistemas. Sendo que elas representam mais de 50% da polinização do conjunto vegetal das florestas tropicais, no Cerrado essa porcentagem pode subir para 80% de espécies vegetais, na Caatinga e no pantanal a polinização por abelhas sem

ferrão é de 30% das plantas com flores e na Mata Atlântica é até 90% das espécies de angiospermas, o desaparecimento desse animal pode colocar em risco todos os biomas do Brasil (BRASIL, 2021).

### **3.2. A flora apícola e seus produtos**

A exclusividade de pólen e néctar como fonte nutricional para as abelhas, isto é, quase exclusivamente sua única fonte de alimento, é justificada pelo teor de concentração de proteína e açúcares (sacarose, frutose e glicose). Coletivamente, as plantas que fornecem esses recursos necessários para a nutrição das abelhas são referidas como plantas apícolas, ou flora apícola.

São características comuns das plantas apícolas sua abundância regional, floração prolongada e permitirem fácil acesso às abelhas de seu néctar e pólen e, dentro desse espectro, podem ser classificadas em três grupos: plantas poliníferas, cujo único recurso floral oferecido aos visitantes florais é o pólen; plantas nectaríferas e poliníferas, que fornecem tanto pólen quanto néctar; e plantas nectaríferas, que fornecem unicamente néctar aos visitantes florais. Estas últimas, por sua vez, podem ser caracterizadas em dois subgrupos: com nectário floral (cerca de 98% das plantas nectaríferas) e nectário extra-floral (CASTRO *et al.*, 2006).

Em relação ao pólen, o mesmo é utilizado pelas abelhas em todas as fases de seu desenvolvimento por ser a principal fonte de substâncias nitrogenadas como as proteínas e ácidos nucleicos, assim sendo essencial em sua sobrevivência e diligentemente armazenado em alvéolos especializados para sua utilização. O pólen é especialmente vital no desenvolvimento larval das abelhas e um seu derivado, a geléia real, é a substância responsável pela geração e desenvolvimento das fêmeas sexuais (rainhas). Adicionalmente, são a principal fonte de vitaminas, sais e lipídios, nutrientes tais extremamente pobres no néctar (KERR *et al.* 1996).

A existência da colônia, portanto, é inviável sem pólen, e o pólen é o recurso que nos permite avaliar a importância relativa de cada planta visitada e as mudanças sazonais e florísticas ao longo do ano em determinada região (ECKERT, 1943).

### **3.3. Os meliponini e *Tetragonisca angustula***

As abelhas, vespas e formigas compreendem os grupos de insetos que estão associados à ordem Hymenoptera. Existem cerca de 20.000 mil espécies de abelhas em todo o mundo sendo que 15% dessas são parasitas, e parasitam os ninhos de outras abelhas, 80% são

abelhas solitárias, e por fim, apenas 5% têm o comportamento eussocial (MICHENER, 1974). No Brasil existem em torno de 2,500 mil espécies de abelhas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

A tribo meliponini é formada por 52 gêneros e mais de 300 espécies que estão distribuídas em toda América do Sul, América central, Ásia, Ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Guiné e África (BRASIL, 2021). Em média seu tamanho pode variar de 2 mm (*Melipona fuginosa*) até 15 mm (*Melipona mandacaia*) (CAMARGO & PEDRO 2007; MICHENER,2007).

Os Meliponini, apesar de popularmente conhecidas como abelhas sem ferrão, possuem o ferrão atrofiado e, portanto, são incapazes de utilizá-lo em sua defesa. Alternativamente, desenvolveram outros comportamentos defensivos, como grudar nos pelos, cabelos e penas, morder ou secretar substâncias repugnantes, como é o caso de *Oxytrigona tataira*, conhecida popularmente como caga-fogo (MOURE, 1961).

As abelhas operárias desenvolveram em sua tíbia localizada no terceiro par de patas traseiras uma modificação especializada em carregar o grão de pólen chamado de corbícula que apresenta pelos ramificados que auxiliam no transporte dos grãos pólen e a resina (Figura 1). Por outro lado, algumas famílias botânicas como a Asteraceae apresentam estruturas nos grãos de pólen chamados de espinhos que facilitam a fixação no corpo das abelhas ou nos seus apêndices (MICHENER, 2013). Apenas as rainhas e as abelhas parasitas que não possuem corbícula, pois não tem a necessidade de coletar alimento das flores.

O estudo das abelhas sem ferrão e sua dieta é uma necessidade para a compreensão da flora néctar e polinífera (MARQUES *et al.*, 1999), sendo que contribui com essa vantagem o fato de serem generalistas com comportamento plástico, tolerando se tornar especialistas se as condições forem oportunas e dessa forma podem contribuir com uma polinização mais eficiente em culturas agrícolas (SILVA *et al.* 2015).

O hábito de nidificação dos meliponíneos é bem diversificado, mas é comum construir seu ninho em cavidades pré-existentes como nos troncos das árvores que ainda estão vivas (*Plebeia remota*). Algumas espécies constroem seus ninhos no subterrâneo, em buracos no solo que são ninhos de formigas ou de cupins abandonados ou até próximas às raízes de plantas mortas (*Schwarziana quadripunctata*). Outras espécies, ainda, constroem seus ninhos em árvores secas e/ou mortas (*Friesella schrottkyi*) e, como é o caso de *Tetragonisca angustula*, tolerantes a ambientes modificados, podem construir seus ninhos em cavidades pré-existentes como muros, paredes ou postes (WILLE, 1983).



**Figura 1.** *Tetragnisca angustula* Latreille 1811. Em primeiro plano a corbícula, pata especialmente adaptada para o transporte do pólen. Fotografia de J. V. M. Camargo.

Na construção das colônias, é normalmente empregada resina vegetal (própolis), barro, fibras vegetais e sementes. Substâncias produzidas pelas próprias abelhas são utilizadas com esse fim estrutural, como é o caso da cera, betume e geoprópolis. Outros tipos de materiais que são utilizados na arquitetura da colmeia são feitos pelas próprias abelhas operárias no interior da colmeia como a cera, cerume, batume e o geoprópolis (MACEDO et al. 2020).

A distância que as abelhas podem percorrer atrás de recursos vegetais depende da localização e a abundância das fontes de alimentos, levando em consideração que as abelhas tentam evitar o gasto energético desnecessário. Um dos fatores que influencia na distância em que as abelhas percorrem atrás de recursos vegetais é o tamanho do seu corpo. *Apis mellifera*, (Apinae), de porte grande, pode percorrer uma distância de 3km de sua colônia. Em contraste, meliponíneos relativamente robustos como *Melipona* podem alcançar 2km, e os meliponíneos



menores, como *Tetragonisca angustula* e *Plebeia* spp. alcançam até 500 metros de distância de sua colônia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS, 2021).

A abelha-jataí (*Tetragonisca angustula*), é uma abelha nativa da tribo meliponini e possui uma distribuição geográfica bastante ampla, sendo encontrada em todo território nacional e na Bolívia, Equador e Peru. Dentre os meliponini, a abelha-jataí possui hábitos avessos ao uso do esterco dos animais e nem utiliza em recursos de suas construções (NOGUEIRA-NETO, 1997). É uma espécie eussocial, sem ferrão, influenciado por fatores ambientais como temperatura, tamanho da célula de cria e dieta alimentar na fase larval em seu tamanho, que pode variar entre 2 e 5mm (RADMACHER e STROHM, 2010). O corpo menor pode ser uma vantagem interespecífica harmônica com as plantas superiores, sendo um agente polinizador generalista, ou seja, além de competir com as abelhas maiores nas flores que as comportam, usufruem quase com exclusividade os recursos das plantas com flores menores. Apresenta a cabeça, tórax e corbículas pretas, o abdômen dourado, olhos compostos esverdeados (NOGUEIRA-NETO, 1997; RADMACHER e STROHM, 2010, LATREILLE, 1811) (Figura 2).



**Figura 2.** Pigmentação em *Tetragonisca angustula*. Fotografia de J. V. M. Camargo.

Suas colônias agrupam usualmente entre 1000 e 5000 indivíduos, organizados em castas de operárias (campeiras e guardas), zangões e rainha. A estrutura da colmeia das abelhas compreende o ninho e os potes de alimentos, juntamente com as estruturas auxiliaadoras, como o invólucro, batume, a entrada e o túnel de entrada. Os potes de alimentos são feitos de cerume com formato elipsoide. Pólen e mel não se misturam e são colocados em potes diferentes. Sendo assim, em uma colônia de abelhas sem ferrão podemos encontrar duas variedades de potes de alimentos, pólen e mel (VILLAS-BÔAS, 2012).

A estrutura de formação do ninho é constituída por células de cria em forma de discos, com favos formados pelos conjuntos de células-crias, sendo que em cada célula é depositado um ovo. O alimento é colocado dentro das células de cria como uma mistura de mel, pólen e secreções das operárias suficiente para todo o período de desenvolvimento larval (Figura 3). Após o nascimento, com uma aparência esbranquiçada, as larvas se alimentam apenas de mel (MACEDO et al. 2020).



**Figura 3.** Colônia de *Tetragonisca angustula*: (1) potes de mel; (2) potes de pólen; (3) abelhas recém-nascidas; (4) cerume. Fotografia de J. M. C. Camargo.

As operárias realizam as atividades de manutenção e alimentação da colônia e passam, de acordo com sua idade, por distintas divisões de tarefas. Tendo em conta que a vida de um indivíduo é em torno de 50 a 55 dias elas realizam trabalhos de acordo com a sua idade. Já nas primeiras horas de vida, permanecem sobre os favos de cria produzindo cera, e realizando uma limpeza corporal. Nos primeiros dias de vida, auxiliam nas atividades internas na colônia, construindo células, manipulando cera, e auxiliando a rainha na oviposição. Por volta de 1/3 do período de vida, desenvolvem atividades como a manipulação do alimento e limpeza da colônia. Apenas na segunda metade de sua vida, após 25º dia, começam a realizar atividades fora da colméia, como a busca por recursos vegetais (campeiras). Nessa mesma faixa de idade, outros indivíduos se dedicam à guarda da entrada do túnel de ingresso, defendendo sua colônia (sentinelas) (VILLAS-BÔAS, 2012).

### **3.4. O Cerrado e sua conservação**

O Cerrado é representado como o segundo maior bioma do Brasil, cobrindo cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> e abrangendo os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal. Com o clima Tropical o Cerrado tem duas estações bem definidas, chuvosa que vai de outubro a abril quando ocorre mais de 90% de precipitação, e seca, nos meses de maio a setembro ocorre uma seca com ausência parcial de chuvas. A amplitude térmica média pode variar de 18C° a 27C° e a ocorrência de temperatura pode ir de 8C° a uma máxima de 34C° (BRASIL, 2021).

A flora do cerrado é bem diversificada e cada fitofisionomia possui características que as define, ao total o cerrado possui cerca de 11 fitofisionomias compostas por: Formação florestal (Mata ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) Formação Savânica formado pelo Cerrado propriamente dito, Formação Campestre (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) e por último a Formação Savânica (Veredas, Parque de Cerrado e Palmeiras) (BRASIL, 2021).

Considerado um Hotspot de biodiversidade, o Cerrado flora e fauna com grande quantidade de espécies endêmicas e uma taxa de degradação ambiental cada vez mais alta. O uso desenfreado dos recursos naturais põe o cerrado em estado cada vez mais grave impossibilitando a recuperação natural dessas áreas. Os desmatamentos e as queimadas ocorridas no cerrado entre os anos de 1990 a 2017 geraram a emissão de 7 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> que influenciam no efeito estufa, correlacionando esses dados temos cerca

de 17% do total de gases emitidos em todo território nacional dados obtidos pelo Instituto de Pesquisa Ambientais da Amazônia (IPAM, 2021).

O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) afirma que houve um aumento das áreas nativas que foram degradadas, de agosto de 2020 a julho de 2021, com cerca de 5.143km<sup>2</sup> da área do cerrado desmatada ou incendiada. Apenas no estado de Goiás, o desmatamento de agosto de 2020 a julho de 2021 foi de 348Km<sup>2</sup>. As principais causas da destruição do Cerrado são os incêndios sistemáticos para formação de pastagens e estabelecimento de monoculturas nos latifúndios, condenando as paisagens naturais a fragmentos inviáveis para o sustento da biodiversidade (CARVALHO *et al.*, 2005).

### **3.5. Palinologia e Melissopalínologia**

A palinologia é a disciplina que se dedica a estudar os grãos de pólen das plantas angiospermas, os esporos dos pteridófitas, os cistos de algas, esporos de fungos e partículas de carvão. Barth (2004) a define por sua interdisciplinaridade e por suas várias aplicações em diferentes áreas do conhecimento, com em ênfase nas interações entre abelha e flor.

As aplicabilidades em diferentes áreas torna a palinologia uma ferramenta de investigação muito importante para a paleoecologia, bioestratigrafia, sistemática vegetal, arqueologia (LIMA-RIBEIRO e BARBERI, 2005) e de aplicação direta e interdisciplinar nas formas de geopalínologia, aeropalínologia, copropalínologia, entomopalínologia e melissopalínologia (GASPARINO e CRUZ-BARROZ, 2006).

As mais diversas aplicações da palinologia em vários ramos da ciência se tornam possível graças vários tipos de ornamentação presente na exina (Parede externa), possibilita que os grãos de pólen se diferenciam uns dos outros, essa variabilidade na morfologia polínica, ou palinomorfo viabiliza a identificação de famílias, gêneros e espécies. (PLÁ-JUNIOR *et al.*, 2006). O grão de pólen é um dos materiais mais resistente que encontramos na natureza, não se degrada com o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico) fazendo com que seja uma ferramenta eficaz para estudos do clima no passado. O que torna o pólen tão resistente à degradação química e destruição mecânica é sua camada inorgânica composta de esporopolenina, permitindo enfrentar o tempo geológico, ácidos como sulfúrico e nítrico tornando um dos materiais mais resistentes da natureza. Oxidação, entretanto, é capaz de degradar o grão de pólen (SALGADO-LABOURIAU, 1994)

A melissopalinologia é uma das áreas da palinologia que visa o estudo dos grãos de pólen em recursos de produtos necessários para a sobrevivência da colmeia de abelhas eussociais como mel, a própolis e a geleia real, assim auxiliando na identificação da flora visitada pelas abelhas (MATOS e SANTOS, 2017). Suas características morfológicas são excelentes marcadores taxonômicos e solucionam com grande acurácia a determinação de uma comunidade vegetal, seja ela de natureza paleontológica ou neontológica, e a melissopalinologia identifica a flora apícola nos produtos das abelhas (ANDRADE *et al.*, 2020; MATOS e SANTOS, 2017).

Os estudos da palinologia do mel podem fornecer dados sobre a sua origem geográfica e botânica, uma vez que as abelhas polinizam a flora apícola em uma determinada região refletindo os aspectos polínicos dentro do mel sendo também útil no controle de qualidade do mel (EBENEZER e CHRISTOPHER, 2019; SILVA *et al.*, 2020). Para Barth (1989), é possível a classificação das análises polínicas do mel em suas fontes nectaríferas investigada pelas abelhas como fontes monofloral, visto a origem de uma única espécie vegetal (Ex.: Mel de angico, Grindélia ou Beladona) ou fontes multiflorais conhecida também como mel silvestre, origem de um complexo conjunto floral, e esse conhecimento pode ser acessado através de análises palinológicas dos méis, quantitativas e qualitativas, englobando a proporção total de palinomorfos, tendo em vista a relação qualitativa de diferentes espécies botânicas ou grupos polínicos contidas na amostra.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Área de estudo**

A colônia de abelhas amostrada encontra-se nas coordenadas 14°32'59''S e 49°1'27''W, localizado em propriedade rural privada no município de Uruaçu, região norte do estado de Goiás, em fragmento de aproximadamente 5.500m<sup>2</sup> remanescente de mata seca sempre verde inserida no bioma Cerrado, com o entorno degradado e modificado para a prática agrícola.

### **4.2. Amostra**

A amostra do mel foi coletada de colônia de *Tetragonisca angustula*, no mês de julho de 2021, por meio de uma seringa esterilizada e imediatamente transferida para tubos plásticos estéreis para armazenamento e transporte. Os alvéolos coletados foram escolhidos por conveniência e procurando minimizar o dano estrutural às estruturas da colônia. A colônia é instalada em caixa de madeira, mantida no ambiente e condições acima mencionados. A amostra coletada apresentou coloração âmbar claro, fluido e com propriedades organolépticas típicas. As alíquotas de mel foram mantidas em temperatura ambiente até ocasião de seu processamento, nos laboratórios de toxinologia e paleoecologia do Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas (CEPB) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

### **4.3 Extração do conteúdo particulado (pólen) a partir das alíquotas de mel**

Para a separação do conteúdo polínico presente nas alíquotas foi utilizado uma modificação do método de Maurizio e Louveaux (1975).

Alíquotas de 10ml de mel foram diluídas, em béquer, em 20 ml de água destilada, homogeneizadas com bastão de vidro e transferidas para dois tubos plásticos de centrifugação de 50ml com fundo cônico e centrifugados a 2.500rpm por 15 minutos.

Preservando o precipitado nos tubos, a fração sobrenadante foi descartada e 5ml adicionais foram acrescentados a cada um dos tubos contendo o sedimento. Após a ressuspensão do sedimento em agitador, um segundo procedimento de centrifugação, nas mesmas condições, foi efetuado. O sobrenadante, agora incolor, foi desprezado e os tubos contendo o precipitado foram reservados.

#### **4.4. Preparo das lâminas para análise**

Lâminas para análise quantitativa foram montadas conforme o método de Louveaux, Maurizio e Vorwohl (1978).

Para tanto, a totalidade do sedimento de cada tubo foi transferida para lâmina de microscopia e espalhado, por esfregaço, por uma área de aproximadamente 20x20mm, e coberto com solução glicerina-gelatina 50%.

#### **4.5. Análise quantitativa**

O perfil polínico da amostra foi realizado a partir da contagem e caracterização ao microscópio de, no mínimo, 500 grãos de pólen para cada lâmina, e classificado em categorias conforme o percentual de ocorrência pelo método de Maurizio e Louveaux (1975), que consistem:

- Pólen dominante (PD), para morfotipos com ocorrência >45%;
- Pólen acessório (PA), para morfotipos com ocorrência >15 e < 45%
- Pólen isolado (PI), para morfotipos com ocorrência <15%, sendo para estes:
- Pólen isolado importante (PIi), para morfotipos com ocorrência >3 e < 15%
- Pólen isolado ocasional (PIo), para morfotipos com ocorrência <3%.

#### **4.6. Análise polínica qualitativa**

A análise polínica qualitativa foi realizada por comparação de caracteres-chave até o nível taxonômico de família, utilizando-se para tanto palinoteca de referência do laboratório de paleoecologia do CEPB. Além do pólen, com essa análise é possível identificar outros palimorfos como esporos e algas, que a princípio podem ser contaminantes do mel.

A determinação de frequência polínica foi determinada conforme sugerida por Maurizio e Louveaux (1975), na qual a frequência total de cada família identificada pela frequência absoluta, obtendo-se a frequência relativa, expressa como porcentagem.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

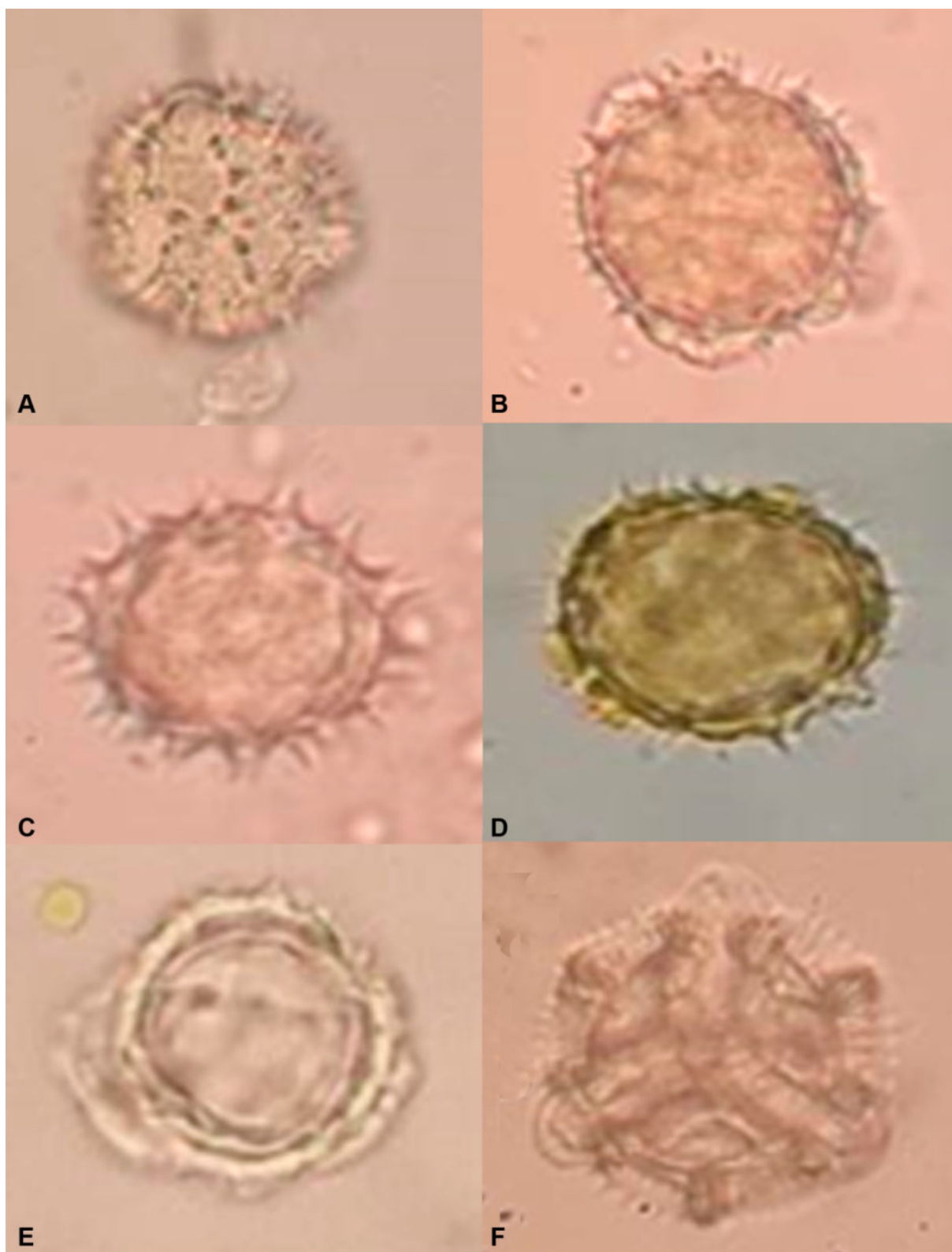
O método mais utilizado nas preparações de sedimento para a leitura do espectro polínico é a acetólise (ERDTMAN, 1960), que consiste numa preparação de amostras com ácido acético para o isolamento da exima (estrutura externa dos grãos de pólen), facilitando seu exame pela destruição da íntima (membrana interna da celulose) e do conteúdo celular do pólen com ácido acético. A fim de encontrar novos meios no preparo de sedimento polínicos sem a necessidade da utilização de nenhum tipo de ácido foi testada uma metodologia alternativa para a leituras dos grãos de pólen dentro do mel que possibilite identificar morfológicamente o grupo de famílias ou espécies presentes no conteúdo amostral. Uma vez que foi feita, nesse trabalho, opção pela determinação taxonômica apenas até o nível de famílias, essa abordagem mostrou-se eficaz e satisfatória, uma vez que não restou na amostra morfotipos polínicos cuja identificação, nesse nível, não fosse possível.

Por meio das análises polínicas das amostras do mel de *Tetragonisca angustula*, foram identificados cerca de cerca de 2.624 grãos de pólen que, identificados e classificados revelaram uma riqueza de 15 famílias de plantas com flores, sendo 13 famílias estando representadas por um único morfotipo polínico, Amaranthaceae representada por 2 morfotipos polínicos (Figura 4) e Asteraceae representada por 6 diferentes morfotipos polínicos (Figura 5) (Tabela 1). A opção de classificar os resultados em morfotipos foi a alternativa possível de determinação taxonômica no momento, uma vez que uma palinoteca de referência em nível específico não existe em nossa região, evidenciando a carência de um esforço local focado nesse objetivo, que contribuiria muito para o desenvolvimento não só da pesquisa melissopalínológica, como também de pesquisas de muitas áreas das ciências aplicadas em Goiás.



**Figura 4.** Pólen de Amaranthaceae: (A) morfotipo 1 e (B) morfotipo 2. Fotografias de J. V. M. Camargo.





**Figura 5.** Pólen de Asteraceae: (A) morfotipo 1; (B) morfotipo 2; (C) morfotipo 3; (D) morfotipo 4; (E) morfotipo 5; (F) morfotipo 6. Fotografias de J. V. M. Camargo.

A riqueza de famílias botânicas identificadas reforça o conhecimento que se tem sobre os hábitos generalistas de *Tetragonisca angustula*, evidenciado já por Silva *et al.* (2015). Por outro lado, o fato de treze das quinze famílias identificadas serem representadas por apenas

um morfotipo polínico pode ser indicativo da consequência do isolamento da colônia em um fragmento florestado muito pequeno e da perda da biodiversidade florística do entorno pela transformação da paisagem natural em pastagens e terras agrícolas.

Dentre as classes de frequência, a amostra analisada não demonstrou a existência de um pólen dominante, e a família Urticaceae foi a que apresentou maior abundância representada na amostra. A família Urticaceae é conhecida por suas espécies com folhas urticantes ao toque e composta por plantas nativas não-endêmicas, e no Brasil são conhecidos 13 gêneros, com 95 espécies de urticáceas. Curiosamente, as urticáceas possuem polinização anemófila, e seus estames dobrados podem constituir uma provável adaptação a polinização por vento (BERG, 1977) e sua importante abundância relativa no conteúdo polínico do mel de *Tetragonisca angustula* reflete sua importância como recurso nutritivo, porém pode ser indicativo, igualmente, de carência de espécies entomófilas no ambiente e a adaptação da abelha à essa condição.

**Tabela 1.** Representatividade e frequência da ocorrência de famílias vegetais representadas na análise melissopalínológica de uma colônia de *Tetragonisca angustula* em fragmento florestal no Cerrado de Uruaçu, norte de Goiás.

Família	Tipos Polínicos	Classe de frequência (%)				Recurso Floral
		PD	PA	Pli	Plo	
Amaranthaceae	2				2%	Néctar/Pólen
Apocynaceae	1				3%	Pólen
Asteraceae	6			11%		Néctar/Pólen
Malvaceae	1				2%	Pólen
Fabaceae	1			8%		Néctar/Pólen
Loganiaceae	1		15%			Pólen
Lamiaceae	1			7%		Néctar
Melastomataceae	1			7%		Pólen
Myrtaceae	1			4%		Néctar/Pólen
Ochnaceae	1			4%		Pólen
Poaceae	1			8%		Pólen
Proteaceae	1				1%	Pólen
Symplaceae	1			8%		Pólen
Theaceae	1					Pólen/Néctar
Urticaceae	1		20%			Pólen/Néctar

**Classes de Frequência:** (PD) Pólen dominante; (PA) Pólen acessório; (Pli) Pólen isolado importante; (Plo) Pólen Isolado ocasional.

Outra família em destaque pela representatividade dentro do conjunto polínico foi Loganiaceae (Figura 6). No Brasil, o grupo é representado por 5 gêneros, com 100 espécies distribuídas pelo Cerrado, Caatinga e Amazônia.



**Figura 6.** Grãos de pólen do espectro polínico do mel de *Tetragonisca angustula*. (A) Apocynaceae; (B) Bombacaceae; (C) Fabaceae; (D) Loganiaceae; (E) Laminaceae; (F) Melastomataceae; (G) Melastomataceae; (H) Myrtaceae. Fotografias de J. V. M. Camargo.

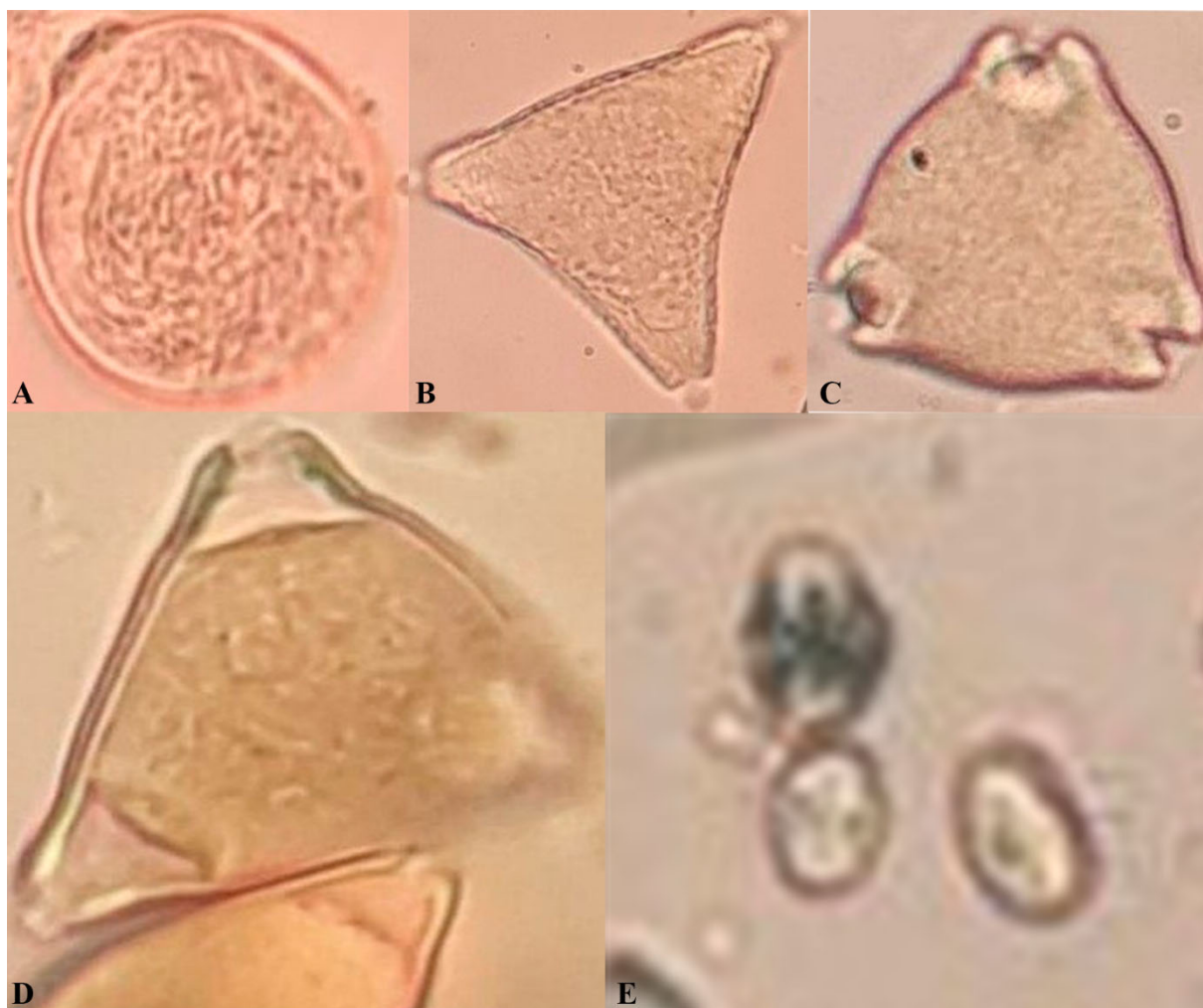
Na amostra analisada, apenas Urticaceae e Loganiaceae atingem frequências que possibilitam serem classificadas como pólen acessório. Todas as demais famílias identificadas, inclusive Urticaceae e Amaranthaceae (que apresentaram diversidade de morfotipos >1) atingiram frequência somente para serem classificadas como pólen isolado. Com pólen isolados importantes foram representadas sete famílias: Fabaceae, Laminaceae, Myrtaceae, Ochnaceae, Poaceae, Proceae e Sympliceae (Figura 7). Pólens isolados ocasionais representam 3 famílias.

A família que teve mais diversidade polínica foi a Asteraceae que teve um total de 6 grãos de pólen com a ornamentação e exina diferentes. Essa família é a segunda mais diversa das plantas com flores com distribuição cosmopolita e abrangendo mais de 1600 gêneros e 24000 espécies em regiões temperadas e semiáridas dos trópicos e sub trópicos (FUNK *et al.*, 2009). No Brasil são representadas por 278 gêneros, com 2.013 espécies distribuídas em todos os biomas brasileiros, porém com maior diversidade no Cerrado (BRAZIL FLORA GROUP, 2015).

As espécies da família Asteraceae são polinizadas por insetos, mais especificamente borboletas e abelhas, mas outros animais como beija flor também podem polinizar algumas espécies (LANE, 1996).

A importância da polinização pela abelha jatai é a sua generalização através de recursos botânicos não explorando apenas uma família mas o conjunto vegetal presente

na região, fazendo com que essas espécies seja um importante polinizadora de plantas silvestres.



**Figura 7.** Grãos de pólen do espectro polínico do mel de *Tetragonisca angustula*. (A) Poaceae; (B) Proteaceae; (C) Symplocaceae; (D) Theaceae; (E) Urticaceae. Fotografias de J. V. M. Camargo.

Levando em consideração o tamanho da área de estudo e a distância que a abelha jataí pode voar, ela pode polinizar quase todas as plantas que estão dentro de um raio de 500m<sup>2</sup> ou seja todo o fragmento de floresta. Por isso a preservação da *T. angustula* é suma importantíssima para a manutenção e dispersão de plantas silvestres.

## **6. CONCLUSÕES**

As análises polínicas corroboram a importância das abelhas Jataí na polinização de plantas silvestres, sendo uma abelha generalista que podem percorrer distâncias baixas em busca de recursos florais.

Com a ausência de um catálogo que contemplem a melissopalínologia ou as plantas apícolas do estado de Goiás esse trabalho pode servir como inspiração para novos estudos que abordam as abelhas nativas e a palinologia do mel.

A falta da acetólise não impossibilitou a classificação do conjunto polínico, ao contrário o uso dela pode trazer benefícios para entender o mel, foi encontrado junto com os pólenes cinco ácaros pertencente a ordem Eriophyidae, que são fitófagos e podem ter aparecido no mel de forma ocasional.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. **Espécies de abelhas (Hymenoptera: Apoideae) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo.** (2002). Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.
- ANDRADE, T. O.; RAMOS, K. S.; PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; BRANDÃO, C. R. F. Bee (Hymenoptera: Apidae) inventory in the Parque Estadual Morro do Diabo, São Paulo, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 54, n. 39-40, p. 2529-2541, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS (A.B.E.L.H.A.S.). **Meliponicultura no Brasil.** Brasil, 2015. Disponível em: ><https://abelha.org.br/meliponicultura-no-brasil/><. Acesso em: 15 ago. 2021.
- BARTH, O. M. Definição da origem botânica de amostras de mel através de seus espectros polínicos. **O Apiário**, v.14(134), p.37–38, 1989.
- BARTH, O. M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, 61(3): 342–350, 2004.
- BERG, C. C. Urticales, Their differentiation and systematic position. In: Kubitzki, K. (ed.) **Flowering Plants: Plant systematics and Evolution.** v. 1, Viena: Springer-Verlag, 1977.
- BRASIL Cerrado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-cerrado>>. Acesso em: 20 de Out de 2021.
- BRAZIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085- 1113, 2015.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M., 2007. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Eds.), **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. p. 272–578.
- CARVALHO, C. A. L. de; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. 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, 2005.
- CASTRO, M. S.; KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C.; NATES-PARRA, G.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; CAMPOS, L. A. O.; VIANA, M.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; PERUQUETTI, R. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. “Stingless Bees”. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA A. M.; DE JONG, D. (Eds.). **Bees as Pollinators in Brazil: Assessing the Status and Suggesting the Best Practices**, Ribeirão Preto, Holos editora, 2006. p. 75–88.
- EBENEZER, I. O.; CHRISTOPHER, E. B. The applications of pollen analysis in environmental monitoring in Akoko North-East Local Government Area of Ondo State, Nigeria. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 8, n. 1, 2019.
- ECKERT, J. E. The pollen required by a colony of honey bees **Journal of Economic Entomology**, v.35 (3), 309–311, 1943.
- ERDTMAN G. The acetolysis method: a revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v.39, p.561–564, 1960.

- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Forest Resources Assessment 2015**. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations, 2016.
- FONSECA, V. L. I.; GIOVANINNI, A. K. ; LAURINO, M. C.; RAMALHO, M. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille, (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v.8, p. 115–131, 1984.
- FREITAS, B. M. **A vida das abelhas: Meliponíneos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003.CD-ROM.
- FUNK, V. A *et al.* Compositae metatrees: the next generation. *In*: FUNK, V. A.; SUSANNA, A.; STUESSY, T. F.; BAYER, R. J. (eds.). **Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae**. Viena: International Association for Plant Taxonomy (IAPT) 2009. p. 747–777.
- GASPARINO, E. C.; CRUZ-BARROS, M. A. V. **Palinologia**. Curso de capacitação de monitores e educadores. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. São Paulo, Instituto de Botânica, 2006. 9 p. (apostila).
- GULLAN, P. J. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, 2007.
- KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **A abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangaú. 1996.
- KERR, W. E.; PETRERE JR., M.; DINIZ FILHO, J. A. F. Informações biológicas e estimativa do tamanho ideal da colmeia para a abelha tíuba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith – Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18(1), p. 45 – 52, 2001.
- LANE, M. A. 1996. Pollination biology of Compositae. *In*: CALIGARI, P. D. S.; HIND, D. N., J. (eds.) **Compositae: Biology and utilization** Kew: Royal Botanic Gardens, Kew, 1996.
- LATREILLE, P. A. Insectes de l'Amérique Équinoxiale, recueillis pendant le voyage de MM. Humboldt et Bonpland pp. 173-174, 260-297 *in* HUMBOLDT, F. H. A. e BONPLAND, A. J. A. (ed.). **Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent, fait en 1799-1804. Recueil d' observations de zoologie et d' anatomie comparée, faites dans l' océan Atlantique, dans l' intérieur du nouveau continent et dans le Mer du Sud pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803**. v. 1, Paris: F. Schoell e G. Dufour, 352 pp., 1811.
- LIMA-RIBEIRO, M. S.; BARBERI, M. Análise palinológica: fundamentos e perspectivas na pesquisa arqueológica. **Habitus**, v.3(2), p. 261–290, 2005.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, 59, p.139-157, 1978.
- MACEDO, C. R. C.; AQUINO, I. S.; BORGES, P. F.; BARBOSA, A. S.; MEDEIROS, G. R. Comportamento de nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira** 21(1). 2020. Recuperado de <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/58736>.
- MARQUES, L. J. P.; MUNIZ, F. H.; LOPES, G. S.; SILVA, J. M. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botanica Brasilica**, 25(1), 141-149. 1999.



- MATOS, V. R.; SANTOS, F. A. Pollen in honey of *Melipona scutellaris* L.(Hymenoptera: Apidae) in an Atlantic rainforest area in Bahia, Brazil. **Palynology**, v. 41(1), p.144-156, 2017.
- MAURIZIO, A.; LOUVEAUX, J. **Pollen de plantes melliferes d'Europe**, Paris: UGAF, 148p, 1975.
- MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. 2.ed., Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007.
- MICHENER, C. D. The meliponini. *In: Pot-honey: a legacy of stingless bees*. Nova Iorque: Springer, 2013. p. 3-17.
- MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees: a comparative study**. Cambridge: Harvard University Press, 1974.
- MOURE, J. S. 1961. A preliminary supra-specific classification of the Old World meliponine bees (Hymenoptera, Apoidea). **Studia. Entomológica**, 4(1-4), p.181-242, 1961.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae)**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1953.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- PLÁ-JUNIOR, M. A.; CORRÊA, M. V. G.; MACEDO, R. B.; CANCELLI, R. R.; BAUERMANN, S. G. Grãos de pólen: usos e aplicações. *In: Anais da XVII Jornada acadêmica da Biologia*. Canoas: Universidade Luterana do Brasil, 2006.
- RADMACHER S, STROHM E: Factors affecting offspring body size in the solitary bee *Osmia bicornis* (Hymenoptera, Megachilidae). **Apidologie**, v.41, p. 169-177, 2010.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. São Paulo, Editora Blucher, 1994.
- SILVA, C. I. **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto: Holos, 2015.
- SILVA, C. I.; PACHECO-FILHO, A. J. S.; FREITAS, B. M. Polinizadores manejados no Brasil e sua disponibilidade para a agricultura. *In: Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E. L. H.A. Agricultura e Polinizadores*. São Paulo: A.B.E.L.H.A., 2015.
- SILVA, G. V.; SANTOS, A. S.ç SILVA, K. J. M.ç SILVA, M. G.ç GOMES, F. A. L. Levantamento de plantas invasoras com potencial apícola em área de plantio de moringa. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2(2), p. 37-46, 2020.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2012.
- WILLE, A. Biology of the stingless bees. **Annual review of entomology**, v.28(1), p.41-64, 1983.



**RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE**

**ANEXO I**  
**APÊNDICE ao TCC**

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante **João Victor Moraes Camargo** do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, matrícula **20172005100030**, telefone: (62) 984000316 e-mail joavictorcamargo@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Potencial da melissopalínologia no estudo da interação inseto-flor de *Tetragonisca angustula* Latreille 1811 (Hymenoptera: Meliponinae) no Cerrado antropizado do município de Uruaçu- Go**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 20 de dezembro de 2021.



Assinatura do autor:

Nome completo do autor: **João Victor Moraes Camargo**



Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: **Matheus Godoy Pires**